UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS
repositorio.upsc.edu.pe

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TESIS

CALIDAD DEL AGUA DE LOS MANANTIALES Y PERCEPCIÓN DE LA POBLACIÓN DEL CENTRO POBLADO HUALLATIRI UNION PUCARA, CHUCUITO JULI - 2025

PRESENTADA POR:

KEVIN VLADIMIR CRUZ CALISAYA

WILKINSON YOUNG CALISAYA PARI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

PUNO – PERÚ

2025

Repositorio Institucional ALCIRA by Universidad Privada San Carlos is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional License

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

PLAGIARISM CHECK.ORG

16.47%

SIMILARITY OVERALL

SCANNED ON: 23 OCT 2025, 10:10 AM

Similarity report

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

IDENTICAL 2.34%

CHANGED TEXT 14.13%

Report #29447853

KEVIN VLADIMIR CRUZ CALISAYA // WILKINSON YOUNG CALISAYA PARI // CALIDA D DEL AGUA DE LOS MANANTIALES Y PERCEPCIÓN DE LA POBLACIÓN DEL CENTRO POBLADO HUALLATIRI UNION PUCARA, CHUCUITO JULI - 2025 RESUMEN El estudio realizado en los manantiales Lacotuyo y Aziruni, ubicados en el centro poblado Huallatiri Unión Pucará, tuvo como objetivo evaluar la calidad del agua destinada al consumo humano, conforme a los Estándares de Calidad Ambiental establecidos en el D.S. N.° 004-2017-MINAM. Los resultados fisicoquímicos obtenidos color (<5 UCV, escala Pt/Co), turbidez (0,18 y 0,20 UNT), pH (8,1 y 8,2), conductividad eléctrica (185,2 y 138,3 µmho /cm), sólidos totales disueltos (94 y 71 mg/L), dureza total (84,86 y 55,30 mg $CaCO_3$/L), arsénico (0,00075 y 0,00139 mg/L), cadmio (0,003 y 0,002 mg/L), cloro residual libre (<0,02 mg/L) y plomo (<0,001 mg/L) se encuentran dentro de los límites establecidos por la normativa. Sin embargo, los parámetros microbiológicos revelaron la presencia de coliformes totales (120 NMP/100 mL en Lacotuyo y 3,6 NMP/100 mL en Aziruni), coliformes fecales (2,2 NMP/100 mL y <1,1 NMP/100 mL, respectivamente) y Escherichia coli (<1 NMP/100 mL), lo que constituye un incumplimiento del ECA para agua destinada al consumo humano. Estos resultados evidencian una contaminación microbiológica, posiblemente relacionada con la infiltración de aguas residuales y actividades agropecuarias cercanas a los puntos de captación. Se concluye que, aunque el agua cumple con los parámetros

Yudy Roxana ALANIA LAQUI
Oficina de Repositorio Institucional

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS
repositorio.upsc.edu.pe

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TESIS

CALIDAD DEL AGUA DE LOS MANANTIALES Y PERCEPCIÓN DE LA POBLACIÓN DEL CENTRO POBLADO HUALLATIRI UNION PUCARA, CHUCUITO JULI - 2025

PRESENTADA POR:

KEVIN VLADIMIR CRUZ CALISAYA

WILKINSON YOUNG CALISAYA PARI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE : _____
Mg. KATIA ELIZABETH ANDRADE LINAREZ

PRIMER MIEMBRO : _____
Dra. MARLENE CUSI MONTESINOS

SEGUNDO MIEMBRO : _____
M.Sc. FREDY APARICIO CASTILLO SUAQUITA

ASESOR DE TESIS : _____
Mg. JULIO WILFREDO CANO OJEDA

Área:Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería Ambiental

Línea de Investigación: Ciencias Ambientales

Puno, 11 de noviembre del 2025.

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

DEDICATORIA

Dedico este logro a mis padres, por su amor y apoyo incondicional. A mis familiares, abuelos, hermanos y hermanas, por ser mi fuente de inspiración y motivación. A todas las personas que han estado a mi lado en este camino, brindándome su apoyo y compañía, les agradezco profundamente. A la Universidad Privada San Carlos, por brindarme la oportunidad de crecer y desarrollarme académicamente. A todos los que han contribuido de alguna manera en mi formación y crecimiento, mi más sincero agradecimiento.

A Dios Por darme la vida y estar siempre conmigo, guiando mi camino y por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida.

A mis Padres Lidia y Jose quienes les debo todo lo que soy quienes día a día me brindan el apoyo necesario para lograr mis sueños y metas, gracias a mis padres por darme todo el amor y comprensión en esta vida.

A mi pareja luz Mi compañera de vida y pilar fundamental a través de tus consejos, tu amor, tu paciencia y tu apoyo incondicional, es lo que me ha motivado a luchar y seguir adelante cada día.

A mi hermano Gino que tengo la suerte de tener un hermano maravilloso que siempre esta a mi lado en los momentos difíciles y en los momentos de alegría.

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a la Universidad Privada San Carlos por haberme formado como profesional. A los docentes, por su dedicación y enseñanza, que han sido fundamentales en mi crecimiento académico. A mis compañeros, por su apoyo y compañerismo, que han sido una fuente de inspiración y motivación. Al plantel universitario en general, por su comprensión y apoyo, que me han permitido alcanzar este nivel profesional. Gracias a todos por creer en mí y ayudarme a lograr mis objetivos

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTOS	2
ÍNDICE GENERAL	3
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE FIGURAS	10
ÍNDICE DE ANEXOS	13
RESUMEN	14
ABSTRACT	15
INTRODUCCIÓN	16
CAPÍTULO I	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	**18**
1.1.1. PROBLEMA GENERAL	20
1.1.2. PROBLEMA ESPECÍFICO	20
1.2. ANTECEDENTES	**21**
1.2.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	21
1.2.2. ANTECEDENTES NACIONALES	22
1.2.3. ANTECEDENTES LOCALES	23
1.3. OBJETIVOS	**25**
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	25
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	25

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL **26**

2.1.1. AGUA 26

2.1.2. CALIDAD DEL AGUA 26

2.1.3 FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA 27

2.1.4 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA 28

2.1.5 PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS INORGÁNICOS Y MICROBIOLÓGICOS 28

2.2. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL **34**

2.3. MARCO TEÓRICO NORMATIVO **35**

2.4. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN **36**

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL 36

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS 36

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ZONA DE ESTUDIO **37**

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA **38**

3.2.1. POBLACIÓN 38

3.2.2. MUESTRA 38

3.3. MÉTODOS Y MATERIALES **39**

3.3.1. MÉTODOS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS 39

3.3.2. DISEÑO METODOLÓGICO POR OBJETIVOS 40

3.3.3. TÉCNICAS DE ANÁLISIS 43

3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES **44**

3.5. DISEÑO ESTADÍSTICO **45**

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

CAPÍTULO IV

EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1. CALIDAD DEL AGUA DE LOS MANANTIALES DEL CENTRO POBLADO HUALLATIRI UNION PUCARA, CHUCUITO JULI - 2025 46

4.2. RESULTADOS DE LA CONCENTRACIÓN DE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN LOS MANANTIALES DE LACOTUYO Y AZIRUNI, DE ACUERDO A LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL ESTABLECIDOS EN EL D.S. N° 004-2017-MINAM. 49

4.2.1. DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DE ACUERDO A LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL DEL D.S. N° 004-2017-MINAM EN EL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DE LOS MANANTIALES LACOTUYO Y AZIRUNI DEL CENTRO POBLADO DE HUALLATIRI UNIÓN PUCARÁ. 49

4.2.2. DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DE ACUERDO A LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL DEL D.S. N° 004-2017-MINAM EN EL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DE LOS MANANTIALES LACOTUYO Y AZIRUNI DEL CENTRO POBLADO DE HUALLATIRI UNIÓN PUCARÁ. 50

4.2.3. DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE LOS PARÁMETROS INORGÁNICOS DE ACUERDO A LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL DEL D.S. N° 004-2017-MINAM EN EL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DE LOS MANANTIALES LACOTUYO Y AZIRUNI DEL CENTRO POBLADO DE HUALLATIRI UNIÓN PUCARÁ. 52

4.2.4. DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE LOS PARÁMETROS INORGÁNICOS DE ACUERDO A LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL DEL D.S. N° 004-2017-MINAM EN EL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DE

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

LOS MANANTIALES LACOTUYO Y AZIRUNI DEL CENTRO POBLADO DE HUALLATIRI UNIÓN PUCARÁ. 53

4.2.5. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN BASE A LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL ESTABLECIDOS EN EL D.S. N° 004-2017-MINAM EN LOS MANANTIALES LACOTUYO Y AZIRUNI DEL CENTRO POBLADO DE HUALLATIRI UNIÓN PUCARÁ. 54

4.2. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS PARÁMETROS INORGÁNICOS DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN BASE A LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL ESTABLECIDOS EN EL D.S. N° 004-2017-MINAM EN LOS MANANTIALES LACOTUYO Y AZIRUNI DEL CENTRO POBLADO DE HUALLATIRI UNIÓN PUCARÁ. 66

4.3. RESULTADOS DE LA CONCENTRACIÓN DE LOS PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS DE ACUERDO AL D.S. 004 – 2017 MINAM DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO, DE LOS MANANTIALES DEL CENTRO POBLADO HUALLATIRI UNION PUCARA, CHUCUITO JULI. 72

4.3.1. DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE LOS PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS DE ACUERDO AL D.S. 004 – 2017 MINAM DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO, DE LOS MANANTIALES DEL CENTRO POBLADO HUALLATIRI UNION PUCARA, CHUCUITO JULI. 72

4.3.2. DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE LOS PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DEL CENTRO POBLADO DE HUALLATIRI UNION PUCARA, CHUCUITO JULI. 74

4.3.3. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN BASE A LOS D.S. 004 – 2017 MINAM DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO, DE LOS MANANTIALES DEL

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

CENTRO POBLADO HUALLATIRI UNION PUCARA, CHUCUITO JULI. 76

4.3.4. DETERMINAR LA PERCEPCIÓN DE LA POBLACIÓN DEL CENTRO POBLADO DE HUALLATIRI UNION PUCARA, CHUCUITO JULI SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA DE LOS MANANTIALES. 82

CONCLUSIONES 86

RECOMENDACIONES 88

BIBLIOGRAFÍA 90

ANEXOS 94

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 01: Estándares de Calidad Ambiental de parámetros fisicoquímicos 28

Tabla 02: Estándares de Calidad Ambiental de parámetros microbiológicos. 29

Tabla 03: Coordenadas geográficas de los puntos de muestreo. 38

Tabla 04: Operacionalización de variables 44

Tabla 05: Resultados de los parámetros fisicoquímicos e inorgánicos, y microbiológicos de los manantiales Lacotuyo y Aziruni del centro poblado de Huallatiri Unión Pucará. 46

Tabla 06: Comparación de la concentración de los parámetros fisicoquímicos con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM para agua de consumo humano en los manantiales Lacotuyo y Aziruni del centro poblado de Huallatiri Unión Pucará. 49

Tabla 07: Comparación de la concentración de los parámetros fisicoquímicos con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM para agua de consumo humano en los manantiales Lacotuyo y Aziruni del centro poblado de Huallatiri Unión Pucará. 50

Tabla 08: Comparación de la concentración de los parámetros microbiológicos con los D.S. 004 – 2017 MINAM del agua para consumo humano, de los manantiales del centro poblado Huallatiri Union Pucara, Chucuito Juli. 72

Tabla 09: Comparación de la concentración de los parámetros microbiológicos con los D.S. 004 – 2017 MINAM del agua para consumo humano, de los manantiales del centro poblado Huallatiri Union Pucara, Chucuito Juli. 74

Tabla 10: Frecuencia del uso del agua proveniente de los manantiales. 82

Tabla 11: Percepción general de la calidad del agua. 82

Tabla 12: Características sensoriales del agua. 83

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

Tabla 13: Percepción sobre la salubridad y riesgos del agua. 84

Tabla 14: Percepción sobre el uso del agua. 84

Tabla 15: Percepción sobre la gestión del agua. 85

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 01: Ubicación geográfica de la zona de estudio 38

Figura 02: Ubicación geográfica de los puntos de muestreo. 39

Figura 03: Análisis comparativo de los parámetros fisicoquímicos del agua para consumo humano en base a los Estándares de Calidad Ambiental establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM en los manantiales Lacotuyo y Aziruni del centro poblado de Huallatiri Unión Pucará. 54

Figura 04: Comparación de los valores del color con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM para agua de consumo humano en los manantiales Lacotuyo y Aziruni del centro poblado de Huallatiri Unión Pucará. 55

Figura 05: Comparación de los valores de turbidez con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM para agua de consumo humano en los manantiales Lacotuyo y Aziruni del centro poblado de Huallatiri Unión Pucará. 56

Figura 06: Comparación de los valores de pH con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM para agua de consumo humano en los manantiales Lacotuyo y Aziruni del centro poblado de Huallatiri Unión Pucará. 58

Figura 07: Comparación de los valores de conductividad eléctrica con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM para agua de consumo humano en los manantiales Lacotuyo y Aziruni del centro poblado de Huallatiri Unión Pucará. 59

Figura 08: Comparación de los valores de sólidos totales disueltos con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM para agua de

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

consumo humano en los manantiales Lacotuyo y Aziruni del centro poblado de Huallatiri Unión Pucará. 61

Figura 09: Comparación de los valores de dureza total con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM para agua de consumo humano en los manantiales Lacotuyo y Aziruni del centro poblado de Huallatiri Unión Pucará. 62

Figura 10: Comparación de los valores de cloruros con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos en el D.S. N.° 004-2017-MINAM para agua de consumo humano en los manantiales Lacotuyo y Aziruni del centro poblado de Huallatiri Unión Pucará. 64

Figura 11: Comparación de los parametros inorganicos con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos en el D.S. N.° 004-2017-MINAM para agua de consumo humano en los manantiales Lacotuyo y Aziruni del centro poblado de Huallatiri Unión Pucará. 66

Figura 12: Comparación de los valores de arsénico con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos en el D.S. N.° 004-2017-MINAM para agua de consumo humano en los manantiales Lacotuyo y Aziruni del centro poblado de Huallatiri Unión Pucará. 67

Figura 13: Comparación de los valores de cadmio con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua (D.S. N.° 004-2017-MINAM) de los manantiales de Huallatiri Union Pucara 68

Figura 14: Comparación de los valores de plomo con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos en el D.S. N.° 004-2017-MINAM para agua de consumo humano en los manantiales Lacotuyo y Aziruni del centro poblado de Huallatiri Unión Pucará. 70

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

Figura 15: Análisis comparativo de los parámetros microbiológicos del agua para consumo humano en base D.S. N.° 004-2017-MINAM para agua de consumo humano en los manantiales Lacotuyo y Aziruni del centro poblado de Huallatiri Unión Pucará. 76

Figura 16: Comparación de la concentración de coliformes con los D.S. N.° 004-2017-MINAM para agua de consumo humano en los manantiales Lacotuyo y Aziruni del centro poblado de Huallatiri Unión Pucará. 78

Figura 17: Comparación de la concentración de coliformes totales con los ECA del agua para consumo humano en Huallatiri Unión Pucará. 79

Figura 18: Comparación de la concentración de Escherichia coli con los ECA del agua para consumo humano en Huallatiri Unión Pucará. 81

Figura 19 : Se Evidencia la toma de muestra. 112

Figura 20: Manantial de Aziruni 113

Figura 21: Toma de muestra 1 del manantial Lacotuyo. 113

Figura 22: Toma de muestra 1 del manantial de agua del centro poblado de Huallatiri Union Pucara. 114

Figura 23: Toma de muestra 1 y rotulado del manantial aziruni de agua del centro poblado de Huallatiri. 114

Figura 24: Proceso de Rotulado de las muestras. 115

Figura 25: Proceso de llenado de la Cadena de custodia. 115

Figura 26: Muestras tomadas para el análisis de laboratorio de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. 116

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

ÍNDICE DE ANEXOS

Pág.

Anexo 01: Matriz de consistencia: calidad del agua de los manantiales y percepción de la población del centro poblado huallatiri union pucara, chucuito juli - 2025. 95

Anexo 02: Cuestionario percepción de los pobladores sobre la calidad del agua 96

Anexo 03: Ficha de validación de instrumentos 97

Anexo 04: Informe resultados del laboratorio del Manantial de Lacotuyo. 98

Anexo 05: Resultados de laboratorio del Manantial de aziruni. 102

Anexo 06: Categoría 1: Poblacional y Recreacional Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable - D.S. 004 – 2017 MINAM 106

Anexo 07: Resolución Directoral N°160-2015/DIGESA/SA "Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transportes, almacenamiento y recepción de las muestras de agua para consumo humano" 107

Anexo 08: Protocolo de procedimientos para la toma de muestra, microbiológicas, RD-160-2015/DIGESA/SA. 111

Anexo 09: Panel fotográfico 112

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

RESUMEN

El estudio realizado en los manantiales Lacotuyo y Aziruni, ubicados en el centro poblado Huallatiri Unión Pucará, tuvo como objetivo evaluar la calidad del agua destinada al consumo humano, conforme a los Estándares de Calidad Ambiental establecidos en el D.S. N.° 004-2017-MINAM. Los resultados fisicoquímicos obtenidos color (<5 UCV, escala Pt/Co), turbidez (0,18 y 0,20 UNT), pH (8,1 y 8,2), conductividad eléctrica (185,2 y 138,3 µmho/cm), sólidos totales disueltos (94 y 71 mg/L), dureza total (84,86 y 55,30 mg $CaCO_3$/L), arsénico (0,00075 y 0,00139 mg/L), cadmio (0,003 y 0,002 mg/L), cloro residual libre (<0,02 mg/L) y plomo (<0,001 mg/L) se encuentran dentro de los límites establecidos por la normativa. Sin embargo, los parámetros microbiológicos revelaron la presencia de coliformes totales (120 NMP/100 mL en Lacotuyo y 3,6 NMP/100 mL en Aziruni), coliformes fecales (2,2 NMP/100 mL y <1,1 NMP/100 mL, respectivamente) y *Escherichia coli* (<1 NMP/100 mL), lo que constituye un incumplimiento del ECA para agua destinada al consumo humano. Estos resultados evidencian una contaminación microbiológica, posiblemente relacionada con la infiltración de aguas residuales y actividades agropecuarias cercanas a los puntos de captación. Se concluye que, aunque el agua cumple con los parámetros fisicoquímicos, no satisface los estándares microbiológicos exigidos, representando un riesgo para la salud de la población. La percepción de los habitantes del centro poblado coincide con los hallazgos del laboratorio, lo que refuerza la necesidad urgente de implementar un plan integral de manejo y saneamiento que garantice el acceso a agua potable segura en Huallatiri Unión Pucará.

Palabras clave: Agua, Calidad, Contaminación, Fisicoquímico, Microbiológico. .

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

ABSTRACT

The study conducted on the Lacotuyo and Aziruni springs, located in the rural community of Huallatiri Unión Pucará, aimed to assess the quality of water intended for human consumption, in accordance with the Environmental Quality Standards established by Supreme Decree No. 004-2017-MINAM. The physicochemical results obtained—color (<5 UCV, Pt/Co scale), turbidity (0.18 and 0.20 NTU), pH (8.1 and 8.2), electrical conductivity (185.2 and 138.3 µmho/cm), total dissolved solids (94 and 71 mg/L), total hardness (84.86 and 55.30 mg $CaCO_3$/L), arsenic (0.00075 and 0.00139 mg/L), cadmium (0.003 and 0.002 mg/L), free residual chlorine (<0.02 mg/L), and lead (<0.001 mg/L)—were all within the limits established by the regulations. However, microbiological parameters revealed the presence of total coliforms (120 MPN/100 mL in Lacotuyo and 3.6 MPN/100 mL in Aziruni), fecal coliforms (2.2 MPN/100 mL and <1.1 MPN/100 mL, respectively), and *Escherichia coli* (<1 MPN/100 mL), which constitutes a violation of the standards for water intended for human consumption. These findings indicate microbiological contamination, possibly linked to the infiltration of wastewater and agricultural activities near the water collection points. It is concluded that, although the water meets the established physicochemical parameters, it fails to comply with the required microbiological standards, posing a risk to public health. The perception of the local population aligns with the laboratory findings, reinforcing the urgent need to implement a comprehensive management and sanitation plan to ensure access to safe drinking water in Huallatiri Unión Pucará.

Keywords: Water, Quality, Pollution, Physicochemical, Microbiological.

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

INTRODUCCIÓN

El acceso a un abastecimiento de agua seguro es un derecho fundamental para la salud pública, y en comunidades rurales altoandinas como Huallatiri Unión Pucará, distrito de Chucuito-Juli, este recurso depende de manantiales naturales que pueden estar sujetos a contaminación invisible. Aun cuando varios parámetros fisicoquímicos puedan cumplir con la normativa vigente, la falta de una desinfección adecuada y la posible presencia de microorganismos patógenos representan amenazas reales. En este contexto, esta tesis investiga la calidad del agua proveniente de los manantiales Lacotuyo y Aziruni, no sólo desde los análisis de laboratorio, sino también desde la percepción de quienes la usan diariamente.El propósito principal de este estudio es determinar si el agua de dichos manantiales cumple con los estándares técnicos establecidos en el Decreto Supremo N.° 004-2017-MINAM para los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, y al mismo tiempo examinar cómo la población percibe la potabilidad del agua y los riesgos asociados. La investigación se llevará a cabo mediante muestreo sistemático de agua, análisis de laboratorio acreditado, y aplicación de una encuesta a 120 habitantes del poblado, lo que permitirá contrastar los resultados técnicos con la percepción social.

Con los resultados obtenidos se pretende: (1) evidenciar los posibles riesgos para la salud derivados del consumo de agua sin desinfección, (2) informar recomendaciones prácticas que fortalezcan la gestión local del recurso hídrico, así como la protección de las fuentes de captación, y (3) aportar, desde una perspectiva académica y social, al mejoramiento de la seguridad hídrica.

La investigación presenta los siguientes contenidos:

CAPÍTULO I: Planteamiento del problema, antecedentes y objetivos de la investigación, se contextualiza la problemática de la calidad del agua en los manantiales de Huallatiri Unión Pucará y cómo esta afecta la percepción y bienestar de la población. Se

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

establecen los antecedentes locales y regionales, y se definen los objetivos que guiarán el estudio.

CAPÍTULO II: Marco teórico, conceptual e hipótesis de la investigación Aquí se presentan las teorías sobre calidad del agua, salud ambiental y percepción social. Se construyen los conceptos clave y se formula la hipótesis que vincula la calidad del agua con la percepción de los habitantes.

CAPÍTULO III: Metodología de la investigación, describe el enfoque, técnicas y procedimientos utilizados para evaluar la calidad del agua y recoger la percepción de la población. Incluye el diseño del estudio, la muestra, los instrumentos y el análisis de datos.

CAPÍTULO IV: Exposición y análisis de los resultados, presentan los resultados obtenidos tanto del análisis físico-químico del agua como de las encuestas a la población. Se interpreta cómo la calidad del agua influye en la percepción comunitaria y se contrastan los hallazgos con la hipótesis planteada.

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La calidad del agua es un pilar fundamental para el desarrollo sostenible a nivel mundial, dada su indiscutible relevancia para la salud humana, la productividad agrícola, las operaciones industriales y el equilibrio de los ecosistemas acuáticos. No obstante, la polución hídrica representa un desafío de alcance internacional que compromete este recurso vital, generando consecuencias adversas para la biodiversidad y el bienestar de las comunidades. Este problema se entrelaza profundamente con el concepto de escasez hídrica, ya que la contaminación no solo reduce la cantidad de agua dulce potable disponible, sino que también degrada las fuentes existentes hasta el punto de hacerlas inutilizables. En consecuencia, la gestión del agua dulce enfrenta una crisis dual, donde la lucha contra la polución es inseparable de la necesidad urgente de garantizar la disponibilidad y el acceso equitativo al agua para las generaciones presentes y futuras (Chávez y Alberto, 2018).

Una problemática fundamental que subyace a la contaminación de los recursos hídricos es la gobernanza ineficaz del agua. Este problema sistémico no se limita a la falta de leyes, sino que abarca la debilidad institucional, la fragmentación de responsabilidades entre entidades gubernamentales y la falta de capacidad para hacer cumplir las regulaciones existentes. Dicha deficiencia en la gestión permite que las actividades

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

industriales y productivas operan sin asumir las consecuencias de su impacto ambiental, perpetuando la contaminación de ríos y cuencas, como en los casos del Tietê en Brasil y el Babahoyo en Ecuador. En última instancia, la falta de una gobernanza robusta y coordinada convierte a la polución en una consecuencia inevitable, frustrando los esfuerzos por una gestión sostenible y equitativa del agua a largo plazo (Pérez-López, 2016).

En un contexto regional, un ejemplo similar al de los ríos peruanos es el Río Atoyac en México. Este río, que recorre los estados de Tlaxcala y Puebla, enfrenta desafíos idénticos a los descritos en Perú, ya que sus aguas están severamente contaminadas por descargas industriales, principalmente de la industria textil y química, así como por aguas residuales urbanas que no reciben tratamiento. Al igual que con el río Mantaro y el río Vilcanota, la polución del Atoyac compromete gravemente la salud de las comunidades aledañas y causa un profundo deterioro ambiental, lo que subraya que la insuficiencia de políticas públicas y la débil gobernanza del agua es una problemática compartida en toda la región latinoamericana (Cerna-Cueva et al., 2022).

El concepto de deterioro de servicios ecosistémicos es un marco conceptual que se alinea perfectamente con su argumento. Este enfoque se centra en los beneficios directos e indirectos que la naturaleza proporciona a los seres humanos, como la provisión de agua limpia. En este caso, la cuenca de los manantiales de Huallatiri Central brinda el servicio ecosistémico vital de suministrar agua dulce a las comunidades. La contaminación descontrolada por actividades humanas representa una degradación de este servicio, afectando directamente el bienestar y la subsistencia de las poblaciones locales. Al enmarcar la problemática bajo este concepto, se resalta que la polución no es solo un daño ambiental, sino una afectación tangible y directa a los beneficios que la naturaleza ofrece para el desarrollo y la supervivencia humana (Díaz Araya, 2022).

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

Un concepto que se alinea con la problemática descrita, sin ser idéntico, es el de vulnerabilidad socio-hídrica. Este marco conceptual permite analizar cómo las condiciones sociales, económicas y políticas de una comunidad incrementan su susceptibilidad a los impactos negativos de la crisis del agua. En el caso de Huallatiri, la vulnerabilidad socio-hídrica es evidente: el 68% de la población no tiene acceso a saneamiento básico, una carencia que no solo contribuye a la contaminación, sino que también expone directamente a sus habitantes a enfermedades hídricas. Este concepto destaca que la degradación ambiental no es un problema aislado, sino que se exacerba por la fragilidad de la propia comunidad frente a su recurso más vital.

1.1.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es la calidad del agua de los manantiales y percepción de la población del centro poblado Huallatiri Unión Pucará, Chucuito Juli - 2025?

1.1.2. PROBLEMA ESPECÍFICO

- ¿La concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua para consumo humano de los manantiales del centro poblado Huallatiri Union Pucara, Provincia de Chucuito Juli - 2025, cumplirán con los ECA establecidos en el D.S. 004 – 2017 MINAM?
- ¿La concentración de los parámetros inorgánicos del agua para consumo humano de los manantiales del centro poblado Huallatiri Union Pucara Provincia de Chucuito Juli - 2025, cumplirán con los ECA establecidos en el D.S. 004 – 2017 MINAM?
- ¿La concentración de los parámetros microbiológicos del agua para consumo humano de los manantiales del centro poblado Huallatiri Union Pucara Provincia de Chucuito Juli - 2025, cumplirán con los ECA establecidos en el D.S. 004 – 2017 MINAM?
- ¿Cuál es la percepción de la población del centro poblado Huallatiri Unión Pucara Chucuito Juli - 2025 sobre la calidad del agua de los manantiales?

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

1.2. ANTECEDENTES

1.2.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Palacios, (2024), en la investigación titulada “Evaluación de la calidad del agua de la Cuenca del Río Mulato: Propuesta de un Índice de Calidad y Contaminación”, se evaluaron las características del agua a partir de 35 vertimientos que recibe el río. Los resultados numéricos obtenidos indicaron que, aunque la calidad del agua se clasificó como "aceptable, con alerta verde", se registraron valores de turbidez de hasta 6.38 NTU y un pH en un rango de 5.6 a 5.8. Estos datos sugieren la necesidad de implementar medidas para controlar las descargas contaminantes que afectan directamente los indicadores del agua en la cuenca del río.

Araujo, (2024), en su investigación se puede destacar que la CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) concluye que el 70-75% de la contaminación marina global proviene de actividades terrestres. Un 90% de estos contaminantes son transportados al mar a través de los ríos. Esto tiene un impacto directo en los ecosistemas marinos y costeros, poniendo en riesgo los medios de vida de las comunidades. Por ejemplo, la descarga de aguas residuales y otros desechos acelera procesos como la eutrofización, que consume el oxígeno del agua y provoca la pérdida de biodiversidad. En consecuencia, la gestión de la contaminación fluvial se considera fundamental para la protección de los océanos y los recursos que de ellos se obtienen.

Giovanetti, (2024), en el trabajo de investigación “Evaluación de la calidad del agua de la Cuenca del Río Mulato: Propuesta de un Índice de Calidad y Contaminación”, se evaluaron las características del agua a partir de 35 vertimientos que recibe el río. Los resultados numéricos obtenidos indicaron que, aunque la calidad del agua se clasificó como "aceptable, con alerta verde", se registraron valores de turbidez de hasta 6.38 NTU y un pH en un rango de 5.6 a 5.8. Estos datos sugieren la necesidad de implementar

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

medidas para controlar las descargas contaminantes que afectan directamente los indicadores del agua en la cuenca del río.

1.2.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Ñahui, (2023), en su trabajo de investigación titulado “Análisis de la calidad de agua para el consumo humano de los centros poblados del distrito de Yauli, Huancavelica - 2023”, se evaluó la calidad del agua en varias comunidades. Los resultados obtenidos en los centros poblados de Izcumachay y Choca I mostraron que el agua era apta para el consumo. Sin embargo, en Villa Hermoza se detectaron coliformes totales (55) y coliformes fecales (30) que superaron el límite máximo permisible, mientras que en Torreccacca los coliformes totales alcanzaron 60 y los coliformes fecales llegaron a 25, también por encima de los límites de la normativa nacional.

Cabrera y Carranza, (2023), en la tesis “Determinación de la calidad del agua de consumo humano del sector La Perla Escondida del distrito de Jaén en los periodos 2021-2022”, se evaluó el agua para consumo humano. Los resultados de los análisis bacteriológicos revelaron que el agua no es apta para el consumo sin tratamiento previo, ya que los valores de coliformes totales (6800 NMP/100 mL) y coliformes termotolerantes (3600 NMP/100 mL) superaron ampliamente el límite normativo de 0.0 NMP/100 mL. Además, el estudio encontró que la turbidez (51.9 UNT) también excedió el límite normativo de 5 UNT. Por ello, la investigación concluye que es indispensable implementar medidas de tratamiento, como la desinfección con hipoclorito de sodio.

Sempérteguil (2021), en su tesis “Evaluación de la calidad microbiológica del agua de la comunidad de Colpa Tuapampa, provincia de Chota”, se determinó que el agua no era apta para el consumo humano. Los resultados de los análisis de las 12 muestras de agua, tomadas durante cuatro meses, mostraron que los valores de coliformes totales (200 UFC/100ml), coliformes termotolerantes (220 UFC/100ml) y Escherichia coli (188 UFC/100ml) superaban los estándares del D.S. N° 031-2010-SA. Esta situación concluye

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

que la calidad microbiológica del agua es deficiente, lo que representa un riesgo significativo para la salud de la comunidad.

Jiménez y Ruíz, (2024), en su tesis "Evaluación de la calidad de agua potable en el sistema de abastecimiento de Lima, Chirinos 2022", se determinó que el agua no es apta para el consumo humano. Los análisis revelaron que la turbidez superó los límites permisibles con un valor máximo de 3.22 UNT, mientras que el límite máximo permitido es de 1.0 UNT. Además, el cloro residual estuvo en un rango de 0.00 a 0.09 mg/l, no cumpliendo con el límite mínimo de 0.5 mg/l. Por último, la presencia de coliformes totales (1100 NMP/100 mL) y coliformes termotolerantes (1100 NMP/100 mL) superó ampliamente el límite normativo de 0.0 NMP/100 mL.

1.2.3. ANTECEDENTES LOCALES

Huaquisto, (2020), en la tesis "Mejoramiento de la calidad del agua, para lograr condiciones de salubridad mediante cloración por goteo: centro poblado Camjata, Puno 2020", se evaluó la eficacia de la cloración por goteo para mejorar la calidad del agua. La investigación concluye que, para cumplir con la normativa de calidad, es necesario aplicar 4.29 kg de hipoclorito de calcio (con una pureza del 70%). Con este tratamiento, se logró un cloro residual de 0.5 mg/L en los domicilios, un pH promedio de 7.2 y una reducción en los coliformes termotolerantes a 1.8 UFC/100mL, demostrando que la técnica es efectiva para mejorar la salubridad del agua y mitigar los riesgos para la salud.

Coila, (2022), en su tesis, "Comportamiento del cloro residual y su relación con la altitud en los sistemas de abastecimiento de agua en los distritos de Capachica, San Antón y Potoni, Puno - 2022", se evaluó el efecto de la cloración en la calidad del agua en tres localidades. Los resultados indican que, antes del tratamiento, los sistemas de agua no cumplían con los estándares de calidad. Sin embargo, después de aplicar la cloración, se logró que el agua cumpliera con la normativa. Específicamente, se obtuvieron los siguientes valores de cloro residual después del tratamiento: 1.27 mg/L en el distrito de

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

Capachica, 1.12 mg/L en San Antón y 0.85 mg/L en Potoni. Con estos resultados, se concluye que el sistema de cloración por goteo es una herramienta efectiva para mejorar la calidad del agua y garantizar su salubridad.

Beltrán, (2025), en el artículo “Estudio de la calidad del agua de la bahía interior de Puno, en el periodo 2010 - 2011”, se evaluó la calidad del agua. Los resultados principales identificaron la zona cercana a la isla Espinar como un área crítica de contaminación. Específicamente, el estudio encontró que la alcalinidad del agua fue alta (75 - 150 mg/L) y muy alta (>150 mg/L), mientras que la dureza total se clasificó como dura (121 - 180 mg/L) y muy dura (>180 mg/L). La presencia de altas cantidades de coliformes fecales* (E. coli) en las aguas cercanas a esta isla se atribuyó a las descargas de aguas residuales de la ciudad de Puno que carecen de un tratamiento adecuado.

Rojas, (2021), en su tesis “Caracterización y determinación de la calidad del agua superficial de la unidad hidrográfica Coata-Región Puno”, se evaluó la calidad del agua de esta cuenca hidrográfica. La investigación, que se basó en el análisis de datos de cinco años (2015-2019) provenientes de 19 puntos de monitoreo, determinó que el índice de calidad del agua (ICA-PE) presentó variaciones: en la cuenca alta, el 71% del agua tenía una calidad regular (ICA-PE = 45-74) y el 29% era buena (ICA-PE = 75-89); en la cuenca media el 100% del agua tenía una calidad buena; sin embargo, en la cuenca baja, el 56% del agua fue clasificada como buena, el 33% como regular y el 11% como mala (ICA-PE = 30-44).

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la calidad del agua de los manantiales para consumo humano y la percepción de la población del centro poblado Huallatiri Union Pucara, Chucuito Juli - 2025 de acuerdo al D.S. 004 – 2017 MINAM.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la concentración de los parámetros fisicoquímicos de acuerdo al D.S. 004 – 2017 MINAM del agua para consumo humano, de los manantiales del centro poblado Huallatiri Union Pucara, Chucuito Juli.
- Determinar la concentración de los parámetros inorgánicos de acuerdo al D.S. 004 – 2017 MINAM del agua para consumo humano, de los manantiales del centro poblado Huallatiri Union Pucara, Chucuito Juli.
- Determinar la concentración de los parámetros microbiológicos de acuerdo al D.S. 004 – 2017 MINAM del agua para consumo humano, de los manantiales del centro poblado Huallatiri Union Pucara, Chucuito Juli.
- Determinar la percepción de la población del centro poblado de Huallatiri Union Pucara, Chucuito Juli sobre la calidad del agua de los manantiales.

.

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

2.1.1. AGUA

una perspectiva diferente para abordar el tema del agua. Este término cuantifica el volumen total de agua dulce utilizado para producir los bienes y servicios que consume un individuo, una comunidad o un país. A diferencia de la contaminación (un problema de calidad), la huella hídrica se enfoca en el uso del agua y su impacto en la disponibilidad del recurso. Su aplicación en un estudio de tesis permitiría analizar cómo las actividades productivas y los patrones de consumo en una región, como las que mencionaste en Huallatiri, ejercen una presión directa sobre los recursos hídricos, haciendo visible la relación entre el desarrollo económico y el estrés hídrico (Sempérteguil, 2021).

2.1.2. CALIDAD DEL AGUA

La calidad del agua es evaluada bajo un marco regulatorio que establece dos conceptos clave: los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y los Límites Máximos Permisibles (LMP). Los ECA se refieren a la calidad deseada de un cuerpo de agua (como un río o un lago) para preservar la salud humana y los ecosistemas, actuando como un objetivo a largo plazo. Por otro lado, los LMP son los valores de concentración máximos de contaminantes que pueden ser descargados directamente por una fuente (como una industria o una planta de tratamiento) sin causar un daño inaceptable. Comprender la diferencia entre estos dos conceptos es fundamental, ya que los estudios de calidad del

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

agua a menudo comparan los resultados de un cuerpo hídrico con los ECA para diagnosticar un problema, mientras que las soluciones se centran en el control de las descargas en su origen, reguladas por los LMP (Ñahui, 2023).

2.1.3 FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

Un sistema de abastecimiento de agua utiliza fuentes naturales, como ríos, acuíferos o presas, para obtener agua. Luego, esta agua cruda pasa por un proceso de tratamiento (filtración, desinfección, coagulación) para convertirla en agua potable segura. Esta etapa inicial de extracción es clave, ya que define la calidad y disponibilidad del agua, asegurando que se cubran las necesidades de la población, la agricultura y la industria. Estas fuentes se dividen principalmente en dos categorías:

a. **Fuentes superficiales :**Los sistemas de agua potable se basan principalmente en fuentes superficiales como ríos, lagos y embalses. Para que esta agua sea segura para el consumo, se necesita un proceso que incluya su captación, tratamiento (filtración y desinfección) y distribución . La calidad y disponibilidad de estas fuentes naturales son cruciales para garantizar un suministro de agua continuo y equitativo tanto en áreas urbanas como rurales.

b. **Fuentes subterráneas**: Las fuentes de agua subterránea son cruciales para el abastecimiento, ya que representan una de las mayores reservas de agua dulce del planeta. Estas fuentes, como los acuíferos, se forman cuando el agua de lluvia o superficial se infiltra en el suelo y se acumula en las capas permeables de la tierra. A diferencia de las fuentes superficiales, las subterráneas suelen tener una calidad microbiológica superior, debido a la filtración natural que ocurre a medida que el agua atraviesa el suelo. Sin embargo, su vulnerabilidad a la contaminación por actividades humanas, como la agricultura (agroquímicos) o la industria (vertidos), puede ser severa y a largo plazo (Cerón, 2021)

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

2.1.4 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

Un sistema de abastecimiento de agua es el conjunto de obras y operaciones que permiten captar, conducir, tratar y distribuir agua desde una fuente hasta los puntos de consumo para uso público o privado (Beltrán, 2015).

2.1.5 PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS INORGÁNICOS Y MICROBIOLÓGICOS

Los parámetros fisicoquímicos, inorgánicos y microbiológicos son las categorías clave para evaluar la calidad del agua, ya que cada una revela un aspecto diferente de su composición y seguridad. Los parámetros fisicoquímicos miden propiedades como el pH, la turbidez y la temperatura, que influyen en el sabor, el aspecto y la salud del ecosistema acuático. Los parámetros inorgánicos se centran en la concentración de sustancias químicas disueltas, como metales pesados (plomo, arsénico) y nitratos y fosfatos, que a menudo provienen de la minería y la agricultura. Finalmente, los parámetros microbiológicos son cruciales para la salud pública, ya que detectan la presencia de bacterias como los coliformes totales y Escherichia coli (E. coli), cuya presencia indica una contaminación fecal que hace que el agua no sea segura para el consumo humano (Samboni, 2017).

De acuerdo al ECA establecidos en el D.S. 004 – 2017 MINAM (Anexo 02), el cual establece los Límites Máximos Permisibles:

Tabla 01: Estándares de Calidad Ambiental de parámetros fisicoquímicos

Parámetros	Unidad de medida	Parámetros
Arsénico	mg/L	0,01
Cianuro Total	mg/L	0,07
Cloruros	mg/L	250
Color	UCV escala Pt/Co	15
Conductividad	µmho/cm	1 500

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

Parámetros	Unidad de medida	Parámetros
Turbidez	NTU	5
Dureza	mg/L	500
pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
Níquel	mg/L	0,07
Cadmio	mg/L	0,003
Plomo	mg/L	0,01
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	1,000

UCV: Unidad de color verdadero

UNT : Unidad nefelométrica de turbiedad

Fuente: Reglamento de la calidad del agua para consumo humano D.S. 004 – 2017 MINAM.

Tabla 02: Estándares de Calidad Ambiental de parámetros microbiológicos.

Parámetros	Unidad de medida	Parámetros permisibles
Coliformes Totales	UFC/100 mL	50 (*)
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL	20 (*)
Escherichia coli	NMP/100 ml	0 (*)

Fuente: Reglamento de la calidad del agua para consumo humano D.S. 004 – 2017 MINAM.

2.1.5.1 Parametros fisicoquimicos

a. Color

La coloración del agua se debe a la presencia de iones metálicos (como el hierro y el manganeso), materia orgánica y residuos industriales . Si el agua en las tuberías de distribución tiene un color notable, esto indica que los procesos de potabilización no están funcionando correctamente, lo cual afecta la calidad del agua y puede representar un riesgo para la salud (Sistema Nacional de Evaluación, 2017).

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

b. Turbidez

Es un parámetro crítico que evalúa la claridad del agua según su contenido de sólidos suspendidos. Su presencia elevada en el agua potable es preocupante porque puede proteger a patógenos como bacterias, virus y protozoos, reducir la eficacia de desinfectantes como el cloro y representar un riesgo sanitario directo. Por ello, una gestión adecuada del tratamiento físico-químico es esencial para garantizar que el agua de consumo humano esté libre de turbidez y sea segura (Zhanay, 2025)

c. pH

Es un indicador esencial para evaluar su calidad. Un pH de 7 es neutro , mientras que un valor por debajo de 7 es ácido y uno por encima de 7 es alcalino o básico . Este valor es crucial para determinar si el agua es apta para el consumo humano, la agricultura o usos industriales (Hanif, 2025).

d. Conductividad

La conductividad eléctrica es un parámetro clave para medir la calidad fisicoquímica del agua, ya que refleja la cantidad de sólidos disueltos , especialmente las sales iónicas . El agua pura tiene una conductividad baja, mientras que el agua de mar, con su alta concentración de sales, es un excelente conductor. Incluso el agua de lluvia, al disolver gases y partículas de la atmósfera, aumenta su conductividad en comparación con el agua destilada. Por ello, la conductividad eléctrica es una herramienta esencial para monitorear y caracterizar el estado químico de cualquier fuente de agua .

e. Sólidos totales disueltos

Los STD no suelen ser un problema de salud por sí mismos, a menos que provengan de una fuente tóxica. Sin embargo, su presencia puede afectar el sabor del agua y, en concentraciones muy altas, puede indicar que el agua tiene una alta conductividad eléctrica y una dureza elevada, lo que puede ser perjudicial para las tuberías y los

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

equipos industriales. Los estándares de calidad del agua establecen límites para los STD, ya que sirven como un indicador general de la calidad del agua (Escalona, 2025).

f. Dureza total

El agua dura no representa un riesgo para la salud, puede causar varios problemas domésticos e industriales. Por ejemplo, al hervir el agua, los minerales se precipitan y forman incrustaciones en las tuberías y los electrodomésticos, reduciendo su eficiencia y vida útil. También puede dificultar la acción del jabón, requiriendo una mayor cantidad de producto para crear espuma. La clasificación de la dureza del agua suele variar, pero a menudo se categoriza en rangos como blanda, moderadamente dura, dura y muy dura, dependiendo de la concentración de estos minerales (López, 2024)

g. Arsénico

La exposición prolongada a altas concentraciones de arsénico a través del agua potable es peligrosa, ya que es una sustancia altamente tóxica y cancerígena. A corto plazo, puede causar problemas de la piel, dolor abdominal y náuseas. A largo plazo, se asocia con un mayor riesgo de cáncer de piel, pulmón, vejiga y riñón. Por ello, los estándares de calidad del agua, como los de la OMS, establecen límites muy bajos para su concentración.(Cruz, 2025).

h. Cadmio

Es un metal pesado que se encuentra en la corteza terrestre y es un subproducto de actividades industriales como la minería, la producción de baterías y la galvanoplastia. Su presencia en las fuentes de agua, ya sea por lixiviación natural o por contaminación humana, es un problema serio para la salud. La exposición a largo plazo al cadmio a través del agua potable puede causar problemas graves de salud, principalmente daño renal, hepático y óseo. Se ha demostrado que el cadmio interfiere con la absorción de calcio en el cuerpo, lo que puede provocar un ablandamiento doloroso de los huesos. Por

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

sus efectos nocivos, las normativas de calidad del agua a nivel mundial establecen límites muy estrictos para su concentración, dado su alto potencial tóxico (Silvestre, 2025.)

i. Cloro

Es la cantidad de cloro que queda en el agua potable después de que ha sido desinfectada. Este cloro, que está en forma de ácido hipocloroso e hipoclorito , sirve como una protección continua contra la recontaminación de microorganismos y parásitos mientras el agua es almacenada y distribuida. Por lo tanto, es un parámetro fundamental para medir la eficacia del tratamiento y asegurar la calidad microbiológica del agua. (Mamani, 2025).

j. Microcuenca

Una microcuenca es una división geográfica más pequeña dentro de una cuenca hidrográfica. Se define como la unidad territorial de un área específica donde toda el agua de lluvia o deshielo converge hacia un punto de salida común, generalmente un río, un arroyo o un lago (Paredes, 2023).

k. Nitratos

Son compuestos inorgánicos esenciales para el crecimiento de las plantas, pero que en concentraciones elevadas se convierten en un grave contaminante. Naturalmente, se encuentran en el suelo y el agua, pero su presencia en exceso se debe principalmente a la agricultura intensiva (fertilizantes) y al vertido de aguas residuales domésticas (Carcausto, 2022).

l. Nitritos

Son compuestos inorgánicos que, en la naturaleza, representan una etapa intermedia en la descomposición de la materia orgánica y el nitrógeno. Su presencia en el agua es un indicador directo de contaminación reciente, generalmente proveniente de descargas de aguas residuales o del uso de fertilizantes. A diferencia de los nitratos, los nitritos son mucho más tóxicos para la vida acuática y, en el agua potable, son especialmente

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

peligrosos para los bebés. La exposición a nitritos puede causar una afección conocida como metahemoglobinemia, que reduce la capacidad de la sangre para transportar oxígeno (Barbosa, 2025)

2.1.5.2 Parametros microbiologicos

a. Coliformes Termotolerantes

También conocidos como coliformes fecales, son un grupo de bacterias que viven en el intestino de animales de sangre caliente, incluyendo a los seres humanos. Su presencia en el agua es un indicador directo de contaminación fecal y una señal de que el agua no es segura para el consumo humano, ya que sugiere que pueden existir otros patógenos causantes de enfermedades como la fiebre tifoidea, el cólera o la disentería. Estos microorganismos son esenciales en el monitoreo de la calidad del agua porque son más fáciles de detectar que los patógenos individuales, y su presencia es prueba contundente de un riesgo para la salud pública (Hernández, 2024) .

b. Coliformes totales

Son un grupo de bacterias que se encuentran en el suelo, las plantas, el agua de la superficie y en las heces humanas y animales. Aunque la mayoría no causa enfermedades, su presencia en el agua potable es una señal de posible contaminación fecal. Cuando se detectan cepas patógenas, como la Escherichia coli , pueden causar enfermedades gastrointestinales en las personas. Por ello, los coliformes totales son bioindicadores clave para monitorear la calidad microbiológica del agua (Cerna, 2022)

c. Escherichia coli

Su presencia en el agua potable es un indicador definitivo de contaminación fecal, lo que significa que el agua ha estado en contacto con materia fecal y, por lo tanto, puede contener otros patógenos mucho más peligrosos que causan enfermedades como la fiebre tifoidea o el cólera. Debido a esto, su detección en una muestra de agua es una señal de alerta máxima y un criterio de descalificación para el consumo humano, con un

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

límite normativo de 0 unidades formadoras de colonias por 100 mililitros (0 UFC/100 mL) (Villar, 2025).

2.2. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

Agua subterránea

El agua subterránea constituye cerca del 98% de las reservas de agua dulce líquida en el planeta, siendo un recurso estratégico cuya calidad fisicoquímica y microbiológica determina sus múltiples usos potenciales. Más abundante que las aguas superficiales, esta fuente hídrica desempeña funciones ecológicas clave en los ciclos naturales y provee servicios ecosistémicos esenciales, subrayando su importancia tanto para el equilibrio ambiental como para el abastecimiento humano (Mariño, 2025).

Agua tratada

El agua tratada es aquella que ha pasado por procesos de purificación físicos (como filtración y sedimentación), químicos (como desinfección y coagulación) y/o biológicos (empleo de microorganismos) para eliminar contaminantes químicos, partículas suspendidas y agentes patógenos, asegurando así que cumple con los estándares de calidad necesarios para su consumo seguro y para distintos usos domésticos e industriales (Mariño, 2025).

Calidad del agua

La calidad del agua se determina por sus propiedades fisicoquímicas (como el pH, la turbidez y la cantidad de metales) y biológicas (principalmente la presencia de microorganismos). Estos parámetros se evalúan siguiendo normativas específicas para saber si el agua es adecuada para diferentes usos, como el consumo humano , la agricultura o la industria . Por lo tanto, la calidad del agua es un concepto adaptable que varía según las exigencias de cada aplicación (Antúnez, 2024).

Condiciones de agua segura

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

El agua potable segura, esencial para la salud, debe cumplir con los estándares de calidad de organizaciones como la OMS y la EPA , lo que implica estar libre de contaminantes microbiológicos y químicos , y tener características físicas adecuadas. Para garantizar, se necesita un enfoque integral que incluya sistemas de tratamiento eficientes , protección de las fuentes hídricas, monitoreo constante y educación sanitaria. La inversión en esta infraestructura es fundamental para proteger la salud pública y promover un desarrollo sostenible (Santoyo, 2025).

- **Estándares de Calidad ambiental**

Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) son límites regulatorios que establecen la concentración máxima permitida de componentes físicos, químicos o biológicos en efluentes y emisiones, cuyo incumplimiento puede representar riesgos para la salud humana, el bienestar social y la integridad ecológica. Estos estándares se fundamentan en evidencia científica que analiza las relaciones dosis-respuesta y la capacidad de asimilación del ambiente, constituyéndose en herramientas esenciales para la gestión ambiental, el control de la contaminación y la protección de la salud pública (Guerra, 2024).

2.3. MARCO TEÓRICO NORMATIVO

- Constitución Política del Perú.
- Ley Nº 26842 - Ley general de salud.
- Ley general del ambiente N° 28611
- Ley de Recursos Hídricos Ley Nº 29338
- Reglamento de la calidad del agua para consumo humano D.S. 004 – 2017 MINAM.
- D.S. número 001 - 2010 - A G . Específicamente el reglamento referido a la ley número 29338 de recursos hídricos.

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

2.4. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

La calidad del agua de los manantiales y la percepción de la población del centro poblado Huallatiri Unión Pucara, Chucuito Juli - 2025, indican que no es apta para consumo humano según D.S. 004 – 2017 MINAM.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

La concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua para consumo humano, de los manantiales del centro poblado Huallatiri Union Pucara, Provincia de Chucuito Juli, indican que no cumplen con los ECA establecidos en el D.S. 004 – 2017 MINAM.

La concentración de los parámetros inorgánicos del agua para consumo humano, de los manantes del centro poblado huallatiri union Pucara Provincia de Chucuito Juli, no cumplen con los ECA establecidos en el D.S. 004 – 2017 MINAM.

La concentración de los parámetros microbiológicos del agua para consumo humano, de los manantiales del centro poblado Huallatiri Union Pucara, Chucuito Juli, indican que no cumplen con los ECA establecidos en el D.S. 004 – 2017 MINAM.

La percepción de la población del centro poblado de Huallatiri Union Pucara, Chucuito Juli, sobre la calidad del agua de los manantiales indican que no es apta para el consumo humano.

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ZONA DE ESTUDIO

El proyecto de investigación se realizará en el Provincia de Chucuito , ubicada en la parte sur de la región de Puno, a una latitud y longitud de 16°37'49"S y 69°19'19"O, a 3853 msnm (Figura 01). Su relieve es accidentado con grandes elevaciones,cuencas, pampas, terrazas, cerros, etc. El clima de la zona es típico del altiplano (Región Suni) semiseco con temperaturas variables, máxima 15°C hasta -°C como mínimo, la temperatura que llega a su promedio anual es de 10°C. Incrementa la presencia de heladas en los meses de Mayo, Junio, Julio y Agosto, el régimen de lluvias es de diciembre a abril.

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

Figura 01: Ubicación geográfica de la zona de estudio

Fuente: Google map

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

La investigación se realizó en dos manantiales del centro poblado Huallatiri Central Provincia de Chucuito Juli.

3.2.2. MUESTRA

La muestra se obtuvo mediante muestreo convencional por conveniencia, de este modo los puntos de muestreo se enfocarán en los dos manantes del centro poblado Huallatiri central Provincia de Chucuito Juli (Figura 02).

Tabla 03: Coordenadas geográficas de los puntos de muestreo.

N°	Centro poblado	Manantiales	Coordenadas geográficas		
			Latitud	Longitud	Altitud
01	Huallatiri Central	Lacotuyo	15°53'30.18"S	9°55'0.61"O	3938 m
02	Huallatiri Central	Aziruni	15°53'29.15"S	9°52'0.22"O	3938 m

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

Para evaluar la calidad del agua en los manantes del centro poblado de Huallatiri Central, Juli-Chucuito, se recolectó muestras de los manantes en dos (2) Puntos de Muestreo (Lacotuyo y Aziruni) de 1000 ml, analizando parámetros fisicoquímicos Inorganicos y microbiológicos), empleando métodos estandarizados DS N° 031-2021-MINSA, lo que permitió determinar variaciones los efectos con la calidad del recurso hídrico.

Figura 02: Ubicación geográfica de los puntos de muestreo.

Fuente: Google Earth

3.3. MÉTODOS Y MATERIALES

Tipo de Investigación: Descriptivo comparativo

Diseño de Investigación: No experimental

Enfoque: Cuantitativo.

3.3.1. MÉTODOS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1.1 Identificación de los puntos de muestreo

Para la evaluación de la calidad del agua en los manantiales de la Provincia de Juli–Chucuito, de acuerdo con los ECA categoría 1-A establecidos en el D.S. N°

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

004-2017-MINAM, se llevaron a cabo muestreos en dos puntos estratégicos: Lacotuyo y Aziruni. En dichos puntos se analizaron parámetros fisicoquímicos, inorgánicos y microbiológicos, aplicando protocolos estandarizados según el D.S. N° 031-2021-MINSA (Anexo 05).

3.3.1.2 Monitoreo o recolección de datos en campo

Se cumplieron de manera estricta los lineamientos técnicos establecidos en la Resolución Directoral N° 160-2015-DIGESA-SA para la gestión de las muestras de agua destinadas al consumo humano.

3.3.1.3 Materiales y equipos de muestreo

Materiales

Tablero

Fichas de campo

Libreta de campo

Plumón indeleble

Bolígrafo

Equipos

Cámara fotográfica

GPS

Indumentaria de protección

Zapatos de seguridad

Gorra

Mandil o chaleco

Pantalón impermeable

3.3.2. DISEÑO METODOLÓGICO POR OBJETIVOS

Objetivo específico 1. Parámetros fisicoquímicos

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

Determinar la concentración de los parámetros fisicoquímicos de acuerdo al D.S. 004 – 2017 MINAM del agua para consumo humano, de los manantiales del centro poblado Huallatiri Union Pucara, Chucuito Juli.

Se recolectó una muestra compuesta de aproximadamente 2100 ml, distribuida en un envase de 1000 ml, dos envases de 500 ml y un envase de 100 ml, empleando guantes como medida de bioseguridad durante la toma. Con el fin de asegurar la pureza de la muestra, los frascos fueron enjuagados entre dos y tres veces con el agua del propio punto de muestreo, agitándose y desechando el líquido en cada repetición.

Posteriormente, las botellas se llenaron hasta su capacidad total, sin dejar espacio vacío; y, de acuerdo con el tipo de análisis, se adicionaron los preservantes correspondientes. Finalmente, las muestras fueron debidamente etiquetadas y almacenadas en un cooler portátil, garantizando la cadena de custodia hasta su transporte al laboratorio acreditado para el respectivo análisis fisicoquímico conforme a los estándares establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.

Objetivo 2. Parámetros Inorgánicos

Determinar la concentración de los parámetros inorgánicos de acuerdo al D.S. 004 – 2017 MINAM del agua para consumo humano, de los manantiales del centro poblado Huallatiri Union Pucara, Chucuito Juli.

Para el análisis de los parámetros inorgánicos, se recolectaron muestras representativas de 1000 ml en frascos de polietileno limpios, previamente enjuagados con el agua del punto de muestreo. Las muestras se llenaron completamente evitando burbujas y se conservaron en un cooler con refrigeración a 4 °C, de acuerdo con el protocolo de la RD N° 160-2015-DIGESA-SA. Posteriormente fueron transportadas al laboratorio acreditado dentro de las 24 horas posteriores a la recolección, garantizando la validez de los resultados.

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

Objetivo 3. Parámetros Microbiológicos

Determinar la concentración de los parámetros microbiológicos de acuerdo al D.S. 004 – 2017 MINAM del agua para consumo humano, de los manantiales del centro poblado Huallatiri Union Pucara, Chucuito Juli.

Para determinar la concentración de los parámetros microbiológicos, se recolectaron muestras de 800 ml en frascos estériles de boca ancha, sin adición de preservantes. Previamente, los envases fueron enjuagados con el agua de muestreo, y posteriormente se llenaron completamente evitando la formación de burbujas. Las muestras se mantuvieron en refrigeración a 4 °C durante el transporte en cooler y fueron analizadas en el laboratorio acreditado dentro de las 6 horas posteriores a la recolección, cumpliendo estrictamente con lo establecido en la RD N° 160-2015-DIGESA-SA para la determinación de coliformes totales, coliformes termotolerantes y Escherichia coli.

Objetivo 4. Percepción

Determinar la percepción de la población del centro poblado de Huallatiri Union Pucara, Chucuito Juli sobre la calidad del agua de los manantiales.

Para determinar la percepción de la población del centro poblado de Huallatiri Unión Pucará respecto a la calidad del agua de los manantiales, se aplicó un cuestionario estructurado a las familias usuarias de los manantiales de Lacotuyo y Aziruni. Dicho cuestionario abordó aspectos relacionados con las características organolépticas del agua (olor, color y sabor), así como el uso destinado al recurso (consumo humano, actividades agropecuarias y domésticas).

Asimismo, con el propósito de profundizar en los resultados y comprender las razones de dichas percepciones, se realizaron entrevistas semiestructuradas a un grupo de pobladores seleccionados, lo que permitió complementar la información obtenida en las encuestas. Los datos recopilados fueron posteriormente procesados y analizados de manera comparativa con los resultados de laboratorio, lo que permitió establecer una

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

relación entre la percepción de la población y la calidad real del recurso hídrico de los manantiales evaluados.

3.3.3. TÉCNICAS DE ANÁLISIS

3.3.3.1 Técnica de laboratorio

Para los análisis de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua se emplearon las metodologías de la Norma Técnica Peruana, el manual de análisis de agua HACH y SMEWW-APHA-AWWA- WEF.

3.3.3.2 Técnica de interpretación de los resultados

Los resultados de los análisis realizados en los manantiales de Lacotuyo y Aziruni fueron contrastados con los valores establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental para Agua – Categoría 1A: Poblacional y Recreacional. Para una interpretación más precisa, se aplicaron los criterios técnicos de la Resolución Directoral N° 3930-2009-DIGESA/SA (Anexo 07). Los datos obtenidos fueron procesados en el software estadístico Microsoft Excel, lo que permitió organizar la información, identificar patrones y evaluar el grado de cumplimiento de la normativa nacional respecto a la calidad del recurso hídrico destinado al consumo humano en el centro poblado de Huallatiri Unión Pucará, distrito de Juli, provincia de Chucuito.

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

Tabla 04: Operacionalización de variables

Variables	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Variable independiente Parámetros biofisicoquímicos microbiológicos y percepción	Fisicoquímicos	Cianuro Total	mg/L
		Cloruros	mg/L
		Color	UCV escala Pt/Co
		Conductividad	µmho/cm
		Dureza	mg/L
		pH	Valor de pH
		Turbidez	mg/L
		Sólidos Totales D.	mg/L
	Inorgánicos	Arsénico	mg/L
		Cadmio	mg/L
		Plomo	mg/L
	Microbiológicos	Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL a 35ºC
		Coliformes totales	UFC/100 mL a 44,5ºC
		Escherichia coli	NMP/100 m
Variable dependiente Calidad del agua para consumo humano	Concentración de los parámetros de la calidad de agua	Estándares de calidad ambiental (ECA) D.S. 004 – 2017 MINAM.	
PERCEPCIÓN DEL CENTRO POBLADO HUALLATIRI UNION PUCARA	SABOR		Muy buena Buena Regular Mala

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

3.5. DISEÑO ESTADÍSTICO

Los datos obtenidos en el laboratorio fueron organizados en tablas y analizados mediante estadística descriptiva comparativa. A través de la confrontación de los valores registrados con los estándares establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM, se efectuó un análisis de conformidad que permitió determinar el grado de cumplimiento de la normativa nacional y, en consecuencia, establecer la aptitud del agua de los manantiales de Lacotuyo y Aziruni para el consumo humano en el centro poblado de Huallatiri Unión Pucará.

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

CAPÍTULO IV

EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1. CALIDAD DEL AGUA DE LOS MANANTIALES DEL CENTRO POBLADO HUALLATIRI UNION PUCARA, CHUCUITO JULI - 2025

Para la determinación de la calidad del agua, se recolectaron muestras en dos puntos estratégicos de los manantiales del centro poblado de Huallatiri Unión Pucará. El primer punto correspondió al manantial denominado Lacotuyo, y el segundo al manantial denominado Aziruni. Los resultados obtenidos de los análisis realizados en cada punto permitieron establecer el nivel de calidad del recurso hídrico en ambos manantiales, los cuales se presentan a continuación:

Tabla 05: Resultados de los parámetros fisicoquímicos e inorgánicos, y microbiológicos de los manantiales Lacotuyo y Aziruni del centro poblado de Huallatiri Unión Pucará.

Resultados de análisis de la calidad del agua

Centro Poblado		**Aziruni**	**Lacotuyo**
		Manantial m2	**Manantial m2**
Parámetros	**Unidad**	**Muestra 1**	**Muestra 2**
Fisicoquímicos			
Color	UCV escala Pt/Co	<5	<5

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

Resultados de análisis de la calidad del agua			
Turbiedad	UNT	0,18	0,20
pH	Valor de pH	8,1	8,2
Conductividad eléctrica	µmho/cm	185,2	138,3
Sólidos totales disueltos	mgL^{-1}	94	71
Cloruros	mg/L	<0,02	<0,02
Dureza total	mg/L	84,86	55,30
Inorgánico			
Arsénico	mg/L	0,00075	0,00139
Cianuro Total	mg/L	<0,001	<0,01
Plomo	mg/L	<001	<001
Microbiológicos			
Coliformes fecales	NMP/100 mL	2,2	<1,1
Coliformes totales	NMP/100 mL	120	3,6
Escherichia coli	NMP/100 ml	<1	<1

En la tabla 05, los resultados de los parámetros fisicoquímicos e inorgánicos, así como microbiológicos, del agua de los manantiales evaluados (Anexos 09 y 19) mostraron valores poco dispersos, como se aprecia en la Figura 03. Se evidenció que en el manantial Lacotuyo se registraron mayores concentraciones de conductividad eléctrica,

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

sólidos totales disueltos, dureza total, nitratos, coliformes totales (120 NMP/100 mL) y coliformes fecales (2,2 NMP/100 mL); mientras que en el manantial Aziruni se observaron valores superiores de turbidez, pH, arsénico y bacterias heterotróficas, además de menores concentraciones de coliformes totales (3,6 NMP/100 mL) y coliformes fecales (<1,1 NMP/100 mL). En ambos manantiales, la presencia de *Escherichia coli* fue mínima (<1 NMP/100 mL).

Los resultados guardan relación por Poma (2023), quien encontró tendencias similares en parámetros fisicoquímicos, con turbidez entre 0,68 y 1,34 NTU, oxígeno disuelto entre 72 y 74 mg/L y un pH cercano a la neutralidad (7,05). En cuanto a los parámetros microbiológicos, no se detectaron helmintos y protozoarios, aunque sí se evidenció la presencia de bacterias heterotróficas en un rango de 14 a 220 UFC/mL, y concentraciones de coliformes totales y fecales menores a 1,8 NMP/100 mL.

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

4.2. RESULTADOS DE LA CONCENTRACIÓN DE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN LOS MANANTIALES DE LACOTUYO Y AZIRUNI, DE ACUERDO A LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL ESTABLECIDOS EN EL D.S. N° 004-2017-MINAM.

4.2.1. DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DE ACUERDO A LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL DEL D.S. N° 004-2017-MINAM EN EL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DE LOS MANANTIALES LACOTUYO Y AZIRUNI DEL CENTRO POBLADO DE HUALLATIRI UNIÓN PUCARÁ.

Tabla 06: Comparación de la concentración de los parámetros fisicoquímicos con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM para agua de consumo humano en los manantiales Lacotuyo y Aziruni del centro poblado de Huallatiri Unión Pucará.

Concentración de los parámetros fisicoquímicos de acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental del D.S. N° 004-2017-MINAM en los manantiales Lacotuyo y Aziruni del centro poblado de Huallatiri Unión Pucará.

Centro Poblado		**Huallatiri**		
Manatiales Aziruni M2				
Parámetros	**Unidad**	**Muestra 1**	**Parámetro**	**Valoración**
Color	UCV escala Pt/Co	5	15	Si cumple
Turbiedad	UNT	0,18	5	Si cumple
pH	Valor de pH	8,1	6,5 a 8,5	Si cumple
Conductividad eléctrica	µmho/cm	185,2	1 500	Si cumple
Sólidos totales disueltos	mg/L	94	1 000	Si cumple
Dureza total	mg/L	84,86	500	Si cumple

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

Cloruros	mg/L	0,02	250	Si cumple

En la tabla 06, los resultados de los parámetros fisicoquímicos del agua de los manantiales del centro poblado de Huallatiri Unión Pucará evidenciaron que la mayoría de los parámetros evaluados se encuentran dentro de los valores establecidos por los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (D.S. N° 004-2017-MINAM), Tales resultados guardan relación con los valores determinados por Ccapa (2024),,quien encontró que los parámetros fisicoquímicos analizados se mantenían dentro de los rangos de la normativa vigente, con excepción de ligeras variaciones en algunos indicadores que comprometen la calidad del recurso. Sin embargo, difieren de lo señalado por Mau (2023), quien reportó una conformidad plena de los parámetros fisicoquímicos en las fuentes de abastecimiento evaluadas en su estudio.

4.2.2. DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DE ACUERDO A LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL DEL D.S. N° 004-2017-MINAM EN EL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DE LOS MANANTIALES LACOTUYO Y AZIRUNI DEL CENTRO POBLADO DE HUALLATIRI UNIÓN PUCARÁ.

Tabla 07: Comparación de la concentración de los parámetros fisicoquímicos con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM para agua de consumo humano en los manantiales Lacotuyo y Aziruni del centro poblado de Huallatiri Unión Pucará.

Concentración de los parámetros fisicoquímicos de acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental del D.S. N° 004-2017-MINAM en los manantiales Lacotuyo y Aziruni del centro poblado de Huallatiri Unión Pucará.

Centro Poblado	**Huallatiri**
Manantiales Lacotuyo M2	

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

Concentración de los parámetros fisicoquímicos de acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental del D.S. N° 004-2017-MINAM en los manantiales Lacotuyo y Aziruni del centro poblado de Huallatiri Unión Pucará.

Parámetros	Unidad	Muestra 2	ECA	Valoración
Color	UCV escala Pt/Co	<5	15	Si cumple
Turbiedad	UNT	0,20	5	Si cumple
pH	Valor de pH	8,2	6,5 a 8,5	Si cumple
Conductividad eléctrica	µmho/cm	138,3	1 500	Si cumple
Sólidos totales disueltos	mg/L	71	1 000	Si cumple
Dureza total	mg/L	55,30	500	Si cumple
Cloruros	mg/L	0,02	250	Si cumple

En la Tabla 07, los resultados obtenidos de los análisis fisicoquímicos del agua de los manantiales Lacotuyo y Aziruni evidenciaron que la mayoría de los parámetros evaluados se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa vigente (D.S. N° 004-2017-MINAM), lo que indica una adecuada calidad fisicoquímica del recurso hídrico. Sin embargo, se detectó una insuficiencia de cloro residual libre (<0,02 mg/L) en ambas muestras, valor muy por debajo del mínimo recomendado (0,5 mg/L), lo que pone en evidencia deficiencias en el proceso de desinfección.Estos hallazgos son coincidentes con los reportados por Pacaya y Pascal (2022), quienes identificaron valores nulos o mínimos de cloro residual en los sistemas de abastecimiento de agua en comunidades rurales, lo que comprometía la seguridad sanitaria del agua distribuida. De manera similar, en el presente estudio, la ausencia de cloro residual efectivo representa una desviación significativa respecto a los estándares establecidos por la normativa nacional, resaltando la necesidad de implementar medidas correctivas inmediatas, como la cloración continua y el mantenimiento preventivo del sistema de abastecimiento, a fin de

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

garantizar la inocuidad y seguridad del suministro de agua destinado a la población del centro poblado Huallatiri Unión Pucará.

4.2.3. DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE LOS PARÁMETROS INORGÁNICOS DE ACUERDO A LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL DEL D.S. N° 004-2017-MINAM EN EL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DE LOS MANANTIALES LACOTUYO Y AZIRUNI DEL CENTRO POBLADO DE HUALLATIRI UNIÓN PUCARÁ.

Centro Poblado		**Huallatiri**		
Manantiales Aziruni M2				
Parámetros	**Unidad**	**Muestra 2**	**ECA**	**Valoración**
Arsénico	mg/L	0,00075	0,01	Si cumple
Cadmio	mg/L	0,00003	0,003	Si cumple
Plomo	mg/L	0,0001	0,001	Si cumple

Los resultados obtenidos evidencian que las concentraciones de arsénico (0,00075 mg/L), cadmio (0,00003 mg/L), cloruros (0,02 mg/L) y plomo (0,0001 mg/L) se encuentran muy por debajo de los límites máximos permisibles establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua de consumo humano, conforme al D.S. N.º 004-2017-MINAM, los cuales son 0,01 mg/L para arsénico, 0,003 mg/L para cadmio, 250 mg/L y 0,001 mg/L para plomo.Estos resultados son consistentes con los hallazgos de Palomino (2023), quien registró concentraciones igualmente bajas de arsénico y plomo (<0,005 mg/L) en manantiales de zonas altoandinas con escasa actividad industrial, lo que evidencia una tendencia natural a bajos niveles de contaminación metálica en estos ecosistemas. De igual manera, Mau (2023) reportó que las fuentes de agua rural analizadas cumplían con los ECA, mostrando la estabilidad hidroquímica característica de los manantiales no expuestos a fuentes contaminantes directas.

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

4.2.4. DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE LOS PARÁMETROS INORGÁNICOS DE ACUERDO A LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL DEL D.S. N° 004-2017-MINAM EN EL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DE LOS MANANTIALES LACOTUYO Y AZIRUNI DEL CENTRO POBLADO DE HUALLATIRI UNIÓN PUCARÁ.

Concentración de los parámetros fisicoquímicos de acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental del D.S. N° 004-2017-MINAM en los manantiales Lacotuyo y Aziruni del centro poblado de Huallatiri Unión Pucará.

Centro Poblado		**Huallatiri**		
Manantiales Lacotuyo M2				
Arsénico	mg/L	0,00139	0,01	Si cumple
Cadmio	mg/L	0,00002	0,003	Si cumple
Plomo	mg/L	0,0001	0,001	Si cumple

Los resultados obtenidos para el manantial Lacotuyo (M2) muestran concentraciones de arsénico (0,00139 mg/L), cadmio (0,00002 mg/L), cloruros (0,02 mg/L) y plomo (0,0001 mg/L). Todos estos valores se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles (LMP) establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua de consumo humano del D.S. N.º 004-2017-MINAM, que son: 0,01 mg/L para arsénico, 0,003 mg/L para cadmio, 250 mg/L para cloruros y 0,001 mg/L para plomo.

La baja concentración de cadmio (0,00002 mg/L) indica que no existen fuentes industriales ni lixiviación de suelos contaminados, siendo este valor típico en acuíferos naturales de zonas rurales con mínima presión ambiental. De manera similar, Beltrán (2025) sostiene que los niveles de arsénico y plomo en manantiales naturales de la región Puno suelen encontrarse muy por debajo de los límites del D.S. N.° 004-2017-MINAM,

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

debido a la escasa industrialización y a la geología predominantemente volcánica, que limita la disolución de metales pesados en el agua subterránea.

4.2.5. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN BASE A LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL ESTABLECIDOS EN EL D.S. N° 004-2017-MINAM EN LOS MANANTIALES LACOTUYO Y AZIRUNI DEL CENTRO POBLADO DE HUALLATIRI UNIÓN PUCARÁ.

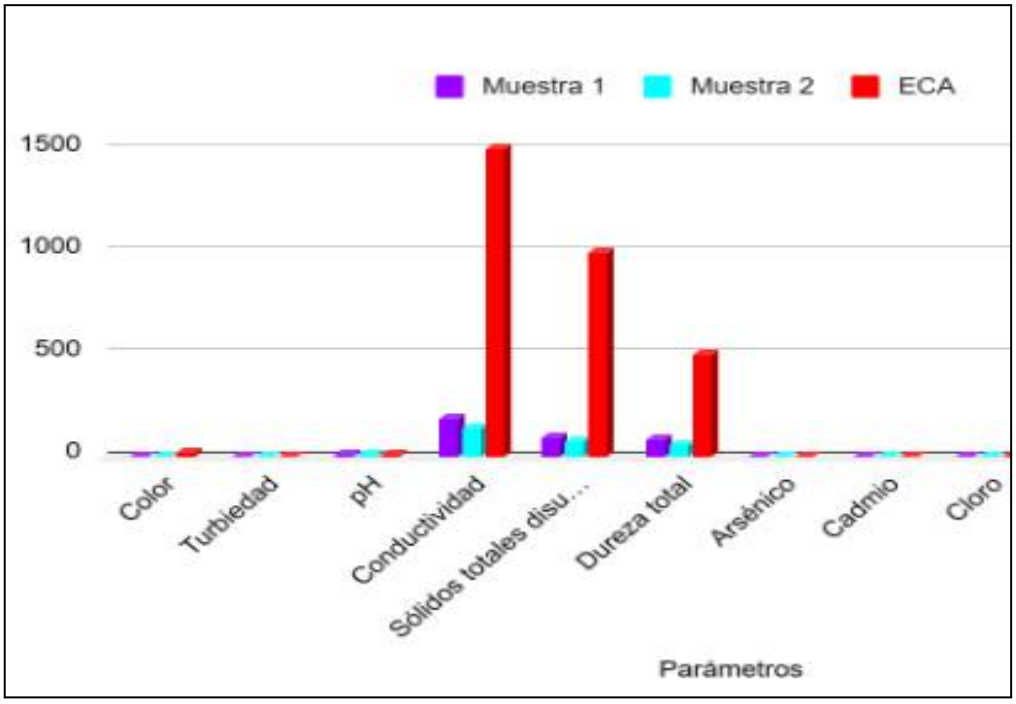

Figura 03: Análisis comparativo de los parámetros fisicoquímicos del agua para consumo humano en base a los Estándares de Calidad Ambiental establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM en los manantiales Lacotuyo y Aziruni del centro poblado de Huallatiri Unión Pucará.

En la **Figura 03**, se presenta el análisis comparativo de los parámetros fisicoquímicos e inorgánicos del agua de los manantiales Lacotuyo y Aziruni, contrastados con los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua de consumo humano, según el D.S. N° 004-2017-MINAM. Los resultados muestran que ambos manantiales mantienen una calidad aceptable del recurso hídrico, ya que todos los

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

parámetros evaluados se encuentran muy por debajo de los estandares de calidad ambiental , lo cual indica una baja presencia de contaminantes inorgánicos disueltos.En el manantial Aziruni, se registraron valores de color (5 UCV Pt/Co), turbidez (0,18 UNT), pH (8,1), conductividad eléctrica (185,2 µmho/cm), sólidos totales disueltos (94 mg/L) y dureza total (84,86 mg $CaCO_3$/L), todos ellos dentro del rango permitido. Asimismo, las concentraciones de arsénico (0,00075 mg/L), cadmio (0,00003 mg/L) y plomo (0,0001 mg/L) fueron significativamente inferiores a los límites de 0,01 mg/L, 0,003 mg/L y 0,001 mg/L establecidos por la norma, respectivamente. Resultados similares se observaron en Lacotuyo, con valores de turbidez (0,20 UNT), pH (8,2), conductividad eléctrica (138,3 µmho/cm) y arsénico (0,00139 mg/L), sin exceder los niveles normativos.

Análisis comparativo de los valores del color con los Estándares de Calidad Ambiental (D.S. N° 004-2017-MINAM).

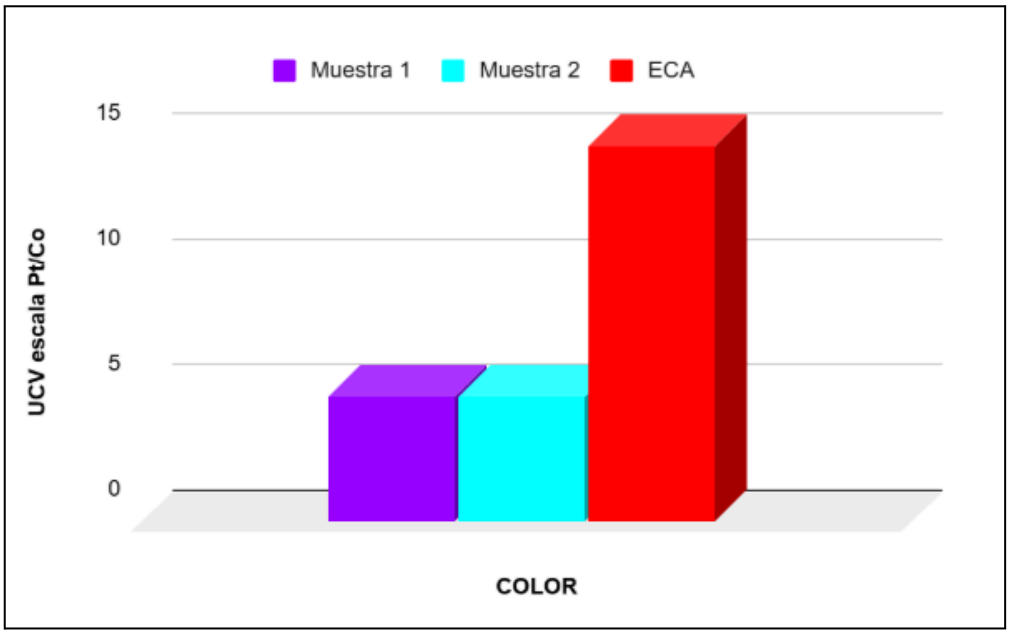

Figura 04: Comparación de los valores del color con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM para agua de consumo humano en los manantiales Lacotuyo y Aziruni del centro poblado de Huallatiri Unión Pucará.

De acuerdo con los resultados presentados en la Figura 04, el parámetro color registró un valor de <5 UCV (escala Pt/Co) en ambas muestras de los manantiales de Lacotuyo y

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

Aziruni, encontrándose por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental (D.S. N° 004-2017-MINAM) para agua de consumo humano.

En base a los resultados obtenidos, Paredes (2023), reportó valores de 0 UCV (escala Pt/Co), es decir, agua completamente incolora. En contraste, Ccapa (2024) registró valores entre 11 y 14 UCV (escala Pt/Co), los cuales se encuentran dentro de los Estándares de Calidad Ambiental (D.S. N° 004-2017-MINAM) para agua de consumo humano. No obstante, dichos valores resultan significativamente más altos en comparación con los obtenidos en los manantiales de Lacotuyo y Aziruni, donde el color fue inferior a 5 UCV (escala Pt/Co), evidenciando una mejor condición en este parámetro en el centro poblado de Huallatiri Unión Pucará.

Análisis comparativo de los valores de turbidez con los Estándares de Calidad Ambiental (D.S. N° 004-2017-MINAM).

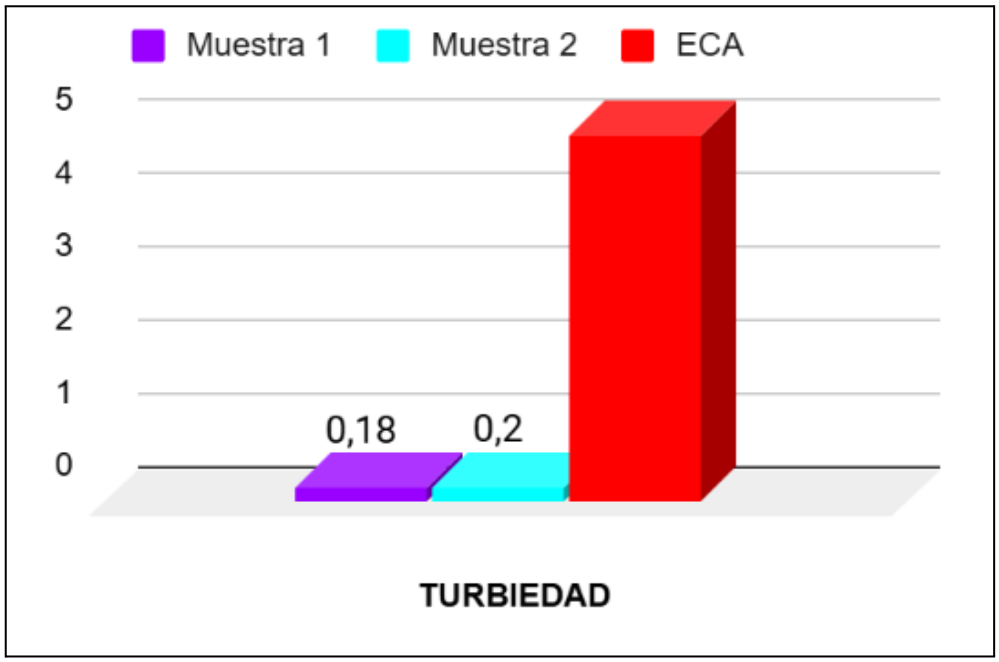

Figura 05: Comparación de los valores de turbidez con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM para agua de consumo humano en los manantiales Lacotuyo y Aziruni del centro poblado de Huallatiri Unión Pucará.

De acuerdo con los resultados mostrados en la Figura 05, los valores de turbidez registrados en los manantiales Lacotuyo (0,20 NTU) y Aziruni (0,18 NTU) se encuentran

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

muy por debajo del límite máximo permitido de 5 NTU, establecido por los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua de consumo humano según el D.S. N° 004-2017-MINAM. Esto demuestra que el agua proveniente de ambos manantiales presenta una excelente claridad y baja presencia de partículas en suspensión, lo que indica una mínima influencia de procesos erosivos o de arrastre de sedimentos hacia las fuentes de captación. Estos resultados coinciden con lo reportado por Palomino (2023), quien también encontró niveles bajos de turbidez entre 1,75 y 1,83 NTU en manantiales de características similares, ubicados en zonas altoandinas con escasa perturbación antrópica. En ambos casos, la baja turbidez refleja una buena protección natural del entorno y una reducida alteración del recurso hídrico. En contraste, Palacios y Velastegui (2020) reportaron en la comunidad de San Rafael valores de turbidez que superaban los 18,37 NTU, rebasando ampliamente el límite de 5 NTU establecido por la TULSMA. Los autores atribuyeron esta situación a la presencia de partículas en suspensión generadas por procesos de escorrentía y arrastre de sedimentos en zonas de pendiente pronunciada durante las lluvias. A diferencia de ese escenario, los resultados obtenidos en Huallatiri Unión Pucará reflejan un entorno estable, sin evidencia de contaminación física significativa, lo que reafirma la buena calidad visual y fisicoquímica del agua de los manantiales analizados.

Análisis comparativo de los valores de pH con los Estándares de Calidad Ambiental (D.S. N° 004-2017-MINAM).

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

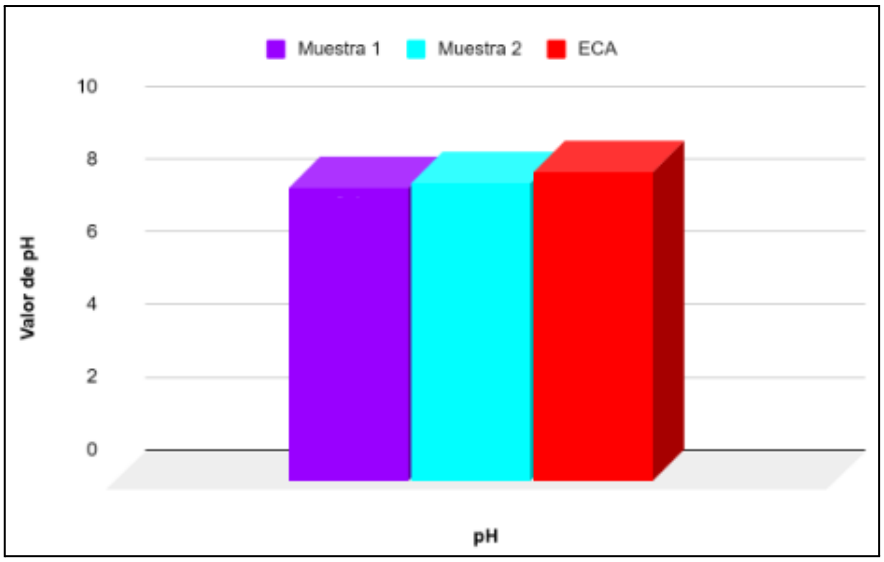

Figura 06: Comparación de los valores de pH con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM para agua de consumo humano en los manantiales Lacotuyo y Aziruni del centro poblado de Huallatiri Unión Pucará.

De acuerdo con los resultados presentados en la Figura 06, el pH del agua en los manantiales Lacotuyo (8,2) y Aziruni (8,1) revela una ligera tendencia hacia la alcalinidad, situándose dentro del rango óptimo establecido por los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua de consumo humano (6,5 a 8,5, según el D.S. N° 004-2017-MINAM). Estos valores indican que el agua posee una composición química equilibrada, sin evidencias de contaminación ácida ni presencia de agentes que alteren significativamente su carácter natural, lo que la hace adecuada para el consumo humano, al menos en este aspecto fisicoquímico. Los resultados obtenidos en el presente estudio coinciden con los reportados por Palacios y Velastegui (2020), quienes registraron valores de pH entre 8,19 y 8,65 en cinco puntos de muestreo, manteniéndose igualmente dentro de los límites permitidos por la normativa. En ambos casos, la ligera alcalinidad se atribuye a la presencia de minerales carbonatados y bicarbonatados en el suelo, los cuales contribuyen al equilibrio químico natural del agua en zonas altoandinas. los resultados difieren de los obtenidos por Paredes (2023), quien reportó valores inferiores a 6,5, indicando un pH ácido que no cumple con los estándares establecidos para agua de

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

consumo humano. Este tipo de acidez, según el autor, podría estar asociado a la infiltración de aguas de lluvia o lixiviados minerales, lo que comprometería la calidad sanitaria del recurso. En cambio, en los manantiales de Huallatiri Unión Pucará, la estabilidad del pH observada sugiere un entorno hidrogeoquímico controlado y de bajo impacto antrópico, reafirmando la idoneidad del agua desde el punto de vista químico para su aprovechamiento poblacional.

Análisis comparativo de los valores de conductividad eléctrica con los Estándares de Calidad Ambiental (D.S. N° 004-2017-MINAM).

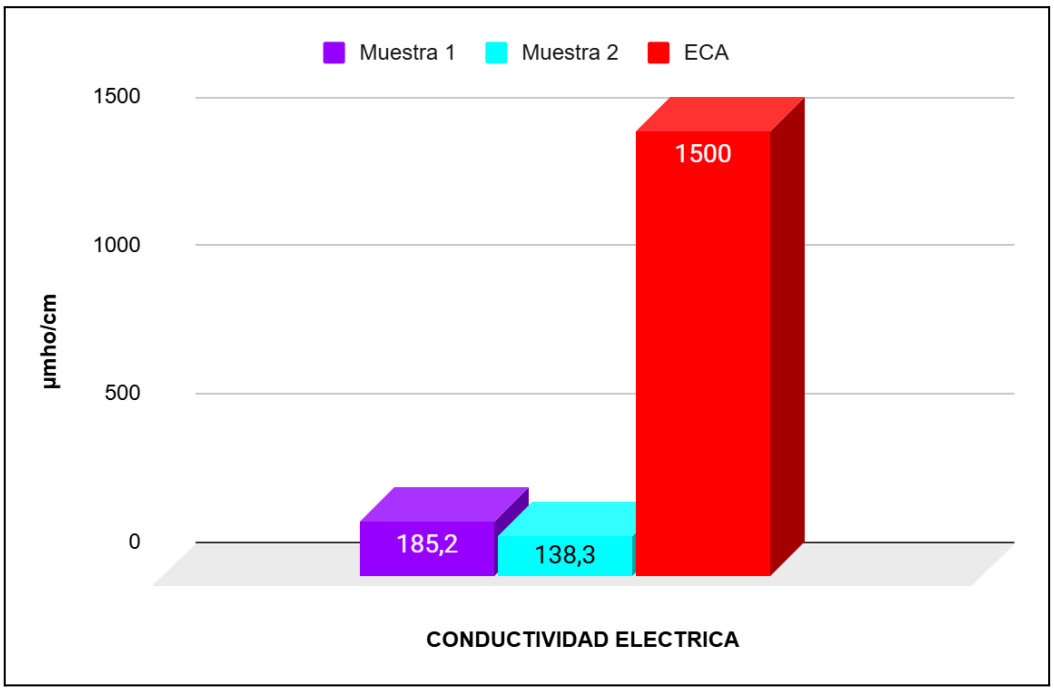

Figura 07: Comparación de los valores de conductividad eléctrica con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM para agua de consumo humano en los manantiales Lacotuyo y Aziruni del centro poblado de Huallatiri Unión Pucará.

Los análisis de conductividad eléctrica realizados en los manantiales Lacotuyo y Aziruni registraron valores de 185,2 µS/cm y 138,3 µS/cm, respectivamente. Estos resultados indican que el agua de ambas fuentes posee una baja concentración de sales disueltas, lo cual refleja una buena calidad fisicoquímica y una escasa mineralización del recurso

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

hídrico. Asimismo, dichos valores se encuentran muy por debajo del límite máximo referencial de 1500 µS/cm establecido por los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua de consumo humano, según el D.S. N° 004-2017-MINAM, confirmando que la conductividad eléctrica cumple plenamente con la normativa vigente. Al comparar estos resultados con los obtenidos por Pacaya y Pascal (2022), quienes reportaron rangos de 418,89 a 156,22 µS/cm en diez sistemas de abastecimiento de agua, se observa que, si bien sus valores fueron ligeramente superiores, en ambos estudios los resultados permanecen dentro de los límites permitidos. Esta coincidencia sugiere que las condiciones hidroquímicas de las fuentes naturales en zonas rurales altoandinas presentan una mineralización moderada y estable, asociada principalmente a la disolución natural de minerales del suelo y las rocas.los datos obtenidos en esta investigación confirman la buena calidad del agua en los manantiales de Huallatiri Unión Pucará respecto a este parámetro, sin evidencia de contaminación iónica ni aporte excesivo de sales disueltas. Por tanto, la conductividad eléctrica observada no representa ningún riesgo para el consumo humano, garantizando la aptitud del recurso para su uso doméstico y poblacional.

Análisis comparativo de los valores de sólidos totales disueltos con los Estándares de Calidad Ambiental (D.S. N° 004-2017-MINAM).

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

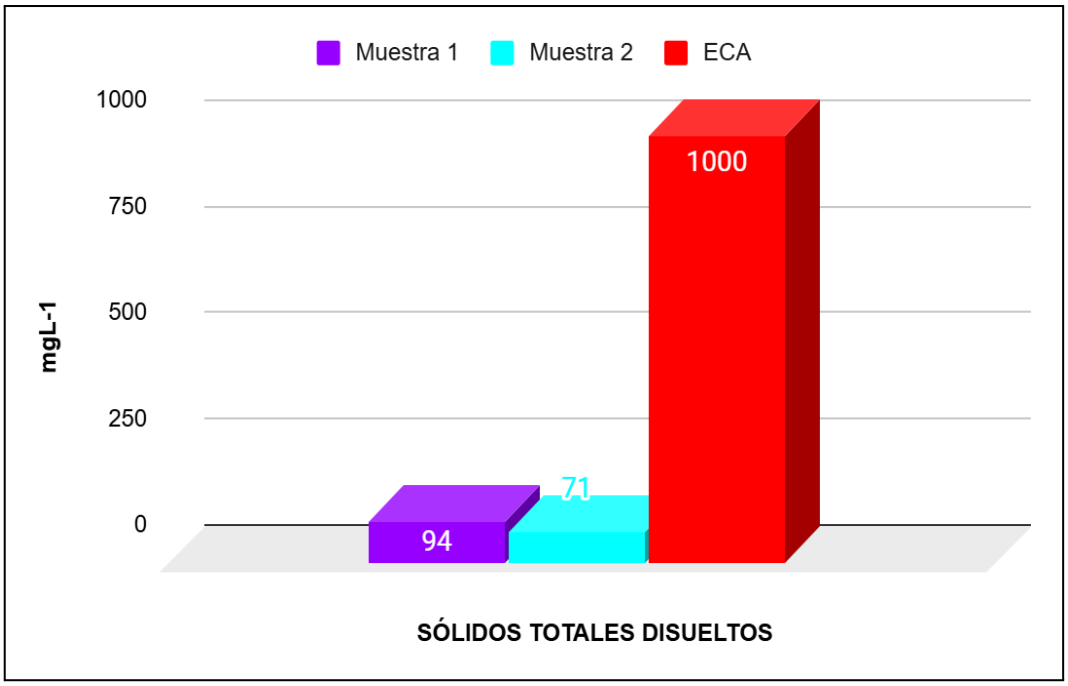

Figura 08: Comparación de los valores de sólidos totales disueltos con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM para agua de consumo humano en los manantiales Lacotuyo y Aziruni del centro poblado de Huallatiri Unión Pucará.

De acuerdo con los resultados mostrados en la Figura 08, los valores de sólidos totales disueltos (STD) en los manantiales Lacotuyo (94 mg/L) y Aziruni (71 mg/L) se encuentran muy por debajo del límite máximo permisible de 1000 mg/L, establecido por los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua de consumo humano según el D.S. N° 004-2017-MINAM. Estos valores reflejan una baja concentración de sales y minerales disueltos, lo que evidencia una excelente calidad del recurso hídrico y su aptitud para el consumo humano en el centro poblado Huallatiri Unión Pucará.En comparación, Ávila (2024) reportó concentraciones de sólidos disueltos más elevadas, con valores comprendidos entre 187,80 y 226 mg/L, aunque todavía dentro de los márgenes permitidos por la normativa. Estas diferencias pueden explicarse por factores geográficos y geológicos, como la composición mineral del suelo, la naturaleza de las formaciones rocosas o la proximidad de las fuentes a zonas agrícolas o habitadas, que pueden influir

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

en la cantidad de sales disueltas.Asimismo, es posible que las condiciones climáticas y estacionales —como la precipitación, evaporación o escorrentía superficial— también contribuyan a las variaciones en la concentración de sólidos disueltos totales. En conjunto, los resultados del presente estudio demuestran que el agua de los manantiales evaluados mantiene niveles óptimos de pureza química, lo que confirma su adecuada calidad fisicoquímica y su bajo nivel de mineralización natural.

Análisis comparativo de los valores de dureza total con los Estándares de Calidad Ambiental (D.S. N° 004-2017-MINAM).

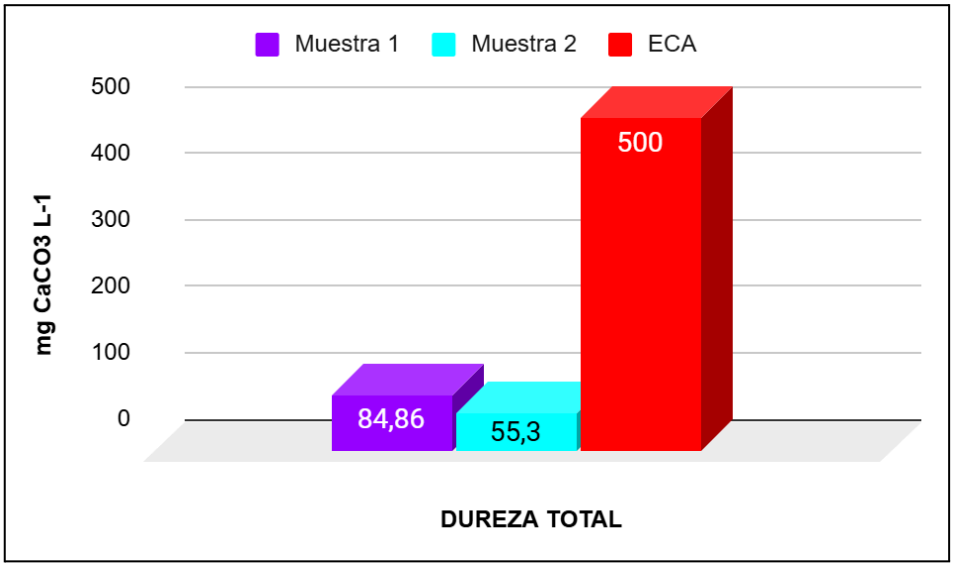

Figura 09: Comparación de los valores de dureza total con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM para agua de consumo humano en los manantiales Lacotuyo y Aziruni del centro poblado de Huallatiri Unión Pucará.

Los resultados del análisis de dureza total del agua evidencian valores de 84,86 mg $CaCO_3$/L en el manantial Lacotuyo y 55,3 mg $CaCO_3$/L en el manantial Aziruni, los cuales se encuentran muy por debajo del límite máximo permitido de 500 mg $CaCO_3$/L establecido por los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua de consumo humano, según el D.S. N° 004-2017-MINAM. Estos valores reflejan una baja concentración de calcio y magnesio disueltos, por lo que el agua de ambos manantiales

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

puede considerarse blanda y adecuada para el consumo humano, sin implicar riesgos asociados a este parámetro.

Al comparar los resultados obtenidos con los reportados por Palomino (2023), se observa una diferencia significativa, ya que dicho autor registró concentraciones de 677,56 mg $CaCO_3$/L y 703,70 mg $CaCO_3$/L en los manantiales Estange 1 y Estange 2, respectivamente, valores que superan ampliamente el límite de 500 mg $CaCO_3$/L establecido por la normativa. Esta discrepancia podría atribuirse a factores hidrogeológicos locales, como la composición mineral del subsuelo o la disolución de rocas carbonatadas, que incrementan la dureza del agua en determinadas regiones.

Asimismo, diversos estudios, como el de Gálvez (2021), señalan que el consumo prolongado de agua con alta dureza puede asociarse con un mayor riesgo de formación de cálculos renales y otras afectaciones del sistema urinario. En este contexto, los valores obtenidos en Huallatiri Unión Pucará representan una condición favorable para la salud pública, ya que confirman que el agua disponible en los manantiales presenta una dureza baja y segura, garantizando su aptitud para el consumo humano y doméstico.

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

Análisis comparativo de los valores de cloruros con los Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, según lo establecido en el Decreto Supremo N.° 004-2017-MINAM.

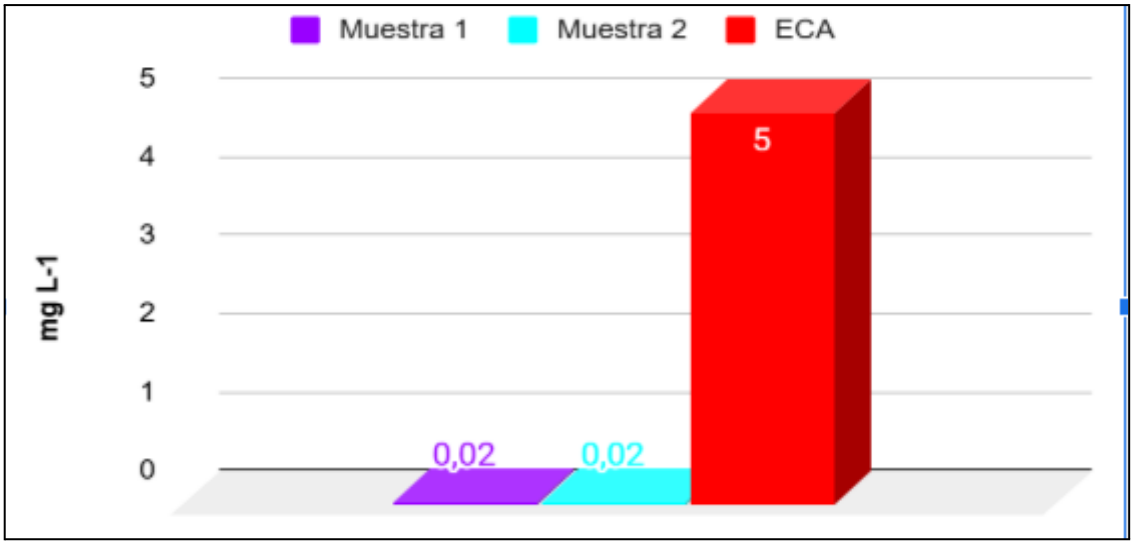

Figura 10: Comparación de los valores de cloruros con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos en el D.S. N.° 004-2017-MINAM para agua de consumo humano en los manantiales Lacotuyo y Aziruni del centro poblado de Huallatiri Unión Pucará.

Los resultados presentados en la Figura 12 muestran que los niveles de cloruros libre en las muestras analizadas de los manantiales Lacotuyo y Aziruni alcanzaron apenas 0,02 mg/L, valor que se encuentra muy por debajo del rango recomendado de 0,5 a 1,5 mg/L establecido por los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua de consumo humano, según el D.S. N.° 004-2017-MINAM. Esta marcada deficiencia en la concentración de cloro residual evidencia un proceso de desinfección ineficiente, lo que podría favorecer la proliferación de microorganismos patógenos y, en consecuencia, comprometer la seguridad sanitaria del agua destinada al consumo de la población de Huallatiri Unión Pucará.

Estos hallazgos son consistentes con lo reportado por Parra y Roncancio (2020), quienes observaron que más del 70% de las muestras de agua en zonas rurales de Boyacá (Colombia) no cumplían con el rango recomendado de 0,3 a 2,0 mg/L de cloro residual

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

libre, evidenciando un problema generalizado de deficiente desinfección en comunidades rurales. De igual forma, Pacaya y Pascal (2022) identificaron niveles de cloro residual por debajo del valor mínimo de 0,5 mg/L, situación que refleja una problemática similar a la observada en este estudio.

Asimismo, Ccapa (2024) reportó una condición aún más crítica, al encontrar valores nulos de cloro residual en todas las muestras analizadas, lo que indica una ausencia total de procesos de cloración y un alto riesgo sanitario para la población abastecida. En conjunto, la comparación de estos resultados confirma que la insuficiente desinfección del agua sigue siendo una limitante recurrente en los sistemas rurales, por lo que se requiere implementar medidas correctivas inmediatas, como la dosificación adecuada de cloro y el monitoreo continuo del proceso de tratamiento, para garantizar la inocuidad del agua de consumo humano.

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

4.2. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS PARÁMETROS INORGÁNICOS DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN BASE A LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL ESTABLECIDOS EN EL D.S. N° 004-2017-MINAM EN LOS MANANTIALES LACOTUYO Y AZIRUNI DEL CENTRO POBLADO DE HUALLATIRI UNIÓN PUCARÁ.

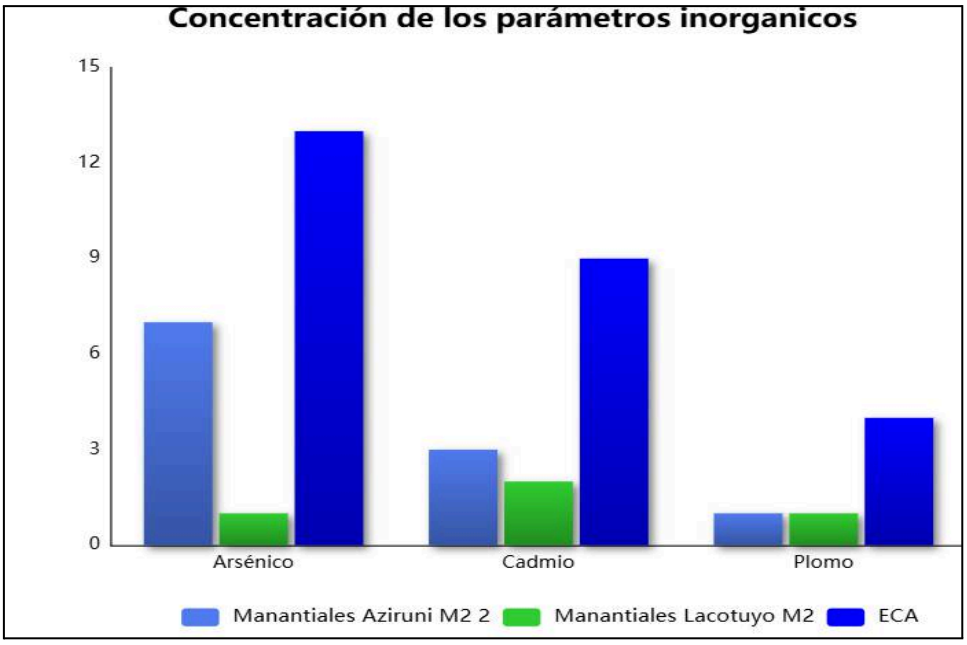

Figura 11: Comparación de los parametros inorganicos con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos en el D.S. N.° 004-2017-MINAM para agua de consumo humano en los manantiales Lacotuyo y Aziruni del centro poblado de Huallatiri Unión Pucará.

Los resultados del análisis inorgánico del agua de los manantiales Aziruni (M2) y Lacotuyo (M2) del centro poblado Huallatiri Unión Pucará muestran concentraciones de arsénico (0,00075 y 0,00139 mg/L), cadmio (0,00003 y 0,00002 mg/L) y plomo (0,0001 mg/L en ambos casos), las cuales se encuentran muy por debajo de los límites máximos permisibles establecidos por los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua de consumo humano del D.S. N.° 004-2017-MINAM, que son 0,01 mg/L para arsénico, 0,003 mg/L para cadmio y 0,001 mg/L para plomo.

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

De acuerdo con Beltrán (2025), los manantiales altoandinos que no están expuestos a actividades industriales o mineras suelen presentar concentraciones de metales pesados muy bajas, lo que coincide con los resultados obtenidos en el presente estudio.

Análisis comparativo de los valores de arsénico con los Estándares de Calidad Ambiental (D.S. N° 004-2017-MINAM).

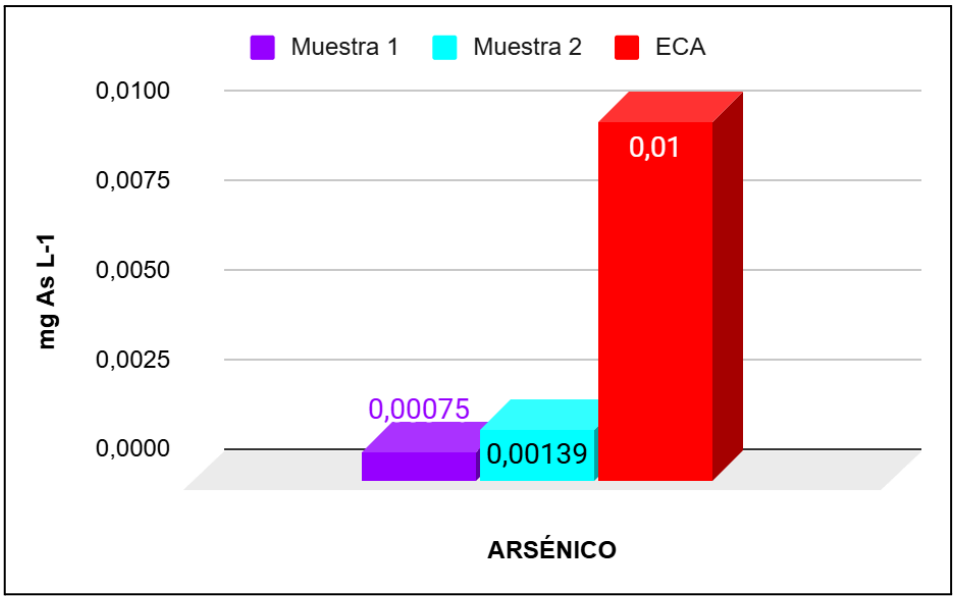

Figura 12: Comparación de los valores de arsénico con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos en el D.S. N.° 004-2017-MINAM para agua de consumo humano en los manantiales Lacotuyo y Aziruni del centro poblado de Huallatiri Unión Pucará.

Los resultados obtenidos en los sistemas de abastecimiento de agua de los manantiales Lacotuyo y Aziruni revelaron concentraciones de arsénico de 0,00139 mg As/L y 0,00075 mg As/L, respectivamente. Estos valores se encuentran muy por debajo del límite máximo permisible de 0,01 mg As/L establecido por los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua de consumo humano, conforme al D.S. N.° 004-2017-MINAM. Lo anterior indica que el agua de ambos manantiales no presenta riesgo por presencia de arsénico, un elemento que, en concentraciones elevadas, puede representar un serio problema para la salud pública. Estos resultados coinciden con los hallazgos de Palomino (2023), quien registró en los manantiales Estange 1 y Estange 2 concentraciones de 0,00518 mg

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

As/L y 0,00559 mg As/L, respectivamente. Si bien dichos valores son ligeramente superiores a los obtenidos en el presente estudio, también se mantienen dentro de los márgenes permitidos por la normativa nacional, confirmando que la presencia de arsénico en estas fuentes naturales es mínima y no representa un riesgo sanitario significativo. En conjunto, los resultados de esta investigación evidencian que el arsénico disuelto en los manantiales de Huallatiri Unión Pucará se encuentra en niveles seguros y controlados, reflejando la ausencia de contaminación geogénica o antropogénica significativa. Por tanto, el agua evaluada puede considerarse apta para el consumo humano en cuanto a este parámetro, garantizando su seguridad y calidad química.

Análisis comparativo de los valores de cadmio con los Estándares de Calidad Ambiental (D.S. N.° 004-2017-MINAM) para agua de consumo humano en los manantiales Lacotuyo y Aziruni del centro poblado de Huallatiri Unión Pucará.

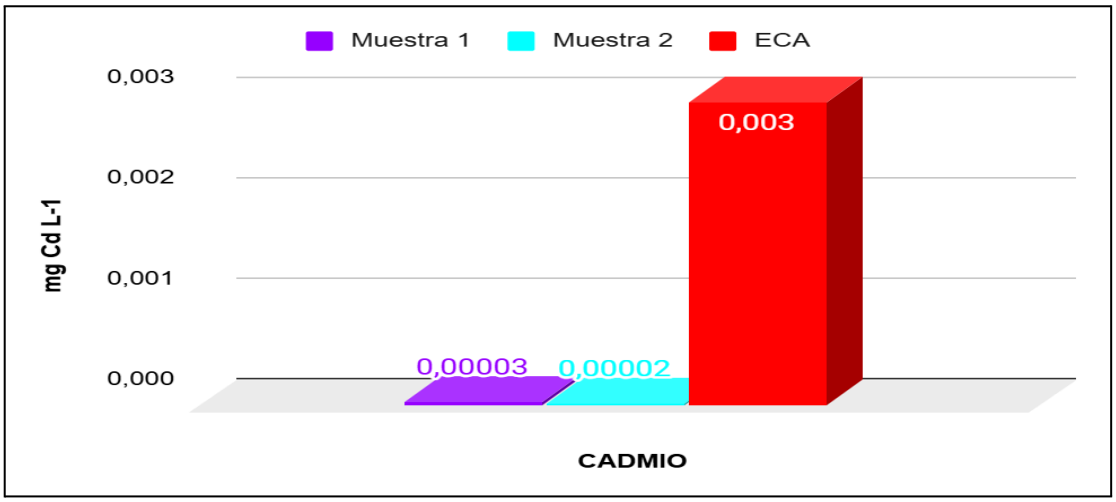

Figura 13: Comparación de los valores de cadmio con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua (D.S. N.° 004-2017-MINAM) de los manantiales de Huallatiri Union Pucara

Los valores de cadmio obtenidos en las muestras de los manantiales Lacotuyo (0,00003 mg Cd/L) y Aziruni (0,00002 mg Cd/L) resultaron extremadamente bajos, encontrándose muy por debajo del límite máximo permisible de 0,003 mg Cd/L establecido por los

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua de consumo humano, conforme al D.S. N.° 004-2017-MINAM. Estos resultados evidencian una ausencia significativa de contaminación por metales pesados, lo que confirma la seguridad y calidad del recurso hídrico en cuanto a este parámetro. Los valores hallados son coherentes con los reportados por Palomino (2023), quien registró concentraciones aún menores de cadmio en los manantiales de Huallatiri, con niveles inferiores a 0,00001 mg Cd/L, lo que refuerza la tendencia de baja presencia natural de este metal en las fuentes de la zona. De manera similar, los resultados de Mau (2023) mostraron concentraciones de <0,001 mg Cd/L y 0,002 mg Cd/L, ligeramente superiores a las del presente estudio, pero aún dentro del rango permitido por la normativa ambiental vigente.

La comparación de los distintos estudios demuestra que el cadmio presente en el agua de los manantiales de Huallatiri Unión Pucará se mantiene en niveles mínimos y no representa riesgo para la salud humana. Esto sugiere un bajo grado de exposición ambiental al metal, probablemente asociado a la ausencia de fuentes antrópicas de contaminación, como la actividad minera o industrial, en el entorno inmediato de las zonas de captación.

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

Análisis comparativo de los valores de plomo con los Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, según lo establecido en el Decreto Supremo N.° 004-2017-MINAM.

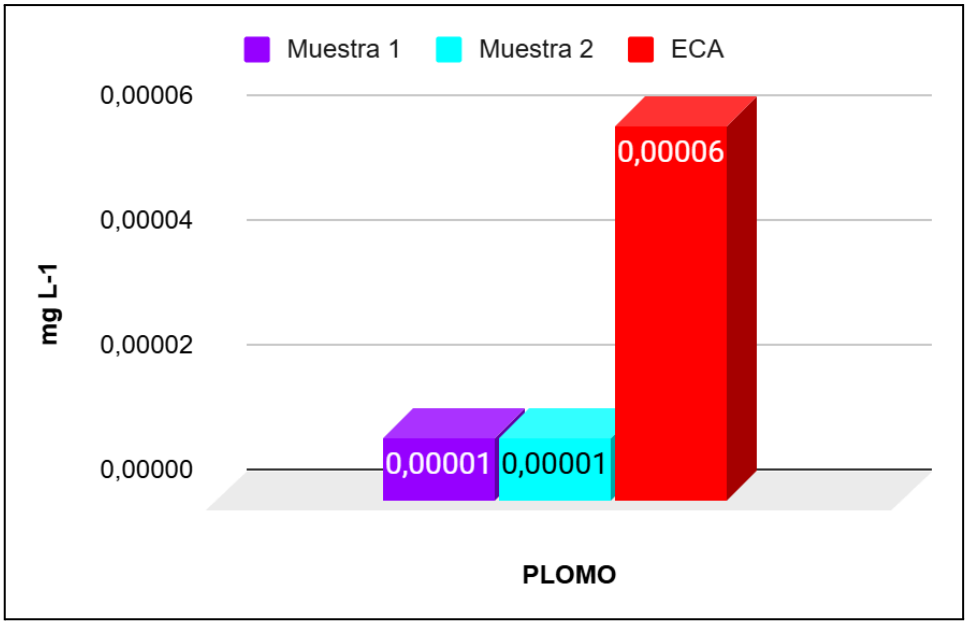

Figura 14: Comparación de los valores de plomo con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos en el D.S. N.° 004-2017-MINAM para agua de consumo humano en los manantiales Lacotuyo y Aziruni del centro poblado de Huallatiri Unión Pucará.

De acuerdo con los resultados de laboratorio, los niveles de plomo (Pb) en las muestras de agua de los manantiales Lacotuyo y Aziruni se encontraron por debajo del límite máximo permisible de 0,01 mg/L, establecido en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua de consumo humano, conforme al D.S. N.° 004-2017-MINAM. Esta condición evidencia que el agua de ambos manantiales presenta una calidad adecuada respecto a la presencia de plomo, sin indicios de contaminación por este metal pesado, lo que garantiza su aptitud para el consumo humano desde el punto de vista químico.Los valores obtenidos en este estudio coinciden con los reportados por Palomino (2023), quien registró concentraciones igualmente bajas de plomo (<0,001 mg/L) en manantiales de características similares, confirmando una tendencia general de ausencia de contaminación metálica en zonas altoandinas con escasa actividad industrial o minera.

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

Esta concordancia sugiere que las condiciones hidrogeológicas naturales y la limitada intervención antrópica en el área contribuyen a mantener niveles estables y seguros de este metal en el agua subterránea. Los resultados del presente estudio reafirma que el plomo en el agua de los manantiales de Huallatiri Unión Pucará se encuentra en concentraciones seguras y dentro de los estándares normativos, por lo que no representa un riesgo para la salud de la población local. No obstante, se recomienda mantener un monitoreo periódico de este parámetro, dado que el plomo puede acumularse en el ambiente por efectos de procesos naturales o actividades humanas puntuales, como el uso de materiales metálicos o combustibles contaminantes en la zona.

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

4.3. RESULTADOS DE LA CONCENTRACIÓN DE LOS PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS DE ACUERDO AL D.S. 004 – 2017 MINAM DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO, DE LOS MANANTIALES DEL CENTRO POBLADO HUALLATIRI UNION PUCARA, CHUCUITO JULI.

4.3.1. DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE LOS PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS DE ACUERDO AL D.S. 004 – 2017 MINAM DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO, DE LOS MANANTIALES DEL CENTRO POBLADO HUALLATIRI UNION PUCARA, CHUCUITO JULI.

Tabla 08: Comparación de la concentración de los parámetros microbiológicos con los D.S. 004 – 2017 MINAM del agua para consumo humano, de los manantiales del centro poblado Huallatiri Union Pucara, Chucuito Juli.

Concentración de los parámetros microbiológicos de acuerdo a los ECA de agua D.S. 004 – 2017 MINAM del Centro Poblado de Huallatiri unión pucará.

Centro Poblado		**Huallatiri Aziruni**		
Parámetros	**Unidad**	**Muestra 1**	**Parámetro**	**Valoración**
Coliformes fecales	NMP/100 mL	2,2	20	Si cumple
Coliformes totales	NMP/100 mL	120	50	No cumple
Escherichia coli	NMP/100 ml	<1	0	No cumple

En la Tabla 08, los resultados de los análisis microbiológicos del agua de los manantiales del centro poblado Huallatiri Unión Pucará evidencian que las concentraciones de coliformes totales (120 NMP/100 mL) y Escherichia coli (<1 NMP/100 mL) superan los límites máximos permisibles establecidos por el D.S. N.° 004-2017-MINAM, el cual exige la ausencia total (0 NMP/100 mL) de estos microorganismos en agua destinada al consumo humano. Solo el parámetro de coliformes fecales (2,2 NMP/100 mL) se

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

encuentra dentro del rango permitido (≤50 NMP/100 mL), aunque su presencia sigue indicando posible contaminación de origen fecal. Estos resultados confirman que el agua de los manantiales presenta una contaminación microbiológica significativa, lo que implica que no cumple con los requisitos del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, representando un riesgo sanitario potencial para la población.

De manera similar, Ccapa (2024) reportó concentraciones elevadas de coliformes totales (7,2 – 290 NMP/100 mL) y coliformes termotolerantes (3,6 – 93 NMP/100 mL) en manantiales rurales, valores que también superan los límites normativos, lo que evidencia un problema recurrente en los sistemas de abastecimiento sin tratamiento adecuado. Por otro lado, los resultados difieren de los obtenidos por Ávila (2024), quien no detectó presencia de coliformes totales ni fecales en las muestras analizadas, lo que sugiere que la contaminación microbiológica varía según las condiciones locales de manejo, protección y desinfección de las fuentes de agua. Los resultados del presente estudio reflejan la necesidad urgente de mejorar las prácticas de desinfección y protección sanitaria en los manantiales del centro poblado Huallatiri Unión Pucará, a fin de garantizar la inocuidad microbiológica del agua y prevenir enfermedades de transmisión hídrica en la población.

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

4.3.2. DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE LOS PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DEL CENTRO POBLADO DE HUALLATIRI UNION PUCARA, CHUCUITO JULI.

Tabla 09: Comparación de la concentración de los parámetros microbiológicos con los D.S. 004 – 2017 MINAM del agua para consumo humano, de los manantiales del centro poblado Huallatiri Union Pucara, Chucuito Juli.

Concentración de los parámetros microbiológicos de acuerdo a los D.S. 004 – 2017 MINAM del Centro Poblado de Huallatiri

Centro Poblado		**Huallatiri**		
Manantial		**Lacotuyo**		
Parámetros	**Unidad**	**Muestra 2**	**Parámetro**	**Valoración**
Coliformes fecales	NMP/100 mL	<1,1	20	Si cumple
Coliformes totales	NMP/100 mL	3,6	50	Si cumple
Escherichia coli de	NMP/100 ml	<1	0	No cumple

En la Tabla 09, los resultados microbiológicos obtenidos para el manantial Lacotuyo, ubicado en el centro poblado Huallatiri Unión Pucará, muestran que los coliformes fecales (<1,1 NMP/100 mL), coliformes totales (3,6 NMP/100 mL) y *Escherichia coli* (<1 NMP/100 mL) se encuentran dentro de los límites máximos permisibles establecidos en el D.S. N.° 004-2017-MINAM para agua de consumo humano. De acuerdo con esta normativa, que exige la ausencia total de microorganismos patógenos, los valores obtenidos indican que el agua del manantial cumple con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y puede considerarse apta para el consumo humano, aunque es recomendable mantener

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

procesos de desinfección y control sanitario continuo para prevenir posibles contaminaciones futuras.Estos resultados difieren de los reportados por Roque (2024), quien identificó concentraciones significativamente más altas de coliformes totales (12,40 – 141,00 NMP/100 mL) y coliformes termotolerantes (3,00 – 9,77 NMP/100 mL), valores que superan ampliamente los límites establecidos por la normativa y reflejan condiciones de contaminación microbiológica activa. Por su parte, Poma (2023) registró la presencia de bacterias heterótrofas (14 – 220 UFC/mL) en diversas fuentes de agua, aunque no detectó larvas, huevos de helmintos y quistes de protozoarios patógenos, lo que sugieren que, los resultados obtenidos en este estudio demuestran que el agua del manantial Lacotuyo presenta una calidad microbiológica aceptable y cumple con los estándares nacionales vigentes, a diferencia de los escenarios descritos en otras investigaciones donde se reportaron valores excedentes. No obstante, se enfatiza la necesidad de mantener la cloración adecuada, la protección sanitaria del entorno del manantial y el monitoreo periódico, a fin de asegurar la sostenibilidad y seguridad del recurso hídrico destinado al consumo de la población de Huallatiri Unión Pucará.a contaminación bacteriana moderada, pero sin evidencias de organismos parasitarios.

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

4.3.3. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN BASE A LOS D.S. 004 – 2017 MINAM DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO, DE LOS MANANTIALES DEL CENTRO POBLADO HUALLATIRI UNION PUCARA, CHUCUITO JULI.

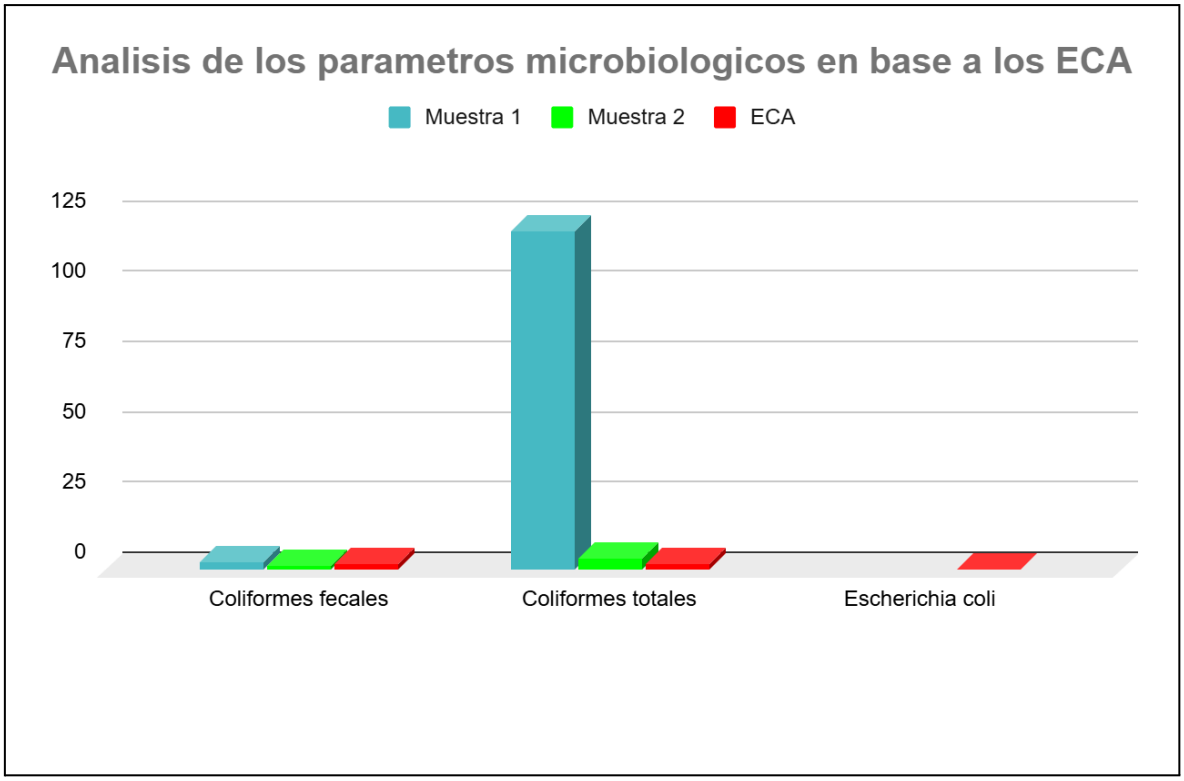

Figura 15: Análisis comparativo de los parámetros microbiológicos del agua para consumo humano en base D.S. N.° 004-2017-MINAM para agua de consumo humano en los manantiales Lacotuyo y Aziruni del centro poblado de Huallatiri Unión Pucará.

En la Figura 15 se presenta el análisis comparativo de los parámetros microbiológicos del agua para consumo humano en los manantiales Lacotuyo y Aziruni, ubicados en el centro poblado Huallatiri Unión Pucará, conforme a los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) establecidos en el D.S. N.° 004-2017-MINAM. Los resultados evidencian diferencias notables entre ambas fuentes en cuanto a la presencia de microorganismos indicadores de contaminación.

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

En el manantial Lacotuyo (Muestra 2), las concentraciones de coliformes totales (3,6 NMP/100 mL), coliformes fecales (<1,1 NMP/100 mL) y Escherichia coli (<1 NMP/100 mL) se encuentran dentro de los límites permisibles establecidos por la normativa vigente, lo que indica una adecuada calidad microbiológica del agua. Por tanto, el recurso puede considerarse apto para el consumo humano, siempre que se mantengan procesos regulares de desinfección y control sanitario que garanticen su inocuidad. Por el contrario, en el manantial Aziruni (Muestra 1) se registraron niveles elevados de coliformes totales (120 NMP/100 mL), superando el valor máximo permitido (20 NMP/100 mL). Aunque las concentraciones de coliformes fecales (2,2 NMP/100 mL) y Escherichia coli (<1 NMP/100 mL) cumplen con los valores establecidos, la elevada cantidad de coliformes totales evidencia una contaminación microbiológica ambiental posiblemente asociada a actividades humanas o animales cercanas a la fuente y a la deficiente desinfección del sistema (valores de cloro residual <0,02 mg/L).

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

Análisis comparativo de la concentración de coliformes fecales con los ECA

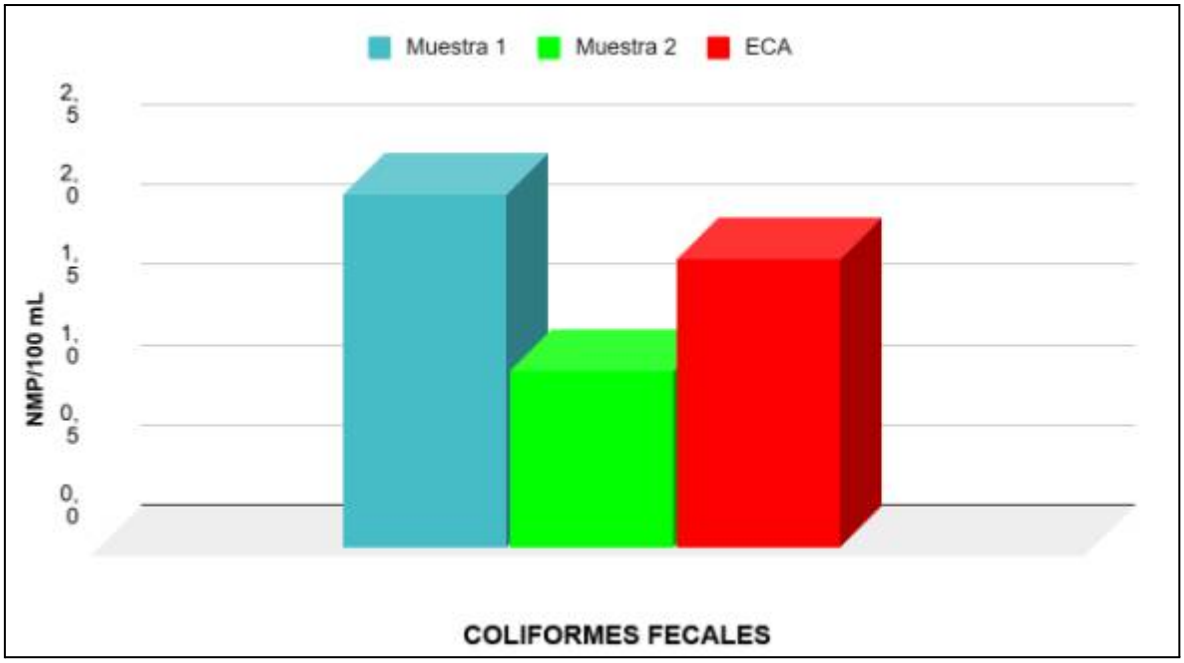

Figura 16: Comparación de la concentración de coliformes con los D.S. N.° 004-2017-MINAM para agua de consumo humano en los manantiales Lacotuyo y Aziruni del centro poblado de Huallatiri Unión Pucará.

Los resultados obtenidos, presentados en la Figura 04, presentan una variabilidad en los niveles de coliformes fecales en los sistemas de abastecimiento de agua evaluados. Específicamente, el manantial de Huallatiri Union Pucara (Aziruni) registró un valor de 2,2 NMP/100 mL, lo que supera los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) establecidos en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (D.S. N.° 004-2017-MINAM), donde el valor permisible para coliformes termotolerantes es de 50 NMP/100 mL. En contraste, el manantial de Lacotuyo presentó un valor de 1,1 NMP/100 mL, que también no excede el ECA, indicando que tampoco cumple con la normativa.

Estos hallazgos son consistentes con los reportados por Pacaya y Pascal (2022), quienes observaron un rango de coliformes fecales con promedios de 2,44 UFC a 30,89 UFC. Dichos valores también superan el estándar de 0 UFC/100 mL (a 44,5 °C) para agua de consumo humano, lo que sugiere que la contaminación fecal es un problema recurrente

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

en los manantiales de la zona. En contraste, los resultados de Mau (2023) reportaron niveles casi nulos de coliformes fecales en la pileta evaluada, mientras que nuestro estudio indica que el sistema de abastecimiento en Lacotuyo superó el ECA. Esta diferencia podría atribuirse a factores como las características intrínsecas de cada sistema, la calidad de la fuente de agua, la eficacia del tratamiento y el proceso de desinfección.

Análisis comparativo de la concentración de coliformes totales con los ECA

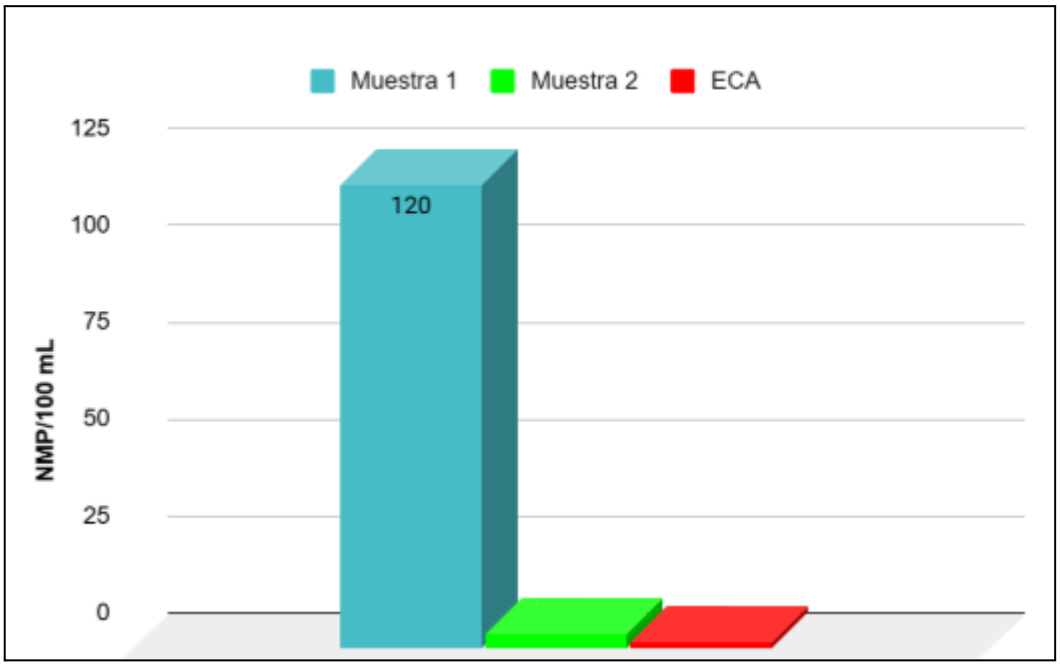

Figura 17: Comparación de la concentración de coliformes totales con los ECA del agua para consumo humano en Huallatiri Unión Pucará.

En la Figura 18 se presenta el análisis comparativo de la concentración de coliformes totales en los manantiales Lacotuyo y Aziruni, pertenecientes al centro poblado Huallatiri Unión Pucará, en contraste con los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua de consumo humano, según el D.S. N.° 004-2017-MINAM, que exige la ausencia total (0 NMP/100 mL) de coliformes totales en el agua destinada al consumo poblacional. Los resultados obtenidos revelan una notable variabilidad entre ambos manantiales: en Aziruni se registró una concentración de 120 NMP/100 mL,

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

mientras que en Lacotuyo el valor fue de 3,6 NMP/100 mL. Aunque el resultado de Lacotuyo se encuentra muy por debajo del valor registrado en Aziruni, ambos incumplen lo dispuesto por la normativa, la cual exige ausencia total de estos microorganismos. Estos hallazgos evidencian una contaminación microbiológica de tipo ambiental, asociada posiblemente a actividades antrópicas cercanas a las fuentes, como la disposición inadecuada de excretas, el pastoreo de animales, y la infiltración de aguas residuales o superficiales contaminadas. La presencia de coliformes totales en ambos manantiales representa un riesgo sanitario potencial para la población que utiliza esta agua sin tratamiento previo ni desinfección adecuada. Por ello, se recomienda fortalecer las medidas de protección y saneamiento de las fuentes, implementar un sistema de cloración constante y monitoreo microbiológico periódico, y promover prácticas adecuadas de higiene y gestión ambiental comunitaria para garantizar la seguridad sanitaria del agua destinada al consumo humano en el centro poblado Huallatiri Unión Pucará.

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

Análisis comparativo de la concentración de *Escherichia coli* con los ECA.

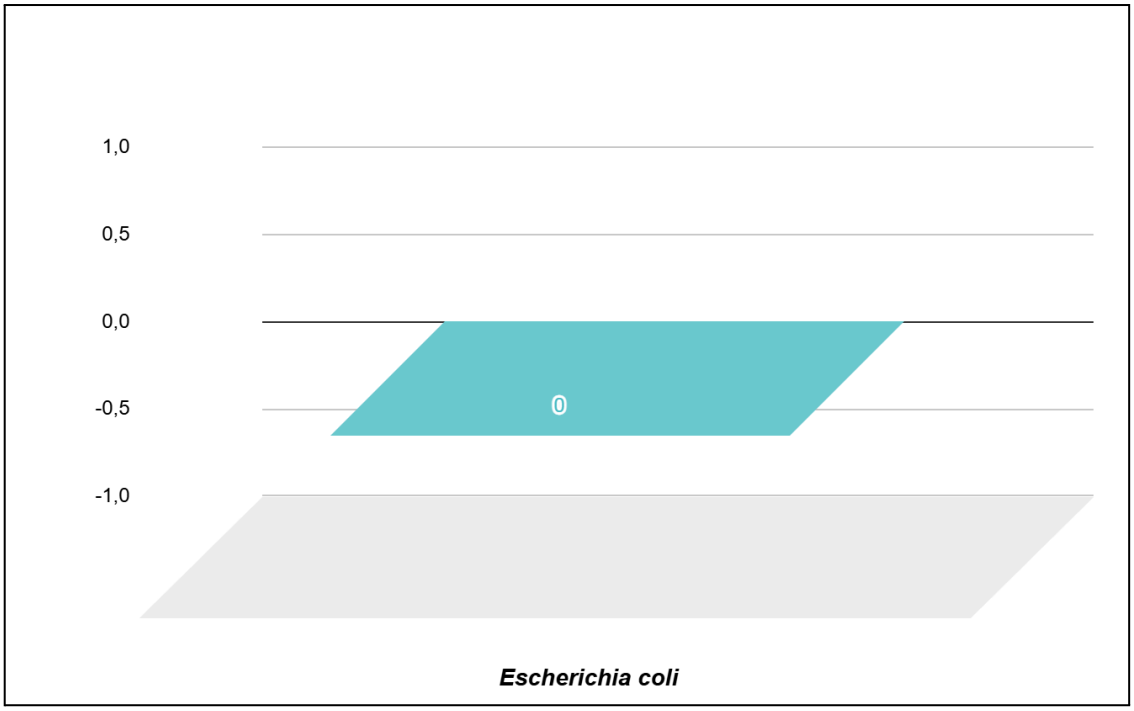

Figura 18: Comparación de la concentración de Escherichia coli con los ECA del agua para consumo humano en Huallatiri Unión Pucará.

En la Figura 19 se presentan los resultados del análisis de *Escherichia coli* en las muestras de agua de los manantiales del centro poblado Huallatiri Unión Pucará, donde se registraron valores menores a 1 NMP/100 mL. Aunque estas concentraciones son bajas, superan lo establecido en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua de consumo humano, según el D.S. N.° 004-2017-MINAM, que exige la ausencia total (0 NMP/100 mL) de este microorganismo en agua destinada al consumo humano. Este resultado evidencia una contaminación fecal reciente, la cual podría estar relacionada con infiltraciones de aguas superficiales contaminadas o prácticas inadecuadas de saneamiento en las inmediaciones de los manantiales. Estos hallazgos coinciden con los resultados obtenidos por Poma (2023),, en su estudio sobre puntos de monitoreo en sistemas de abastecimiento (captación, PTAP-área de cloración, reservorio y vivienda), encontró niveles bajos de *E. coli* en la mayoría de los puntos evaluados; sin embargo, en

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

la zona de captación, registró una concentración de 4 NMP/100 mL, lo que indica contaminación fecal directa y reciente. De manera similar, en el presente estudio, la detección de E. coli, aunque en niveles mínimos, sugiere que las fuentes naturales son vulnerables a la contaminación puntual, especialmente en ausencia de medidas efectivas de protección sanitaria y desinfección continua.

4.3.4. DETERMINAR LA PERCEPCIÓN DE LA POBLACIÓN DEL CENTRO POBLADO DE HUALLATIRI UNION PUCARA, CHUCUITO JULI SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA DE LOS MANANTIALES.

Tabla 10: Frecuencia del uso del agua proveniente de los manantiales.

FRECUENCIA DE USO	N° DE PERSONAS	PORCENTAJE (%)
DIARIO	78	65,0
VARIAS VECES/SEMANA	30	25,0
OCASIONALMENTE	12	10,0
TOTAL	**120**	**100,0**

La mayoría de la población (65 %) utiliza diariamente el agua proveniente de los manantiales, lo cual refleja su dependencia directa de esta fuente para el consumo y las actividades domésticas. Según Vargas y Quispe (2022), en comunidades altoandinas, la falta de alternativas de abastecimiento seguro hace que el uso continuo del agua natural sea una práctica común, incluso cuando existen dudas sobre su calidad sanitaria.

Tabla 11: Percepción general de la calidad del agua.

PERCEPCIÓN GENERAL	N° DE PERSONAS	PORCENTAJE (%)
BUENA	46	38,3
REGULAR	60	50,0
MALA	14	11,7
TOTAL	**120**	**100,0**

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

La mitad de los encuestados (50 %) percibe el agua como “regular”, mientras que el 38,3 % la considera buena . Solo el 11,7 % la califica como “mala”. Este resultado muestra una percepción moderadamente favorable, aunque con dudas sobre su inocuidad. Ramos (2021) sostiene que la percepción comunitaria suele estar influida más por las características sensoriales (color, olor y sabor) que por el conocimiento técnico de los parámetros de calidad.

Tabla 12: Características sensoriales del agua.

CARACTERÍSTICA	OPCIÓN	N° DE PERSONAS	PORCENTAJE (%)
COLOR	TRANSPARENTE	92	76,7
	LIGERAMENTE TURBIO	20	16,6
	TURBIO	8	6,7
OLOR	SIN OLOR	95	79,2
	A TIERRA	18	15,0
	DESAGRADABLE	7	5,8
SABOR	INSÍPIDO	88	73,3
	SALADO	14	11,7
	METÁLICO	18	15,0

Los resultados indican que la mayoría percibe el agua como transparente (76,7 %), sin olor (79,2 %) e insípida (73,3 %). Estos valores concuerdan con los resultados fisicoquímicos obtenidos en laboratorio, donde los parámetros de turbidez (0,18–0,20 NTU) y color (<5 UCV) se encuentran muy por debajo del límite máximo establecido en el D.S. N.º 004-2017-MINAM. Según Flores y Huamán (2023), la coherencia entre percepción sensorial y análisis técnico refuerza la validez de los resultados experimentales y refleja una baja presencia de materia orgánica visible o sedimentos.

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

Tabla 13: Percepción sobre la salubridad y riesgos del agua.

¿Cree que el agua de los Manantiales es segura para el consumo humano sin ningún tratamiento?	N° DE PERSONAS	PORCENTAJE (%)
SÍ	42	35,0
NO	70	58,3
NO SABE / NO RESPONDE	8	6,7
TOTAL	**120**	**100,0**

El 58,3 % de los encuestados considera que el agua no es segura para el consumo directo, lo que denota desconfianza en la calidad sanitaria del recurso. Este resultado guarda coherencia con los análisis microbiológicos, donde se detectó presencia de coliformes totales (120 NMP/100 mL en Aziruni). Según Llanos y Paucar (2024), la percepción de inseguridad hídrica está estrechamente relacionada con la visibilidad de problemas sanitarios previos en la comunidad, como brotes de enfermedades gastrointestinales.

Tabla 14: Percepción sobre el uso del agua.

¿Si el agua no es potable, ¿qué tratamiento le aplica antes de consumirla?	N° DE PERSONAS	PORCENTAJE (%)
HERVIDO	66	55,0
CLORACIÓN	18	15,0
FILTRADO	12	10,0
NINGUNO	24	20,0
TOTAL	**120**	**100,0**

Más de la mitad de los encuestados (55 %) hierve el agua antes de consumirla, y un 20 % no aplica ningún tipo de tratamiento. Esta práctica demuestra una respuesta preventiva

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

frente a la percepción de riesgo sanitario. Cáceres y Mendoza (2022) afirman que la adopción de métodos tradicionales, como el hervido, aumenta en zonas rurales donde los sistemas de cloración son intermitentes o inexistentes.

Tabla 15: Percepción sobre la gestión del agua.

¿QUIÉN CREE QUE ES EL PRINCIPAL RESPONSABLE DE ASEGURAR LA CALIDAD DEL AGUA EN SU COMUNIDAD?	N° DE PERSONAS	PORCENTAJE (%)
MUNICIPALIDAD LOCAL	65	54,2
COMITÉ COMUNAL	35	29,1
POBLACIÓN EN GENERAL	20	16,7
TOTAL	**120**	**100,0**

Más de la mitad (54,2 %) atribuye la responsabilidad de garantizar la calidad del agua a la municipalidad, mientras que un 29,1 % la asigna a los comités comunales. Este resultado coincide con Carpio (2020), quien destaca que en comunidades rurales andinas la gobernanza del agua recae principalmente en autoridades locales, aunque los recursos y la supervisión técnica son limitados.

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

CONCLUSIONES

PRIMERA : El agua de los manantiales Lacotuyo y Aziruni cumple con los parámetros fisicoquímicos establecidos, pero presenta contaminación microbiológica, por lo que no es apta para el consumo humano sin tratamiento previo, coincidiendo con la percepción de la población sobre su calidad.

SEGUNDA: El análisis fisicoquímico realizado al agua de los manantiales Lacotuyo y Aziruni, del centro poblado Huallatiri Unión Pucará, evidencia cumplimiento con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua de consumo humano establecidos en el D.S. N.° 004-2017-MINAM. Los valores obtenidos de color (5 UCV), turbidez (0,18 y 0,20 UNT), pH (8,1 y 8,2), conductividad eléctrica (185,2 y 138,3 µmho/cm), sólidos totales disueltos (94 y 71 mg/L), dureza total (84,86 y 55,30 mg $CaCO_3$/L) y cloruros (0,02 mg/L) se encuentran dentro de los límites permisibles.

TERCERA: El análisis Inorgánico realizado al agua de los manantiales de Huallatiri Unión Pucará evidencian cumplimiento con los ECA para consumo humano (D.S. N° 004-2017-MINAM). Los valores obtenidos arsénico (0,00139 y 0,00075 mg/L), cadmio (0,00002 y 0,00003 mg/L), cloruros (0,02 mg/L) y plomo (0,0001 mg/L) se encuentran muy por debajo de los límites máximos permisibles, evidenciando la ausencia de contaminación por metales pesados.

CUARTA: El análisis microbiológico del agua de los manantiales Lacotuyo y Aziruni reveló la presencia de coliformes totales (120 y 3,6 NMP/100 mL), coliformes fecales (2,2 y <1,1 NMP/100 mL) y Escherichia coli (<1 NMP/100 mL). Estos resultados no cumplen

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

con los ECA para agua de consumo humano establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM, que exigen la ausencia total de dichos microorganismos (0 NMP/100 mL). En consecuencia, se concluye que el agua de estos manantiales no es apta para el consumo directo, representando un riesgo sanitario por contaminación microbiológica.

QUINTA : La percepción de los habitantes del centro poblado Huallatiri Unión Pucará sobre la calidad del agua de los manantiales Lacotuyo y Aziruni refleja una preocupación significativa por su seguridad sanitaria. Aunque la mayoría considera que el agua es transparente, sin olor y de sabor aceptable, el 58,3 % la percibe como no segura para el consumo directo, y el 55 % aplica tratamientos domésticos como el hervido antes de beberla. Esta percepción se alinea con los resultados microbiológicos del estudio, que evidencian presencia de coliformes y Escherichia coli, además de niveles insuficientes de cloro residual (<0,02 mg/L). La población demuestra una conciencia preventiva adecuada, aunque persiste una baja participación en la gestión del recurso hídrico. Por ello, se debe fortalecer la educación sanitaria, implementar la cloración continua y promover el control comunitario del sistema de abastecimiento para asegurar un suministro de agua segura y sostenible.

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

RECOMENDACIONES

PRIMERA: Al Ministerio del Ambiente (MINAM) y al Ministerio de Salud (MINSA), a través de sus organismos descentralizados, fortalecer las acciones de control y vigilancia de la calidad del agua en los manantiales destinados al consumo humano en zonas rurales, como los de Lacotuyo y Aziruni. Es necesario implementar proyectos de tratamiento, desinfección y monitoreo continuo del recurso hídrico, garantizando el cumplimiento del D.S. N.º 004-2017-MINAM.

SEGUNDA : A la Municipalidad Provincial de Chucuito Implementar sistemas de tratamiento y desinfección del agua mediante tecnologías adecuadas para la potabilización del agua, como cloración continua, filtración y desinfección, con el fin de eliminar los microorganismos patógenos detectados y garantizar el cumplimiento de los estándares microbiológicos establecidos por el D.S. N° 004-2017-MINAM.

TERCERA: A la Municipalidad Provincial de Chucuito, junto con el ATM y las JASS, Establecer un programa de monitoreo periódico de la calidad del agua, realizando evaluaciones regulares de los parámetros fisicoquímicos , inorgánicos y microbiológicos del agua, con el objetivo de detectar oportunamente cualquier alteración en su calidad y tomar medidas correctivas inmediatas que protejan la salud de la población

CUARTA: Al Centro de Salud de Queruma, Fortalecer la educación sanitaria y la participación comunitaria**,** desarrollando campañas de sensibilización sobre los riesgos del consumo de agua no tratada y promover prácticas seguras como el hervido. Además,

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

se debe fomentar la participación activa de la comunidad en la gestión del recurso hídrico, incluyendo la vigilancia del sistema de abastecimiento.

QUINTA: A la comunidad de Huallatiri Unión Pucará Gestionar apoyo técnico y financiero ante entidades competentes para ello el gobierno local y la comunidad deben coordinar con instituciones públicas y privadas para obtener asistencia técnica y recursos que permitan mejorar la infraestructura de agua potable, asegurar su sostenibilidad y cumplir con los estándares de calidad exigidos por la normativa nacional.

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

BIBLIOGRAFÍA

Aguirre Huaquisto, M., & Huamán Aguilar, J. (2020). Mejoramiento de la calidad del agua para lograr condiciones de salubridad mediante cloración por goteo: Centro poblado Camjata, Puno 2020 [Tesis de licenciatura]. Universidad César Vallejo, Puno, Perú.

Ávila Charca, C. P. (2024). Evaluación de la calidad de agua subterránea para consumo humano en el distrito de Paucarcolla, 2022 [Tesis de licenciatura]. Universidad Privada San Carlos, Puno, Perú.

Beltrán Farfán, D. F., Palomino Calli, R. P., Moreno Terrazas, E. G., Peralta, C. G., & Montesinos-Tubée, D. B. (2015). Calidad de agua de la bahía interior de Puno, lago Titicaca durante el verano del 2011. Revista Peruana de Biología, 22(3), 335–340. https://doi.org/10.15381/rpb.v22i3.11440

Cáceres, D., & Mendoza, F. (2022). Prácticas domésticas de tratamiento de agua en zonas rurales altoandinas: entre la tradición y la necesidad sanitaria. Revista Peruana de Salud Ambiental, 26(3), 45–58.

Calderón-Santoyo, M., Ramos-Hernández, J. A., Barros-Castillo, J. C., Velázquez-de la Cruz, G., Ramírez-de-León, J. A., & Ragazzo-Sánchez, J. A. (2025). Efecto de la aplicación de altas presiones hidrostáticas sobre la inactivación de Escherichia coli O157:H7 y el perfil volátil de jugo de maracuyá (Passiflora edulis). Biotecnia, 27(1), 10–20. https://doi.org/10.18633/biotecnia.v27.2427

Carpio, J. (2020). Gestión comunal del agua y gobernanza local en sistemas rurales del sur del Perú. Revista de Estudios Ambientales, 14(2), 120–133.

Ccapa Huayta, L. C. (2024). Calidad del agua para consumo humano del sector Tunuhuiri Grande, centro poblado de Ichu—Puno 2023 [Tesis de licenciatura]. Universidad Privada San Carlos, Puno, Perú.

Cerna-Cueva, A. F., Aguirre-Escalante, C., Wong-Figueroa, B. L., Tello-Cornejo, J. L., &

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

Pinchi-Ramírez, W. (2022). Calidad de agua para riego en la cuenca Huallaga, Perú.

Scientia Agropecuaria, 13(3), 239–248. https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2022.022

Cerón, L. M., Sarria, J. D., Torres, J. S., & Soto-Paz, J. (2021). Agua subterránea: Tendencias y desarrollo científico. Información Tecnológica, 32(1), 47–56. https://doi.org/10.4067/S0718-07642021000100047

Chávez, V., & Alberto, J. (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

Coila Quispe, Y. T., & Mamani Carcausto, S. S. (2022). Sistema de cloración por goteo a diferentes altitudes y el cloro residual, en Capachica, San Antón y Potoni—Puno 2022 [Tesis de licenciatura]. Universidad César Vallejo, Puno, Perú.

Flores, M., & Huamán, E. (2023). Relación entre percepción sensorial y calidad fisicoquímica del agua en comunidades altoandinas. Revista Ingeniería Ambiental, 17(1), 33–47.

Gálvez, P. (2021). Relación entre la dureza del agua y la incidencia de cálculos renales en poblaciones rurales del sur del Perú. Revista Latinoamericana de Salud Pública, 12(4), 76–89.

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2022). Condiciones de acceso al agua segura en el área rural del Perú. Lima, Perú.

Llanos, A., & Paucar, J. (2024). Percepción del riesgo hídrico y prácticas sanitarias en comunidades rurales del altiplano. Revista Ciencia y Medio Ambiente, 19(2), 59–72.

Mau, F. (2023). Monitoreo de la calidad del agua en fuentes naturales del distrito de Chucuito-Juli, Puno [Tesis de licenciatura]. Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

Ministerio del Ambiente (MINAM). (2017). Decreto Supremo N.° 004-2017-MINAM: Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua. Lima, Perú: MINAM.

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2019). Guías para la calidad del agua potable (4.ª ed.). Ginebra, Suiza: OMS.

Pacaya, K., & Pascal, M. (2022). Evaluación de la eficiencia del clorado en sistemas rurales de agua potable en zonas altoandinas del Perú. Revista Peruana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 15(1), 25–40.

Palacios, V., & Velastegui, R. (2020). Determinación de la calidad del agua en la comunidad de San Rafael y su impacto en la salud pública. Revista Ecuatoriana de Ciencias Ambientales, 10(2), 88–102.

Palomino, D. (2023). Calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de manantiales en la región Puno. Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ingeniería Ambiental, Puno, Perú.

Parra, L., & Roncancio, J. (2020). Deficiencia del cloro residual y calidad microbiológica del agua en comunidades rurales de Boyacá, Colombia. Revista Colombiana de Salud Ambiental, 14(1), 55–67.

Paredes, S. (2023). Caracterización del pH y parámetros fisicoquímicos del agua en sistemas de abastecimiento rural en Huancavelica. Revista de Ingeniería y Medio Ambiente, 18(3), 101–112.

Pérez-López, E. (2016). Control de calidad en aguas para consumo humano en la región occidental de Costa Rica. Revista Tecnología en Marcha, 29(3), 3–14. https://doi.org/10.18845/tm.v29i3.2884

Poma, R. (2023). Evaluación de la calidad microbiológica del agua potable en los puntos de distribución de la comunidad de Santa Bárbara, Puno. Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.

Ramos, L. (2021). Percepción comunitaria sobre la calidad del agua en zonas rurales de

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

Puno: Un enfoque participativo. Revista Andina de Investigación Social, 7(2), 112–126.

Roque, J. (2024). Estudio de contaminación microbiológica del agua en el centro poblado de Cabanuipujo, Puno. Revista Peruana de Salud Ambiental, 27(1), 34–49.

Vargas, C., & Quispe, J. (2022). Dependencia hídrica y percepción social del agua en comunidades rurales del altiplano puneño. Revista de Ciencias Sociales y Ambientales, 16(2), 78–91.

Zela, M., & Quenta, L. (2023). Participación comunitaria y sostenibilidad de los sistemas de agua potable en zonas altoandinas del Perú. Revista de Ingeniería Ambiental, 18(2), 65–80.

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

ANEXOS

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

Anexo 01: Matriz de consistencia: calidad del agua de los manantiales y percepción de la población del centro poblado huallatiri union pucara, chucuito juli - 2025.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
- General - ¿Cuál es la calidad del agua de los manantiales y la percepción de la población del centro poblado Huallatiri Unión Pucará Chucuito Juli - 2025? - Específicos - ¿La concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua para consumo humano de los manantes del centro poblado Huallatiri union pucara Provincia de Chucuito Juli, cumplirán con los ECA establecidos en el D.S. 004 – 2017 MINAM? - ¿La concentración de los parámetros inorgánicos del agua para consumo humano de los manantes del centro poblado Huallatiri union pucara Provincia de Chucuito Juli, cumplirán con los ECA establecidos en el D.S. 004 – 2017 MINAM? - ¿La concentración de los parámetros microbiológicos del agua para consumo humano,los manantiales del centro poblado Huallatiri union pucara, Chucuito Juli cumplirán con los ECA establecidos en el D.S. 004 – 2017 MINAM? - ¿Existe diferencia en la percepción de la Población de Chucuito Juli - 2025 sobre la calidad de los manantes del centro poblado de huallatiri union Pucara ? -	**General** - Evaluar la calidad del agua para consumo humano y la percepción de la población del centro poblado Huallatiri Union Pucara, Chucuito Juli de, de acuerdo al D.S. 004 – 2017 MINAM, li - 2025. **Específicos** - Determinar la concentración de los parámetros fisicoquímicos de acuerdo al D.S. 004 – 2017 MINAM del agua para consumo humano, de los manantes del centro poblado huallatiri union Pucara, Provincia de Chucuito Juli. - Determinar la concentración de los parámetros inorgánicos de acuerdo al D.S. 004 – 2017 MINAM del agua para consumo humano, de los manantes del centro poblado huallatiri union Pucara, Provincia de Chucuito Juli.. - Determinar la concentración de los parámetros microbiológicos de acuerdo al D.S. 004 – 2017 MINAM del agua para consumo humano, de los manantes del centro poblado huallatiri union Pucara Provincia de Chucuito Juli. - Determinar la percepción de la población sobre la calidad del agua de los manantiales del centro poblado de Huallatiri Union Pucara Chucuito Juli .	- General - La calidad del agua de los manantiales y la percepción de la población del centro poblado Huallatiri Union Pucara, Chucuito Juli - 2025, indican que no es apta para consumo humano según D.S. 004 – 2017 MINAM. - Específicas - Determinar la concentración de los parámetros fisicoquímicos de acuerdo al D.S. 004 – 2017 MINAM del agua para consumo humano, de los manantes del centro poblado huallatiri union Pucara, Provincia de Chucuito Juli. - Determinar la concentración de los parámetros inorgánicos de acuerdo al D.S. 004 – 2017 MINAM del agua para consumo humano, de los manantes del centro poblado huallatiri union Pucara, Provincia de Chucuito Juli. - Determinar la concentración de los parámetros microbiológicos de acuerdo al D.S. 004 – 2017 MINAM del agua para consumo humano, de los manantes del centro poblado huallatiri union Pucara,de Chucuito Juli. - La Percepción de la Población del centro poblado de Huallatiri Union Pucara, Chucuito Juli, sobre la calidad del agua indican que no es apta	**Independiente** Parámetros fisicoquimicos y microbiologicos **Dependiente** Calidad del agua para consumo humano	Fisicoquímicos Microbiológicos Concentración de parámetros de calidad de agua	● Cianuro Total ● -Cloruros ● -Color ● -Conductividad ● -Dureza ● -pH ● -Turbidez ● -Sólidos Totales Disueltos ● -Arsénico ● -Cadmio ● -Plomo ● -Coliformes fecales ● -Coliformes totales ● -Escherichia coli	Método:Descriptivo Diseño: No experimental Enfoque: Cuantitativo Población y muestra: Manante Lacotuyo y Aziruni Tipo de muestreo:No probabilística Técnicas: registro, custodia, encuestas estructuradas Instrumentos registro de campo, hoja de custodia: Análisis de laboratorio D.S. 004 – 2017 MINAM Unidad de análisis Población de Chucuito Juli

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

repositorio.upsc.edu.pe

Anexo 02: Cuestionario percepción de los pobladores sobre la calidad del agua

ENCUESTA SOBRE LA PERCEPCIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LOS MANANTES DE HUALLATIRI UNION PUCARA				
II. PERCEPCIÓN SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA				
A. PERCEPCIÓN FÍSICA Y SENSORIAL DEL AGUA DE LOS MANANTES 4. ¿Con qué frecuencia utiliza el agua de los manantiales de Huallatiri Unión Pucará?				
¿Con qué frecuencia utiliza el agua de los manantes de Huallatiri Unión Pucará?	**( ) Diariamente**	**( ) Varias veces a la semana**	**( ) Ocasionalmente**	**( ) Nunca**
¿Cómo percibe la calidad del agua de los manantiales?	**( ) Muy buena**	**( ) Buena**	**( ) Regular**	**( ) Mala**
En cuanto al olor del agua, ¿cómo lo describiría?	**( ) Sin olor**	**( ) A tierra**	**( ) A metal**	**( ) A podrido**
En cuanto al color del agua, ¿cómo lo describiría?	**( ) Transparente**	**( ) Ligeramente turbio**	**( ) Turbio**	**( ) Marrón**
En cuanto al sabor del agua, ¿cómo lo describiría?	**( ) Agradable**	**( ) Insípido**	**( ) Salado**	**( ) Metálico**
B. PERCEPCIÓN SOBRE LA SALUBRIDAD Y RIESGOS DEL AGUA				
¿Cree que el agua de los manantes es segura para el consumo humano sin ningún tratamiento?	**( ) Sí**		**( ) No**	
PERCEPCIÓN SOBRE EL USO DEL AGUA.				
¿Si el agua no es potable, ¿qué tratamiento le aplica antes de consumirla?	**( ) Hervido**	**( ) Cloración**	**( ) Filtrado**	( ) Ninguno

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

Anexo 03: Ficha de validación de instrumentos

	Manual de Presentación de Proyecto de Investigación e Informe Final	COD. DE DOC.: MAN/CCD. DF.: UI	VERSIÓN: 3.1	PÁGINA: 1

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

1.1 Apellidos y nombres del experto: MG. Julio Wilfredo Cano Ojeda

1.2 Grado académico: Magister en Educación con mención en Docencia y Gestión Educativa.

1.3 Título de la Investigación: CALIDAD DEL AGUA DE LOS MANANTIALES Y PERCEPCIÓN DE LA POBLACIÓN DEL CENTRO POBLADO HUALLATIRI UNION PUCARA, CHUCUITO JULI - 2025

1.4 Denominación del Instrumento: Cuestionario

INDICADORES	CRITERIOS CUALITATIVOS/ CUANTITATIVOS	Deficiente 0	Regular 1	Bueno 2	Muy Bueno 3	Excelente 4
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.				X	
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables medibles.				X	
3.ACTUALIDAD	Adecuado al alcance de la ciencia y tecnología.				X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.				X	
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad.				X	
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos del estudio.				X	
7. CONSISTENCIA	Basados en aspectos Teóricos-Científicos y del tema de estudio.				X	
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores, dimensiones y variables				X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del estudio.				X	
10. CONVENIENCIA	Genera nuevas pautas en la investigación y construcción de teorías.				X	
SUB TOTAL					30	
TOTAL		30				

VALORACIÓN

Deficiente ( )	Regular ( )	Bueno ( )	Muy Bueno (X)	Excelente ( )
0 - 8	9 - 16	7 - 24	25 – 32	33 - 40

Puno, octubre de 2025.

Ing. Mg. MG. Wilfredo CANO OJEDA
Docente
DNI: 01221426

REVISADO POR: V°B°	APROBADO POR: V°B°	FECHA DE APROBACIÓN:
Prohibida su reproducción sin autorización del Director de la Unidad de Calidad y Acreditación		

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

Anexo 04: Informe resultados del laboratorio del Manantial de Lacotuyo.

BHIOS LABORATORIOS

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

INACAL

INFORME DE ENSAYOS Nº 11912-2025
PÁGINA 1 DE 4

SOLICITANTE	: KEVIN VLADIMIR CRUZ CALISAYA
DIRECCIÓN	: BARRIO LOS OLIVOS M-4 Lt 2- CHUCUITO JULI - PUNO
PRODUCTO DECLARADO	: AGUA POTABLE
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	: Líquido transparente.
CODIFICACIÓN / MARCA	: M2 Lacotuyo (M2)
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE	: 21/08/2025 11:48 Procedencia: 19K 48525, 8177478. Puno - Chucuito-Hualatiri Central.
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA	: 01 muestra de 3350 mL aprox. Compuesta por 01 envase PE de 1000 mL, 01 envase polietileno de 250 mL, para análisis MB. 01 envase PE de 1000 mL, 02 envases PE de 500 mL, 01 envase PE de 100 mL, para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN	: En envases de vidrio y polietileno, cerrados y etiquetados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 3.5 °C.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA	: Recibida en el Laboratorio
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA	: Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN	: No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO	: No especificada
CONTRATO Nº	: 52664-2025
FECHA DE RECEPCIÓN	: 21/08/2025

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 consentimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.

Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

FRF-04-F-05-IE Versión: 02 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: 983766883 / 954068110

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

BHIOS LABORATORIOS

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO Nº LE-055

INACAL

INFORME DE ENSAYOS Nº 11912-2025

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA POTABLE M2 Lacotuyo (M2)	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformes totales	3.6	NMP/100mL
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	<1.1	NMP/100mL
MB	Larvas de Helmintos (Cuantificación 1L)*	<1	Org./L
MB	Escherichia coli	<1	NMP/100 mL
MB	Quistes y coquistes de protozoarios patógenos. (Cuantificación 1L)*	<1	Quistes/L
MB	OVL-Nemátodos (Cuantificación)*	<1	Org./L
MB	OVL-Rotíferos (Cuantificación)*	<1	Org./L
MB	OVL-Protozoarios (Cuantificación)*	<1	Org./L
MB	Numeración de Escherichia coli (NMP)	<1.1	NMP/100mL
MB	OVL-Algas (Cuantificación)*	<1	Org./L
MB	OVL-Copépodos (Cuantificación)*	<1	Org./L
MB	Huevos de Helmintos (Cuantificación 1L)*	<1	Huevos/L
FQ	Cloro Libre. (Cl2)*	<0.02	mg/L
FQ	Turbidez*	0.39	NTU
FQ	Sólidos Totales Disueltos	71	mg/L
FQ	pH*	8.2	U de pH
FQ	Dureza Total (como CaCO3)	55.90	mg/L
FQ	Conductividad	138.3	µS/cm
FQ	Cloro Total. (Cl2)*	<0.02	mg/L
FQ	Cianuro Total*	<0.01	mg/L
FQ	Color*	<5	U de color

ABREVIATURAS:

NMP/100mL	: Número más probable por 100 mililitros
ufc/mL	: Unidades formadoras de colonia por mililitro
µS/cm	: Microsiemens por centímetro
mg/L	: Miligramos por litro
Quistes/L	: Quistes por litro
Org./L	: Organismos por litro
Huevos/L	: Huevos por litro
U de pH	: Unidades de pH
NTU	: Unidades nefelométricas de turbidez
U de color	: Unidades de color

MÉTODOS UTILIZADOS :

Numeración de Coliformes totales	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-B, Pag. 1-8, 24th Ed. 2023. Multiple tube fermentation technique for members of the coliform group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.
Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-E, Pag. 10-11, 24th Ed. 2023. Multiple Tube fermentation technique for members of the coliform group. Fecal Coliform Procedures (EC Medium).
Larvas de Helmintos (Cuantificación 1L)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 10300. 10300 Identification of Aquatic Organisms. 23rd Ed. 2017.
Recuento de Helminto en Placa	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9215-B, Pag. 1-5. 23rd Ed. 2017. Heterotrophic Plate Count. Pour Plate Method.
Quistes y coquistes de protozoarios patógenos. (Cuantificación 1L)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000. 9711 Pathogenic Protozoa Pag.1 a 5. / Part 10300. 10800 Identification of Aquatic Organisms. 23rd Ed. 2017.
OVL-Nemátodos (Cuantificación)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 10300. 10750 Nematological Examination. Pag. 10-98 a 10-113. 10800 Identification of Aquatic Organisms. 23rd Ed. 2017.
OVL-Rotíferos (Cuantificación)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 10300. 10800 Identification of Aquatic Organisms. 23rd Ed. 2017.
OVL-Protozoarios (Cuantificación)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000. 9711 Pathogenic Protozoa Pag.1 a 5. / Part 10300. 10800 Identification of Aquatic Organisms. 23rd Ed. 2017.

PRP-BLP-03.02 Versión 02 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG Página 2 de 2

Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
Teléfono: ++51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

BHIOS LABORATORIOS

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO Nº LE-055

INFORME DE ENSAYOS Nº 11 912-2025

MÉTODOS UTILIZADOS :

Numeración de Escherichia coli (NMP)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-F, Pag. 10-11, 24th Ed. 2023. Multiple tube fermentation technique for members of the coliform group. Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate.
OVL-Algas (Cuantificación)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 10200, 10900. Identification of Aquatic Organisms. 23rd Ed. 2017.
OVL-Copépodos (Cuantificación)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 10200, 10900. Identification of Aquatic Organisms. 23rd Ed. 2017.
Huevos de Helmintos (Cuantificación %)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 10200, 10900 Identification of Aquatic Organisms. 23rd Ed. 2017.
Cloro Libre (Cl_2)	: Cloro Libre. DPD - HACH
Turbidez	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 2130. Method 2130-B. Turbidity. Nephelometric Method. 23rd Ed. 2017.
Sólidos Totales Disueltos	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 2540-C. 24th Ed. 2023. SOLIDS. Total dissolved Solids Dried at 180° C.
pH	: AOAC Official Method 973.41 Chapter 11 Subchapter 1.11.1.03 pH of Water. 21st Ed. Rev. Online 2019
Dureza Total (como $CaCO_3$)	: Norma Técnica Peruana 214.018 (Revisada al 2019) 1089 Agua para consumo Humano. Determinación de la dureza. Método volumétrico con EDTA.
Conductividad	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 2510-B, Pag 1-4, 24th Ed. 2023. Conductivity. Laboratory Method.
Cloro Total (Cl_2)	: Cloro Total. DPD - HACH
Cianuro Total	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 4500 Method 4500-CN- J. Cyanide. Cyanogen Chloride. Colorimetric Method. 23rd Ed. 2017.
Color	: Water Analysis Handbook HACH. Color True and Apparent. Method 8025. Platinum-Cobalt Standard Method. Pag 361. 4th Ed. Rev 2.

OBSERVACIONES :

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA
^ Este símbolo, indica un exponente.
LC: Límite de cuantificación del método.
Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método
(e) : Recuento estimado.
LD: Límite de detección del método.

Metales Totales

LAB	DETERMINACIÓN	LD	LC	AGUA POTABLE M2 Laboratorio (M2)	UNIDADES
FQ	Al (Aluminio)	0.004	0.020	<0.02	mg/L
FQ	As (Arsénico)	0.000004	0.00002	0.001139	mg/L
FQ	B (Boro)	0.001	0.005	0.023	mg/L
FQ	Ba (Bario)	0.0001	0.0004	0.0018	mg/L
FQ	Cd (Cadmio)	0.000001	0.00001	0.00002	mg/L
FQ	Cr (Cromo)	0.00001	0.00005	0.00006	mg/L
FQ	Cu (Cobre)	0.0002	0.001	<0.001	mg/L
FQ	Fe (Hierro)	0.002	0.010	<0.01	mg/L
FQ	Hg (Mercurio)	0.0001	0.0005	<0.0005	mg/L
FQ	Mn (Manganeso)	0.00005	0.0002	0.0006	mg/L
FQ	Mo (Molibdeno)	0.00002	0.0001	0.0001	mg/L
FQ	Na (Sodio)	0.018	0.090	7.66	mg/L
FQ	Ni (Níquel)	0.00001	0.00005	0.0002	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	U (Uranio)	0.000003	0.00002	0.00059	mg/L
FQ	Zn (Zinc)	0.001	0.005	0.028	mg/L

ABREVIATURAS:

FRP-GAF-03-02 Versión: 02 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG Página 2 de 2

Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
Teléfono: ++51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

BHIOS LABORATORIOS

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO Nº LE-055

INACAL

INFORME DE ENSAYOS Nº 11 912-2025
PÁGINA 4 DE 4

mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :
Metales Totales (DS 031) : EPA METHOD 6020 B, Rev. 2, July 2014 (VALIDADO - Modificado) (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2320 Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry

OBSERVACIONES :
* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA
*: Este símbolo, indica un exponente.
LC: Límite de cuantificación del método.
Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método
(e) : Resultado estimado.
LD: Límite de detección del método.

Aniones

LAB	DETERMINACIÓN	LD	LC	AGUA POTABLE M2 Lasoluya (R8)	UNIDADES
FQ	Cloruro (Cl^-)*	0.01	0.10	0.31	mg/L
FQ	Fluoruro (F^-)*	0.001	0.010	0.030	mg/L
FQ	Nitrato (NO_3^-)*	0.01	0.10	0.03	mg/L
FQ	Nitrito (NO_2^-)*	0.003	0.030	<0.025	mg/L
FQ	Sulfato (SO_4^{2-})*	0.01	0.10	4.25	mg/L

ABREVIATURAS:
mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS : Aniones : Environmental Protection Agency. Method 300.0 Determination of inorganic anions by Ion Chromatography Revision 2.1 August 1993

OBSERVACIONES :
* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA
*: Este símbolo, indica un exponente.
LC: Límite de cuantificación del método.
Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método
(e) : Resultado estimado.
LD: Límite de detección del método.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 21/08/2025 al 22/08/2025
MB

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 22/08/2025

Biqo. Miguel Valdivia Martinez
Gerente Técnico

Fin del Informe

FAP-06-F-03-R Versión: 02 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG Página 2 de 2

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

Anexo 05: Resultados de laboratorio del Manantial de aziruni.

BHIOS LABORATORIOS

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO Nº LE-055

INACAL

INFORME DE ENSAYOS Nº 22911-2025

PÁGINA 1 DE 4

SOLICITANTE	: KEVIN VLADIMIR CRUZ CALISAYA
DIRECCIÓN	BARRIO LOS OLIVOS M-4 Lt 2 - CHUCULITO JULI - PUNO
PRODUCTO DECLARADO	: AGUA POTABLE
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	: Líquido transparente.
CODIFICACIÓN / MARCA	: M2 AZIRUNI (M2)
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE	: 02/09/2024 16:33 Procedencia: 19K 484467, 8169252. Puno-Chucuito-Huallatiri Central
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA	: 01 muestra de 3350 mL aprox, Compuesta por 01 envase PE de 1000 mL, 01 envase polietileno de 250 mL para análisis MB. 01 envase PE de 1000 mL, 02 envases PE de 500 mL, 01 envase PE de 100 mL para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN	: En envases de vidrio y polietileno, cerrados y etiquetados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 3.5 °C.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA	: Recibida en el Laboratorio
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA	: Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN	: No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO	: No especificada
CONTRATO Nº	: 85164-2025
FECHA DE RECEPCIÓN	: 21/08/2025

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso. No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.

En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió. En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.

- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Periodo de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

PRP-QUF-05-E Versión: 03 Fecha de Emisión: 01/02/23 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

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

BHIOS LABORATORIOS

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO Nº LE-055

INACAL

INFORME DE ENSAYOS Nº 22911-2025

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA POTABLE JAGS Bulcamarca "Pisq(c". (M1)	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformes totales	120	NMP/100mL
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	2.2	NMP/100mL
MB	Larvas de Helmintos (Cuantificación 1L)*	<1	Org./L
MB	Escherichia coli	<1	NMP/100mL
MB	Quistes y ooquistes de protozoarios patógenos (Cuantificación 1L)*	<1	Quistes/L
MB	OVL-Nemátodos (Cuantificación)*	<1	Org./L
MB	OVL-Rotíferos (Cuantificación)*	<1	Org./L
MB	OVL-Protozoarios (Cuantificación)*	960	Org./L
MB	Numeración de Escherichia coli (NMP)	2.2	NMP/100mL
MB	OVL-Algas (Cuantificación)*	<1	Org/L
MB	OVL-Copépodos (Cuantificación)*	<1	Org/L
MB	Huevos de Helmintos (Cuantificación 1L)*	<1	Huevos/L
FQ	Cloro Libre (Cl_2)*	<0.02	mg/L
FQ	Turbidez*	0.18	NTU
FQ	Sólidos Totales Disueltos	94	mg/L
FQ	pH*	8.1	U de pH
FQ	Dureza Total (como $CaCO_3$)	84.86	mg/L
FQ	Conductividad	185.2	µS/cm
FQ	Cloro Total (Cl_2)*	<0.02	mg/L
FQ	Cianuro Total*	<0.01	mg/L
FQ	Color*	<5	U de color

ABREVIATURAS:

ufc/mL	Unidades formadoras de colonia por mililitro
U de color	Unidades de color
Huevos/L	Huevos por litro
mg/L	Miligramos por litro
µS/cm	Microsiemens por centímetro
Org./L	Organismos por litro
NMP/100mL	Número más probable por 100 mililitros
NTU	Unidades nefelométricas de turbidez
U de pH	Unidades de pH
Quistes/L	Quistes por litro

MÉTODOS UTILIZADOS:

Numeración de Coliformes totales	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-B, Pag. 1-6, 24th Ed. 2023. Multiple tube fermentation technique for members of the coliform group: Standard Total Coliform Fermentation Technique.
Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-E, Pag. 10-11, 24th Ed. 2023. Multiple Tube fermentation technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedures (EC Medium).
Larvas de Helmintos (Cuantificación 1L)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 10000. 10900 Identification of Aquatic Organisms. 23rd Ed. 2017.
Recuento de Heterótrofos en Placa	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9215-B, Pag. 1-6, 23rd Ed. 2017. Heterotrophic Plate Count: Pour Plate Method.
Quistes y ooquistes de protozoarios patógenos (Cuantificación 1L)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000. 9711 Pathogenic Protozoa Pag. 1 a 5. / Part 10000. 10900 Identification of Aquatic Organisms. 23rd Ed. 2017.
OVL-Nemátodos (Cuantificación)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 10000. 10750 Nematological Examination. Pag. 10-46 a 10-113. 10900 Identification of Aquatic Organisms. 23rd Ed. 2017.
OVL-Rotíferos (Cuantificación)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 10000. 10900 Identification of Aquatic Organisms. 23rd Ed. 2017.
OVL-Protozoarios (Cuantificación)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000. 9711 Pathogenic Protozoa Pag.1 a 5. / Part 10000. 10900 Identification of Aquatic Organisms. 23rd Ed. 2017.

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

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

BHIOS LABORATORIOS

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

INACAL

INFORME DE ENSAYOS Nº 22911- 2025

MÉTODOS UTILIZADOS :

Numeración de Escherichia coli (NMP)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-F, Pag. 10-11, 24th Ed. 2023. Multiple tube fermentation technique for members of the coliform group: Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate
OVL-Algas (Cuantificación)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 10000. 10900 Identification of Aquatic Organisms. 23rd Ed. 2017.
OVL-Copépodos (Cuantificación)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 10000. 10900 Identification of Aquatic Organisms. 23rd Ed. 2017.
Huevos de Helmintos (Cuantificación 1L)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 10000. 10900 Identification of Aquatic Organisms. 23rd Ed. 2017.
Cloro Libre (Cl_2)	: Cloro Libre DPD - HACH
Turbidez	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 2130. Method 2130-B. Turbidity. Nephelometric Method. 23rd Ed. 2017.
Sólidos Totales Disueltos	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 2540-C. 24th Ed. 2023. SOLIDS. Total dissolved Solids Dried at 180° C.
pH	: AOAC Official Method 973.41 Chapter 11 Subchapter 1: 11.1.03 pH of Water. 21st Ed. Rev. Online 2019
Dureza Total (como $CaCO_3$)	: Norma Técnica Peruana 214.018 (Revisada al 2019) 1999 Agua para consumo Humano. Determinación de la dureza. Método volumétrico con EDTA.
Conductividad	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 2510-B, Pag 1-4, 24th Ed. 2023. Conductivity. Laboratory Method.
Cloro Total (Cl_2)	: Cloro Total DPD - HACH
Cianuro Total	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 4000 Method 4500-CN- J. Cyanide. Cyanogen Chloride Colorimetric Method. 23rd Ed. 2017.
Color	: Water Analysis Handbook HACH. Color True and Apparent. Method 8025: Platinum-Cobalt Standard Method. Pag.381. 4th Ed. Rev 2.

OBSERVACIONES :

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA.
*: Este símbolo, indica un exponente.
LC: Límite de cuantificación del método.
Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método
(a): Recuento estimado.
LD: Límite de detección del método.

Metales Totales

LAB	DETERMINACIÓN	LD	LC	AGUA POTABLE JASS Sulcamarca "Pluj c". (M1)	UNIDADES
FQ	Al (Aluminio)	0.008	0.020	<0.02	mg/L
FQ	As (Arsénico)	0.000004	0.00002	0.00075	mg/L
FQ	B (Boro)	0.001	0.005	0.045	mg/L
FQ	Ba (Bario)	0.0001	0.0004	0.3276	mg/L
FQ	Cd (Cadmio)	0.000001	0.00001	0.00003	mg/L
FQ	Cr (Cromo)	0.00001	0.00005	0.00026	mg/L
FQ	Cu (Cobre)	0.0002	0.001	<0.001	mg/L
FQ	Fe (Hierro)	0.002	0.010	<0.01	mg/L
FQ	Hg (Mercurio)	0.0001	0.0005	<0.0005	mg/L
FQ	Mn (Manganeso)	0.00002	0.0002	0.0007	mg/L
FQ	Mo (Molibdeno)	0.00002	0.0001	0.0001	mg/L
FQ	Na (Sodio)	0.010	0.050	3.11	mg/L
FQ	Ni (Níquel)	0.00001	0.00005	0.0001	mg/L
FQ	Pb (Plomo)	0.00008	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	U (Uranio)	0.000003	0.00002	0.00018	mg/L
FQ	Zn (Zinc)	0.001	0.003	0.024	mg/L

ABREVIATURAS:

FRP-06-F-05-02 Versión: 02 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por : GG Página 2 de 2

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

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

BHIOS LABORATORIOS

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO Nº LE-055

INACAL

INFORME DE ENSAYOS Nº 22911-2025

mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Metales Totales (DS 031) : EPA METHOD 6020 B, Rev. 2, July 2014 (VALIDADO - Modificado) (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2020 Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry

OBSERVACIONES :

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA
^ Este símbolo, indica un exponente.
LC: Límite de cuantificación del método
Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método
(e) : Recuento estimado
LD: Límite de detección del método

Aniones

LAB	DETERMINACIÓN	LD	LC	AGUA POTABLE JASS Subamarca "Pluijo". (M1)	UNIDADES
FQ	Cloruro (Cl^-)*	0.01	0.10	1.15	mg/L
FQ	Fluoruro (F^-)*	0.005	0.010	0.053	mg/L
FQ	Nitrato (NO_3^-)*	0.01	0.10	5.09	mg/L
FQ	Nitrito (NO_2^-)*	0.005	0.020	<0.020	mg/L
FQ	Sulfato (SO_4^{2-})*	0.01	0.10	2.40	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Aniones (DS 031) : Environmental Protection Agency. Method 300.0 Determination of Inorganic anions by Ion Chromatography Revision 2.1 August 1993

OBSERVACIONES :

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA
^ Este símbolo, indica un exponente.
LC: Límite de cuantificación del método
Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método
(e) : Recuento estimado
LD: Límite de detección del método

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 21/08/2025 al 22/08/2025
MB

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 22/08/2025

Blgo. Miguel Valdivia Martinez
Gerente Técnico

Fin del Informe

PRP-06-F-05-E Versión: 03 Elaborado por: GT / Revisado por: GAC / Aprobado por: GG Página 2 de 2

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

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

Anexo 06: Categoría 1: Poblacional y Recreacional Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable - D.S. 004 – 2017 MINAM

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	(µS/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	**	**

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

Anexo 07: Resolución Directoral N°160-2015/DIGESA/SA "Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transportes, almacenamiento y recepción de las muestras de agua para consumo humano"

MINISTERIO DE SALUD

No. 160-2015/DIGESA/SA

REPUBLICA DEL PERU

Resolución Directoral

Lima, 24.... *de*...Setiembre..... *del*....2015.

E. GIL

N. SAAVEDRA

Visto, el **Expediente n.° 39212-2015-DI,** y los informes números 2163-2015/DSB/DIGESA, y 2608-2015/DSB/DIGESA, de la Dirección de Saneamiento Básico e Informe n.° 00310-2015/ELV/DG/DIGESA, de la Dirección General de Salud Ambiental;

CONSIDERANDO:

E. LOPEZ

Que, mediante informes números 2163-2015/DSB/DIGESA y 2608-2015/DSB/DIGESA, la Dirección de Saneamiento Básico ha informado que resulta necesario contar con disposiciones de carácter general, que permitan a las personas del sector salud la toma, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de muestras de agua de consumo humano procedente del sistema de abastecimiento de las zonas urbanas y/o rurales, en el marco del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, aprobado por Decreto Supremo n.° 031-2010-SA; en efecto, se asegurará la representatividad e invariabilidad de las muestras;

P. NAVARRO

Que, al respecto, el artículo 9 del Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano, aprobado por Decreto Supremo n.° 031-2010-SA, establece que la Autoridad de Salud del nivel nacional para la gestión de la calidad del agua para consumo humano, es el Ministerio de Salud, y la ejerce a través de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA); en tanto, que la autoridad a nivel regional son las Direcciones Regionales de Salud (DIRESA) o Gerencias Regionales de Salud (GRS) o la que haga sus veces en el ámbito regional, y las Direcciones de Salud (DISA) en el caso de Lima, según corresponda;

F. QUICHIZ

Que, asimismo, el numeral 4 del artículo 9 del citado Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano, señala como función de la Dirección General de Salud Ambiental elaborar guías y protocolos para el monitoreo y análisis de parámetros físicos, químicos, microbiológicos y parasitológicos del agua para consumo humano;

Que, en ese sentido, la Dirección de Saneamiento Básico de la Dirección General de Salud Ambiental elaboró y propuso la aprobación del documento técnico "Protocolo de

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

E. GIL

S. TANG

N. SAAVEDRA

E. LOPEZ

P. NAVARRO

F. QUICHIZ

P. RETUERTO

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

Que, dicho protocolo deberá ser aprobado mediante una disposición general, puesto que de conformidad con el artículo VII del título preliminar de la Ley n.° 27444, Ley del Procedimiento Administrativo General, *"Las autoridades superiores pueden dirigir u orientar con carácter general la actividad de los subordinados a ellas mediante circulares, instrucciones y otros análogos, los que sin embargo, no pueden crear obligaciones nuevas."*;

Que, asimismo, de acuerdo, con el numeral 61.2 del artículo 61 de la de la Ley n.° 27444, Ley del Procedimiento Administrativo General, *"Toda entidad es competente para realizar las tareas materiales internas necesarias para el eficiente cumplimiento de su misión y objetivos, así como para la distribución de las atribuciones que se encuentren comprendidas dentro de su competencia."*;

Que, en efecto, con la aprobación del documento técnico denominado: "Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano", se establece un procedimiento confiable y seguro, que garantiza la predictibilidad y debido procedimiento durante la toma, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de las muestras de agua para consumo humano, realizadas en el marco del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, aprobado por Decreto Supremo n.° 031-2010-SA;

Con el visado del director y abogado de la Dirección de Saneamiento Básico; y del abogado de la Dirección General de Salud Ambiental; y

Estando a las conclusiones del Informe n.° 00310-2015/ELV/DG/DIGESA, del 24 de setiembre de 2015, de la Dirección General de Salud Ambiental:

De conformidad con el Decreto Legislativo n.° 1161, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Salud; el Decreto Supremo n.° 023-2005-SA, Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Salud; la Ley n.° 26842, Ley General de Salud; Decreto Supremo n.° 031-2010-SA, Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano; y la Ley n.° 27444, Ley del Procedimiento Administrativo General;

SE RESUELVE:

Artículo 1°.- Aprobar el "Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano".

Artículo 2°.- Encargar a la Dirección General de Salud Ambiental la difusión y supervisión de lo dispuesto en el citado protocolo.

Artículo 3°.- Disponer que las Diresas, Geresas, Disas o las que hagan sus veces son responsables de la aplicación del "Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano", en el ámbito de su jurisdicción.

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

MINISTERIO DE SALUD

No...160-2015/DIGESA/SA

REPUBLICA DEL PERU

Resolución Directoral

Lima, 24 de Setiembre del 2015

P. NAVARRO

Artículo 4°.- Disponer la publicación de la presente resolución en el Portal Electrónico de la Dirección General de Salud Ambiental.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

MINISTERIO DE SALUD
Dirección General de Salud Ambiental
DIGESA

MBA Mónica Patricia Saavedra Chumbe
DIRECTORA GENERAL

E. LOPEZ

E. QUICHIZ

S. TANG

E. GIL

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

PERÚ Ministerio de Salud

PROTOCOLO DE PROCEDIMIENTOS PARA LA TOMA DE MUESTRAS, PRESERVACIÓN, CONSERVACIÓN, TRANSPORTE ALMACENAMIENTO Y RECEPCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

E. NIETO

E. GIL

S. TANG

F. QUICHIZ

P. RETUERTO

www.digesa.minsa.gob.pe
Calle Las Amapolas N° 350
Urb. San Eugenio, Lince - Lima 14, Perú
Central Telefónica (511) 631-4430

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

Anexo 08: Protocolo de procedimientos para la toma de muestra, microbiológicas, RD-160-2015/DIGESA/SA.

E. NIETO

E. GIL

S. TANG

F. QUICHIZ

P. RETUERTO

E. NIETO

c) Consideraciones para la toma de muestras microbiológicas:

- Utilizar guantes al momento de la toma de muestra.
- Desamarre el cordón que ajusta la cubierta protectora de papel y saque la cubierta del frasco para la toma de muestra.
- Evitar tocar el interior del frasco o la cara interna del tapón, sujetando esta con la mano mientras se realiza el muestreo, sin colocarlo sobre algún material que lo pueda contaminar.
- Mientras mantiene la tapa en la mano, ponga inmediatamente el frasco debajo del chorro de agua y llénelo dejando un pequeño espacio de aire para facilitar la agitación durante la etapa de análisis.
- Si el agua está clorada, el frasco de muestreo debe contener tiosulfato de sodio en un porcentaje 3% (0.1 ml de tiosulfato de sodio al 3% por cada 120 ml) a fin de bloquear la acción del cloro.
- Coloque la tapa en el frasco o enrosque la tapa fijando la cubierta protectora de papel kraft en su lugar mediante el cordón.
- Sobre la cantidad de muestra necesaria ver el Listado de requisitos para la recepción de muestras ubicado en la página web de la Digesa http://www.Digesa.sld.pe/LAB/recepcion_muestras.asp y completar la ficha de datos de campo.

d) Consideraciones para la toma de muestras parasitológicas e hidrobiológicas:

- Utilizar guantes al momento de la toma de muestra.
- Tomar las muestras de preferencia en los mismos puntos de las tomas de muestras bacteriológicas y fisicoquímicas.
- En los puntos de captación, abrir el frasco de muestreo, invertirlo y sumergirlo a unos 30 cm por debajo de la superficie y luego girarlo en contra de la corriente.
- En los puntos de reservorio, cisternas, grifo, pozo o reservorios de almacenamiento, abrir el frasco de muestreo y colocarlo debajo del chorro de agua del grifo.
- Para muestras destinadas a los ensayos hidrobiológicos, después de tomada la muestra, se agrega el preservante y se procede a cerrar herméticamente el frasco de muestreo e inmediatamente se agita vigorosamente.
- Sobre la cantidad de muestra necesaria ver el Listado de requisitos para la recepción de muestras ubicado en la página web de la Digesa http://www.Digesa.sld.pe/LAB/recepcion_muestras.asp y completar la ficha de datos de campo.

e) Consideraciones para la toma de muestras físico químico:

a. Parámetros Inorgánicos

- Utilizar guantes al momento de la toma de muestra
- Enjuagar de dos a tres veces los frascos de muestreo con el agua a ser recolectada, con la finalidad de eliminar posibles sustancias existentes en su interior, agitar y desechar el agua de lavado.
- Llenar hasta el límite del frasco (no dejar espacio vacío), luego de tomada la muestra y dependiendo del tipo de análisis a ejecutar, se añade el preservante adecuado y cerrar herméticamente.
- Cumplir con los requisitos indicados en el Listado de requisitos para la recepción de muestras publicado en la página web de la Digesa http://www.Digesa.sld.pe/LAB/recepcion_muestras.asp

b. Parámetros Orgánicos

- Utilizar guantes al momento de la toma de muestra
- La toma de la muestra deberá realizarse de manera directa sin enjuagar el frasco, en la superficie del cuerpo de agua, es decir no introducir totalmente la boca del frasco de la botella.
- Cumplir con los requisitos indicados en el Listado de requisitos para la recepción de muestras publicado en la página web de la Digesa http://www.Digesa.sld.pe/LAB/recepcion_muestras.asp

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

Anexo 09: Panel fotográfico

Figura 19 : Se Evidencia la toma de muestra.

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

Figura 20: Manantial de Aziruni

Figura 21: Toma de muestra 1 del manantial Lacotuyo.

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

Figura 22: Toma de muestra 1 del manantial de agua del centro poblado de Huallatiri Union Pucara.

Figura 23: Toma de muestra 1 y rotulado del manantial aziruni de agua del centro poblado de Huallatiri.

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

Figura 24: Proceso de Rotulado de las muestras.

Figura 25: Proceso de llenado de la Cadena de custodia.

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

Figura 26: Muestras tomadas para el análisis de laboratorio de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.

Figura 27: Encuesta aplicada al centro poblado de huallatiri Union Pucara.

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.