

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y AMBIENTAL



LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Calidad Ambiental

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

Calidad del agua de consumo humano del sistema de agua “La Shita”,
comunidad de Santa Rosa Bajo, Chota – Cajamarca, 2024

AUTOR

Bach. Cristhian Antony Bustamante Bustamante

ASESOR

Dra. Azucena Chávez Collantes

CHOTA – PERÚ

2025



HOJA DE FIRMA DE JURADOS

Título de la Tesis:

"Calidad del agua de consumo humano del sistema de agua "La Shita"
comunidad de Santa Rosa Bajo, Chota – Cajamarca, 2024"

Autor(es):

Nombres y apellidos: Bach. Cristhian Antony Bustamante Bustamante

M. Sc. Ever Nuñez Bustamante
Presidente

M. Sc. Roxana Mabel Sempértegui Rafael
Secretario

M. Sc. Jimmy Alberto Díaz Estrada
Vocal




CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El que suscribe, Director encargado de la Unidad de Investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional Autónoma de Chota, **hace constar** que la tesis de investigación titulada "**Calidad de agua de consumo humano del sistema de agua "La Shita", comunidad de Santa Rosa Bajo, Chota – Cajamarca, 2024**"; ejecutado por el Bachiller **Cristhian Antony Bustamante Bustamante** de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental, **asesorado por la Dra. Azucena Chávez Collantes**; presenta un **ÍNDICE DE SIMILITUD DEL 13%**, sin incluir bibliografía; por lo tanto, cumple con el criterio de evaluación de originalidad establecido en el REGLAMENTO DE GRADOS Y TÍTULOS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA aprobado mediante RESOLUCIÓN DE COMISIÓN ORGANIZADORA N°120-2022-UNACH.

Se expide la presente, a petición de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

Chota, 23 de febrero de 2026.

Atentamente


M.Sc. Jimmy Alberto Díaz Estrada
Unidad de Investigación de EPIFA
UNACH

Cristhian Antony Bustamante Bustamante

Cristhian_Versión final.pdf

-  Calidad del agua de consumo humano del sistema de agua "La Shita", comunidad de Santa Rosa Bajo, Chota - Cajamarca, 2024
-  TESIS FORESTAL Y AMBIENTAL
-  Universidad Nacional Autónoma de Chota

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::1:3489240296

Fecha de entrega

23 feb 2026, 12:32 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

23 feb 2026, 12:50 p.m. GMT-5

Nombre del archivo

Cristhian_Versión_final_para_imprimir.pdf

Tamaño del archivo

11.0 MB

154 páginas

23.808 palabras

134.006 caracteres




13% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)
- Publicaciones

Fuentes principales

- 13%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 0%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad




N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Fuentes principales

- 13%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 0%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	Internet	repositorio.unach.edu.pe	4%
2	Internet	repositorio.upsc.edu.pe	2%
3	Internet	hdl.handle.net	1%
4	Internet	repositorio.unc.edu.pe	<1%
5	Internet	repositorio.unj.edu.pe	<1%
6	Internet	repositorio.undac.edu.pe	<1%
7	Internet	repositorio.unas.edu.pe	<1%
8	Internet	distancia.udh.edu.pe	<1%
9	Internet	repositorio.unaj.edu.pe	<1%
10	Internet	repositorio.ucv.edu.pe	<1%
11	Internet	repositorio.unsch.edu.pe	<1%

12	Internet	repositorio.upn.edu.pe	<1%
13	Internet	repositorio.uancv.edu.pe	<1%
14	Internet	repositorio.unu.edu.pe	<1%
15	Internet	apirepositorio.unh.edu.pe	<1%
16	Internet	m.repositorio.unj.edu.pe	<1%
17	Internet	repositorio.unat.edu.pe	<1%
18	Internet	eprints.uanl.mx	<1%
19	Internet	dspace.ucuenca.edu.ec	<1%
20	Internet	repositorio.unsaac.edu.pe	<1%
21	Internet	repositorioacademico.upc.edu.pe	<1%
22	Internet	fidesetratio.ulasalle.edu.bo	<1%
23	Internet	tesis.unap.edu.pe	<1%
24	Internet	www.noodlelive.com	<1%
25	Internet	repositorio.unsm.edu.pe	<1%

26	Internet	repositorio.unheval.edu.pe	<1%
27	Internet	repositorio.upla.edu.pe	<1%
28	Internet	rest-dspace.ucuenca.edu.ec	<1%
29	Internet	apirepositorio.unu.edu.pe	<1%
30	Internet	es.scribd.com	<1%
31	Internet	pdfcookie.com	<1%
32	Internet	www.dspace.uce.edu.ec	<1%
33	Internet	portaluni.unach.edu.pe	<1%
34	Internet	repositorio.inaigem.gob.pe	<1%
35	Internet	repositorio.unah.edu.pe	<1%
36	Internet	repositorio.unasam.edu.pe	<1%
37	Internet	repositorio.unjfsc.edu.pe	<1%
38	Internet	repositorio.upeu.edu.pe	<1%
39	Internet	www.mef.gob.pe	<1%

40 Internet
www.revistatyc.org.mx

<1%



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE INFORME FINAL DE TESIS

REG. N° 008-20256-FCA

El jurado evaluador designado con RESOLUCIÓN DE COORDINACIÓN DE FACULTAD N.° 272-2025-FCA/UNACH:

Nombres y apellidos	Cargo
M. Sc. Ever Nuñez Bustamante	Presidente
M. Sc. Roxana Mabel Sempértegui Rafael	Secretario
M. Sc. Jimmy Alberto Díaz Estrada	Vocal

De la tesis titulada:

"Calidad del agua de consumo humano del sistema de agua "La Shita" comunidad de Santa Rosa Bajo, Chota – Cajamarca, 2024"

Que ha sustentado el(los) Bachiller (es):

Nombres y apellidos	DNI
Cristhian Antony Bustamante Bustamante	73416933

Para obtener el título profesional de:

Ingeniero Forestal y Ambiental

Acuerdan por:

Unanimidad Mayoría

Aprobar Desaprobar

Otorgando la calificación de:

<input type="checkbox"/>	Aprobado
<input type="checkbox"/>	Excelente
<input checked="" type="checkbox"/>	Bueno
<input type="checkbox"/>	Regular

Desaprobado

Colpa Matara 26 de enero del 2026

M. Sc. Ever Nuñez Bustamante
Presidente

M. Sc. Roxana Mabel Sempértegui
Rafael
Secretario

M. Sc. Jimmy Alberto Díaz Estrada
Vocal

Dra. Azucena Chávez Collantes
Asesor

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía y fortaleza.

A mis Padres, por su amor inquebrantable
y ejemplo de perseverancia.

A mi pareja e hija, por ser mi fortaleza
y su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO

A Dios por otorgarme la vida, la fortaleza y la salud para poder alcanzar esta meta tan anhelada.

A la Universidad Nacional Autónoma de Chota; por el rigor, la infraestructura y la visión que definieron mi formación profesional.

A mis docentes, por compartir sus conocimientos y ser una guía constante en el camino del saber y a su vez ser inspiración de excelencia académica.

A mis padres Zenaida Bustamante Bravo y Ubil Elmer Bustamante Marrufo, por su amor incondicional, su sacrificio y apoyo constante e inquebrantable; este logro también es suyo.

Al jurado evaluador, por su constante apoyo en las revisiones de este trabajo y por brindarme sus valiosos comentarios que contribuyeron a la mejora final.

A mi asesora Dra. Azucena Chávez Collantes, por su paciencia, perseverancia y dedicación brindada, aportando conocimientos cruciales para el buen desarrollo y cumplimiento de este trabajo.

Finalmente, a mi esposa Ani Marilyn Cieza Fernandez por ser una fuente de amor, fuerza y perseverancia para lograr nuestras metas propuestas.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
ÍNDICE DE SIMILITUD	ii
ACTA DE SUSTENTACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
DEDICATORIA	xi
AGRADECIMIENTO	xii
RESUMEN	xxiii
ABSTRACT.....	xxiv
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.2. Formulación del problema	3
1.3. Justificación	4
1.4. Objetivos de la investigación.....	5
1.4.1. Objetivo general.....	5
1.4.2. Objetivos específicos	5
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	6
2.1. Antecedentes	6
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	6
2.1.2. Antecedentes nacionales	9
2.1.3. Antecedentes regionales.....	12
2.2. Bases teórico - científicas	16
2.2.1. Ciclo hidrológico	16
2.2.2. Seguridad hídrica	17
2.2.3. Calidad del agua en un sistema de abastecimiento rural.....	17
2.2.4. Tipos de agua	18
2.2.5. Parámetros fisicoquímicas y microbiológicas del agua de consumo humano.....	19

2.2.6.	Estándares de calidad ambiental (ECA)	22
2.2.7.	Límites Máximos Permisibles (LMP) para agua de consumo humano	23
2.2.8.	Sistema de abastecimiento de agua potable	24
2.3.	Marco conceptual.....	25
2.3.1.	Agua para consumo humano.....	25
2.3.2.	Sistema de agua potable.....	25
2.3.3.	Parámetros fisicoquímicos	25
2.3.4.	Parámetros microbiológicos.....	25
2.3.5.	Agua inocua	26
2.3.6.	Estándares de Calidad Ambiental (ECA)	26
2.3.7.	Límites Máximos Permisibles (LMP).....	26
2.4.	Hipótesis	26
2.5.	Operacionalización de variables.	27
CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO		29
3.1.	Tipo y nivel de investigación.....	29
3.2.	Diseño de la investigación	29
3.2.1.	Ubicación de puntos de muestreo	31
3.2.2.	Rotulado, conservación y traslado de muestras para su análisis.....	33
3.2.3.	Frecuencia de monitoreo.....	34
3.2.4.	Análisis de parámetros fisicoquímico y microbiológicos	35
3.3.	Método de investigación	37
3.4.	Población, muestra y muestreo	37
3.4.1.	Población.....	37
3.4.2.	Muestra	37
3.4.3.	Muestreo	37

3.5.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	38
3.5.1.	Técnicas de recolección de los datos	38
3.5.2.	Instrumentos para la recolección de los datos.....	40
3.6.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos	40
3.7.	Aspectos éticos.....	40
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIONES.....		41
4.1.	Propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del agua de consumo humano del sistema de agua “La Shita”	41
4.1.1.	Temperatura	41
4.1.2.	Potencial de hidrógeno (pH)	41
4.1.3.	Turbidez	42
4.1.4.	Conductividad eléctrica	42
4.1.5.	Oxígeno Disuelto	42
4.1.6.	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅).....	43
4.1.7.	Coliformes totales	43
4.1.8.	Coliformes termotolerantes.....	43
4.1.9.	Escherichia coli.....	44
4.1.10.	Color	44
4.1.11.	Cloro residual.....	45
4.1.12.	Hierro (Fe)	45
4.1.13.	Correlación entre parámetros evaluados	48
4.2.	Comparación de las concentraciones de propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del agua de consumo humano en la captación con los ECA establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.	52
4.2.1	Temperatura	52

4.2.2	Potencial de Hidrógeno (pH)	53
4.2.3	Turbidez	54
4.2.4	Conductividad.....	55
4.2.5	Oxígeno Disuelto	56
4.2.6	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅).....	57
4.2.7	Coliformes Totales.....	58
4.2.8	Coliformes Termotolerantes	59
4.2.9	Escherichia coli.....	60
4.2.10	Hierro (Fe)	61
4.3.	Comparación de las concentraciones de propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del agua de consumo humano en el reservorio y las viviendas con los LMP establecidos en el D.S. N° 031-2010-SA.....	63
4.3.1.	Potencial de Hidrógeno (pH)	63
4.3.2.	Turbidez	64
4.3.3.	Conductividad Eléctrica.....	65
4.3.4.	Hierro (Fe)	67
4.3.5.	Coliformes Totales.....	68
4.3.6.	Coliformes Termotolerantes	69
4.3.7.	Escherichia coli.....	70
4.3.8.	Prueba estadística de normalidad y varianza entre los parámetros evaluados.....	72
4.4.	Contrastación de la hipótesis.	73
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		76
5.1.	Conclusiones	76
5.2.	Recomendaciones	77
CAPÍTULO VI REFERENCIAS.....		78

CAPITULO VII ANEXOS94

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 ECA de agua, Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable	22
Tabla 2 LMP de parámetros microbiológicos y parasitológicos.....	23
Tabla 3 LMP de parámetros de calidad organoléptica.....	23
Tabla 4 Operacionalización de variables	27
Tabla 5 Puntos de monitoreo	31
Tabla 6 Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos evaluados	35
Tabla 7 Estadística descriptiva de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del sistema de abastecimiento de agua	47
Tabla 8 Prueba de normalidad Shapiro–Wilk para los parámetros evaluados.....	48
Tabla 9 Prueba estadística de normalidad y varianza	73
Tabla 10 Comparación de parámetros analizados con los LMP del D.S. N° 031-2010-SA...	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ciclo hidrológico del agua	16
Figura 2 Tipos de consumo de agua	18
Figura 3 Sistema de abastecimiento de agua potable	24
Figura 4 Diseño de investigación.....	30
Figura 5 Mapa de ubicación de los puntos de monitoreo del proyecto	32
Figura 6 Matriz de correlación entre los parámetros de calidad de agua del sistema de abastecimiento La Shita	51
Figura 7 Comparación de los valores de temperatura del agua en la captación con el ECA – Categoría A1	52
Figura 8 Comparación de los valores de pH del agua en la captación con el ECA – Categoría A1.....	53
Figura 9 Comparación de los valores de turbiedad del agua en la captación con el ECA – Categoría A1	54
Figura 10 Comparación de los valores de conductividad eléctrica del agua en la captación con el ECA – Categoría A1	55
Figura 11 Comparación de los valores de OD del agua en la captación con el ECA – Categoría A1.....	56
Figura 12 Comparación de los valores de DBO ₅ del agua en la captación con el ECA – Categoría A1	57

Figura 13 Comparación de los valores de Coliformes totales del agua en la captación con el ECA – Categoría A1	59
Figura 14 Comparación de los valores de Coliformes termotolerantes del agua en la captación con el ECA – Categoría A1	60
Figura 15 Comparación de los valores de E. coli del agua en la captación con el ECA – Categoría A1	61
Figura 16 Comparación de los valores de Fe del agua en la captación con el ECA – Categoría A1	62
Figura 17 Comparación de los valores del pH en el reservorio y viviendas comparados con los LMP	64
Figura 18 Comparación de los valores de la turbiedad en el reservorio y viviendas comparados con los LMP	65
Figura 19 Comparación de los valores de la conductividad en el reservorio y viviendas comparados con los LMP	66
Figura 20 Comparación de los valores de Fe en el reservorio y viviendas comparados con los LMP	68
Figura 21 Comparación de los valores de coliformes totales en el reservorio y viviendas comparados con los LMP	69
Figura 22 Comparación de los valores de coliformes termotolerantes en el reservorio y viviendas comparados con los LMP	70

Figura 23 Comparación de los valores de E. coli en el reservorio y viviendas comparados con los LMP.....	71
Anexo 1: Panel fotográfico Figura 24 Croquis del Sistema de Abastecimiento de Agua "La Shita" - Santa Rosa	94
Figura 25 Estructura de captación del sistema de agua “La Shita”, comunidad Santa Rosa Bajo – Chota.....	94
Figura 26 Toma de muestra en captación del sistema de agua “La Shita”, comunidad de Santa Rosa Bajo – Chota	95
Figura 27 Caja rompe presión del sistema de agua “La Shita”, comunidad Santa Rosa Bajo – Chota.....	95
Figura 28 Rotura en la tubería de conducción del sistema de agua “La Shita”, Santa Rosa Bajo – Chota.....	96
Figura 29 Recolección de muestras en la captación	96
Figura 30 Rotulado de las muestras tomadas en la captación de agua “La Shita”	97
Figura 31 Recolección de muestras en el reservorio	97
Figura 32 Recolección de muestra en reservorio.....	98
Figura 33 Recolección de muestras en la vivienda intermedia.....	98
Figura 34 Recolección de muestras en la vivienda más alejada.....	99
Figura 35 Toma de muestra para el parámetro de oxígeno disuelto.....	99
Figura 36 Medición de cloro residual	100

Figura 37 Ausencia de color rosa en la muestra, indicador de ausencia de cloro residual... 100

Figura 38 Transporte de muestras de agua para análisis fisicoquímico y microbiológico ... 101

Figura 39 Muestras aseguradas para su transporte al laboratorio Regional de Cajamarca... 101

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo evaluar la calidad del agua de consumo humano del sistema de agua “La Shita”, comunidad de Santa Rosa Bajo, Chota – Cajamarca. Se establecieron cuatro puntos de monitoreo (captación, reservorio, vivienda intermedia y vivienda final), las muestras fueron tomadas durante la temporada de lluvias (febrero y abril de 2024) y la temporada seca (agosto de 2024). Se analizaron propiedades fisicoquímicas y microbiológicas, estas fueron enviadas al laboratorio regional del agua - GORE Cajamarca y los resultados se compararon con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua – categoría A1 del D.S. N.º 004-2017-MINAM y con los Límites Máximos Permisibles (LMP) del D.S. N.º 031-2010-SA. Los resultados muestran que, en cuanto a parámetros fisicoquímicos, la temperatura promedio general fue de 16,30 °C, el pH osciló entre 7,6 y 7,8; la turbidez alcanzó hasta 9,19 UNT, la conductividad eléctrica en promedio fue de 476,3 $\mu\text{S cm}^{-1}$ y el color del agua osciló entre 0 y 10 UCV. En cuanto a los parámetros microbiológicos, se encontraron coliformes totales de hasta 9 200 NMP/100 mL, coliformes termotolerantes de hasta 3 500 NMP/100 mL y *Escherichia coli* con una concentración máxima de 3 500 NMP/100 mL. Además, hubo ausencia de cloro residual y de los metales evaluados solo pudo ser cuantificable el hierro presentando una media de 0,0383 mg L⁻¹. Concluyendo que, los parámetros microbiológicos y turbidez exceden los valores establecidos. Por tanto, se determina que el agua del sistema “La Shita” no es apta para el consumo humano sin previo tratamiento.

Palabras clave: calidad del agua, parámetros microbiológicos, consumo humano, Límites Máximos Permisibles, sistema de abastecimiento.

ABSTRACT

The objective of the research was to evaluate the quality of drinking water from the “La Shita” water system in the community of Santa Rosa Bajo, Chota – Cajamarca. Four monitoring points were established (catchment, reservoir, intermediate housing, and final housing), and samples were taken during the rainy season (February and April 2024) and the dry season (August 2024). Physicochemical and microbiological properties were analyzed and sent to the regional water laboratory - GORE Cajamarca, and the results were compared with the Environmental Quality Standards (ECA) for water – category A1 of D.S. N°. 004-2017-MINAM and with the Maximum Permissible Limits (LMP) of D.S. No. 031-2010-SA. The results show that, in terms of physicochemical parameters, the overall average temperature was 16,30 °C, the pH ranged between 7,6 and 7,8, turbidity reached up to 9,19 UNT, the average electrical conductivity was 476,3 $\mu\text{S cm}^{-1}$, and the color of the water ranged between 0 and 10 UCV. In terms of microbiological parameters, total coliforms of up to 9 200 NMP/100 mL, thermotolerant coliforms of up to 3 500 NMP/100 mL, and *Escherichia coli* with a maximum concentration of 3 500 NMP/100 mL were found. In addition, a total absence of residual chlorine was reported and of the metals evaluated, only iron could be quantified, presenting an average of 0,0383 mg L^{-1} . It is concluded that, microbiological parameters exceed established values, both at the intake and in the distribution system. Therefore, it is determined that water from the “La Shita” system is not suitable for human consumption without prior treatment.

Keywords: water quality, microbiological parameters, human consumption, Maximum Permissible Limits, supply system.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

El agua es uno de los recursos naturales con mayor importancia y esencial para la vida de los seres humanos; la Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2023) manifiesta que el agua es el núcleo del desarrollo sostenible, prioritario para el progreso social y económico, también para el desarrollo energético, alimentario, ecosistémico y para la supervivencia humana; por otro lado, es un factor importante para la adaptación al cambio climático y forma parte de un vínculo decisivo entre sociedad y ambiente.

No obstante, la contaminación del agua, contaminación de las cuencas hidrográficas e infraestructura insuficiente para tratamiento de agua potable en zonas rurales, constituye una amenaza en la salubridad de las comunidades (Ramos et al., 2025).

La calidad del agua para consumo humano es esencial para la salud y el bienestar humanos; la disponibilidad universal al agua potable es un derecho humano fundamental y paso indispensable para mejorar los niveles de vida en todo el mundo (Molinos et al., 2019). Sin embargo, la ONU (2023) señala que, la cifra de la población mundial que no dispone de servicios gestionados de manera segura supera los 2 200 millones de personas. El recurso hídrico contaminado con microorganismos transmite enfermedades como hepatitis, fiebre tifoidea, enfermedades diarreicas, disentería, el cólera entre otras que pueden causar la muerte; a nivel mundial cada año 505 000 mueren a causa de estas enfermedades (OMS, 2023).

En Perú, parte de la población aún no tiene agua potable disponible; según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2017 citado por Gastañaga, 2018) el 10,6% de la población no tiene servicio de agua por red pública, de esta cantidad el

1,2% se abastece de camión cisterna, el 2% de pozo, el 4% de río, acequia o manantial y el 3,3% de otras fuentes. El Perú también se enfrenta al problema de la disponibilidad de agua, existen varias regiones del país con limitación de agua para consumo, así hasta el 2023, en Huancavelica solo el 12,3% cuenta con acceso a agua con cloro adecuado, en Cajamarca solo el 11,7%, en Piura solo el 8,8%, en Lambayeque solo el 7,4% y en Pasco solo el 3,1% (Comexperu, 2024); además, Villena (2018) menciona que el Perú por su actividad productiva mineralógica viene siendo contaminado por metales pesados que vienen alcanzando al agua de consumo humano; manifestándose contaminación por plomo en el centro del país, cadmio en el norte y mercurio en el sur.

A nivel regional, el 23,4% de la población rural de Cajamarca no tiene acceso al servicio de agua conectada a una red pública y de la población que tiene acceso al servicio de agua solo el 2% consume agua clorada (Gobierno Regional de Cajamarca, 2024). Además según INEI (2018) establece que el 13,2% de la población de la región Cajamarca se abastece de agua de pozos subterráneos; la administración del agua viene siendo gestionada por organizaciones comunales, anteriormente considerados como comités de agua; en este aspecto, la región de Cajamarca ha logrado constituir en la zona rural a 3 975 organizaciones comunales (Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento [SUNASS], 2022); estas organizaciones son representadas por el consejo directivo, responsable de la administración, operación y mantenimiento de los sistemas de agua y saneamiento, sin fines de lucro. Romero (2021) manifiesta que uno de los procesos en los que las organizaciones han priorizado, es en la cloración del agua. Pese a eso, en algunos lugares no está generando buenos resultados, en la mayoría de los casos no se aplica las concentraciones necesarias de cloro debido al limitado conocimiento o escasos recursos económicos. Esto lo afirma la Red de Comunicación Regional (RCR, 2019) quien ejecuto una serie de muestreos en los

sistemas de agua de 26 localidades rurales en la provincia de Chota, se encontró presencia de coliformes totales y fecales debido a la ausencia de cloración o utilización de concentraciones no adecuadas.

Actualmente todos los gobiernos locales cuentan con el Área Técnica Municipal (ATM) encargados de orientar, capacitar y prestar asistencia técnica a las JASS para un correcto y eficiente desempeño en cloración, mantenimiento y operación, pero, existe poco compromiso de trabajo por las ATM y poco interés por parte de las JASS para solicitar asistencia técnica. En consideración a lo descrito y teniendo en cuenta que, a nivel local, en la comunidad de Santa Rosa Bajo específicamente en su sistema de agua “La Shita” que abastece a 125 asociados según el padrón de actas que maneja la JASS; no se han realizado monitoreo de calidad de dicha agua y se tiene como único proceso de tratamiento a la cloración, del cual no se sabe si está funcionando de manera permanente y efectiva. A todo esto, y considerando los daños que puede ocasionar el consumo de agua contaminada sobre la población beneficiaria, surgió la necesidad de realizar la presente investigación que tiene como objetivo general: “Evaluar la calidad del agua de consumo humano del sistema de agua “La Shita”, comunidad de Santa Rosa Bajo, Chota”.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es la calidad del agua de consumo humano del sistema de agua “La Shita” comunidad de Santa Rosa Bajo, Chota?

1.3. Justificación

El agua es el eje del desarrollo sostenible, del cual depende el desarrollo social, económico, productivo y alimentario; además es fundamental para la supervivencia de la humanidad (ONU, 2023); por esta razón, fue importante analizar la calidad de agua del sistema de agua “La Shita” de la comunidad de Santa Rosa Bajo, para determinar si cumple con las normativas peruanas vigentes, esto permitió establecer si el agua está libre de contaminantes y no significa un peligro para la salud de las personas.

La disponibilidad de agua potable de calidad es un derecho humano fundamental y su ausencia puede producir la propagación de enfermedades propagadas por el agua, afectando principalmente a niños y adultos mayores [Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS, 2024)]. La información sobre la calidad del agua consumida en Santa Rosa Bajo, que se proporciona en la presente investigación podría facilitar la implementación de medidas destinadas a salvaguardar la salud y mejorar la calidad de vida de esta población.

Por otro lado, esta investigación aporta datos y estadísticas fundamentales que pueden servir como base para mejorar la gestión del recurso hídrico y el nivel de vida de la población; además esta investigación pretende apoyar a la comunidad académica local, regional, nacional e internacional, así como a la comunidad científica proporcionando información para nuevas investigaciones.

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo general

- Evaluar la calidad del agua de consumo humano del sistema de agua “La Shita”, comunidad de Santa Rosa Bajo, Chota-Cajamarca, 2024.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del agua de consumo humano del sistema de agua “La Shita”, comunidad Santa Rosa Bajo - Chota.
- Comparar si las concentraciones de propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del agua de consumo humano en la captación cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) establecidos en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.
- Comparar si las concentraciones de propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del agua de consumo humano del reservorio y las viviendas cumplen con los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes internacionales

Ramos et al. (2025) evaluaron los riesgos del sistema de abastecimiento y distribución de agua potable en zonas rurales de Boyacá - Colombia, para ello evaluaron 72 muestras de agua en 18 sistemas de abastecimiento, las muestras se recolectaron entre julio de 2022 y febrero de 2023, los parámetros evaluados fueron cloro residual, pH, color aparente, turbidez, coliformes totales y *Escherichia coli*. Obtuvieron como resultados un pH promedio de $6,77 \pm 0,9$; una turbidez promedio de $25 \pm 3,75$ NTU; y detectaron cloro residual libre en la red de distribución de solo cuatro de los seis acueductos que utilizan desinfectantes, en promedio, las muestras reportaron una concentración de cloro de $0,67 \pm 0,41$ mg/L Cl₂, lo cual cumplió con el requisito mínimo establecido por la normativa colombiana (0,3–2,0 mg/L Cl₂); en el acueducto de Cuítiva, a pesar de la presencia de desinfectantes en la red, no se eliminaron los coliformes totales. Respecto al color aparente 11 acueductos superaron el límite máximo con un promedio de $43,9 \pm 43,1$ unidades Platino-Cobalto (UPC), también obtuvieron una concentración promedio de $1\ 156 \pm 916$ UFC/100 mL de coliformes totales, y una concentración promedio de 66 ± 158 UFC/100 mL de *E. coli*. Cabe señalar que no se hallaron variaciones estadísticamente relevantes ($p > 0,05$) en los parámetros promedio de calidad del agua al comparar diferentes tipos de fuentes que abastecen a los acueductos rurales. Concluyeron que las concentraciones totales de coliformes y *E. coli* excedieron sistemáticamente los valores exigidos por la normativa colombiana y la OMS, lo que indica una contaminación microbiana significativa en todas las etapas.

Alum et al. (2023) analizaron las características físicoquímico y bacteriológico del agua potable y para uso doméstico en Amaozara Ozizza, Afikpo Norte, estado de Ebonyi, Nigeria, para ello recolectaron tres muestras de agua potable de tres fuentes de agua: el pozo de Ogo, Ogbuku y Ugwuiyi. Obtuvieron como resultados un pH de 6,5–7,2, temperatura de 26,5–28 °C, OD de 5,8–6,5 mg L⁻¹, conductividad eléctrica de 250–300 $\mu\text{S cm}^{-1}$, metales como Ca (10–15 mg L⁻¹), Cl (5–10 mg L⁻¹), Mg (8–12 mg L⁻¹), K (2–4 mg L⁻¹), Zn (0,01–0,05 mg L⁻¹), Ni (<0,01 mg L⁻¹), Mn (0,02–0,06 mg L⁻¹), Pb y Cd (no detectados), Fe (0,1–0,3 mg L⁻¹), Cu (0,005–0,02 mg L⁻¹) y Cr (<0,01 mg L⁻¹). En el análisis microbiológico se detectaron coliformes totales (50–100 UFC/100 mL), coliformes fecales (20–50 UFC/100 mL) y *Escherichia coli* (10–30 UFC/100 mL). Concluyeron que, pese a cumplir parámetros físico-químicos, el agua presenta contaminación fecal y no es apta para el consumo humano.

Palacios y Velastegui (2020) evaluaron la calidad del agua de consumo humano en la comunidad de San Rafael, Pichincha, Colombia; tomaron muestras de agua en la planta de pretratamiento, reservorio y en la última conexión domiciliaria, y realizaron los análisis físicoquímicos y microbiológicos para posteriormente compararlo con la legislación de calidad de agua en Colombia; de las muestras obtuvieron que el pH es ligeramente alcalino en un rango de 7,91 a 9,10; la conductividad eléctrica estuvo entre 37,60 a 84,00 $\mu\text{S cm}^{-1}$; la temperatura presentó valores de 7,83 a 17,17 °C; la turbiedad fue de 8,25 a 17,33 NTU y los coliformes totales y fecales estuvieron por debajo de 1,1 NMP 100ml⁻¹; concluyen que todos los parámetros evaluados cumplen con la norma TULSMA, a excepción de la turbidez que sobrepasa los límites.

Faviel et al. (2020) en su estudio analizaron la potabilidad del agua en comunidades rurales de Chiapas, México y los resultados los compararon con la normativa Mexicana; muestrearon un total de 29 pozos de abastecimiento de agua

subterránea, las muestras fueron tomadas una sola vez; obteniendo como resultados principales que los valores de la alcalinidad estuvieron entre una amplitud de 100 a 240 mg L⁻¹; el pH entre 6,8 a 8,5 y coliformes fecales que variaron desde 0 a 144 UFC ml⁻¹; concluyeron que el agua no es potable, si antes no pasa por un sistema de tratamiento.

Lucas y Carreño (2018) estudiaron la calidad del agua de consumo humano en las comunidades de Julián y Severino, Ecuador; utilizaron un muestreo aleatorio con tres repeticiones y analizaron los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos; obtuvieron como resultados que la temperatura estuvo entre una amplitud de 23 a 28 °C; la alcalinidad de 124 a 250 mg L⁻¹; la turbiedad de 7 a 25 NTU; la conductividad entre 314 y 529 μS/cm; los coliformes totales de 239 a 9 000 NMP 100 ml⁻¹ y los coliformes fecales de 100 a 400 NMP 100 ml⁻¹; concluyeron que la calidad del agua presenta contaminación en los parámetros microbiológicos, los cuales impiden que sea apta para consumo directo sin previo tratamiento mínimo de un sistema de cloración.

Baquero et al. (2018) analizaron la calidad de agua de uso poblacional en Choachí, Colombia y la compararon con la normativa colombiana; las muestras fueron tomadas en el sistema de captación y distribución, los resultados que obtuvieron para la muestra en el sistema de distribución fue de 0,35 NTU para turbiedad; 31,61 UCV de color; 6,29 de pH; 0 NMP 100 ml⁻¹ de coliformes totales y *Escherichia coli*; los valores obtenidos en captación fue 23,04 NTU para turbiedad; 0 UCV de color; 6,22 de pH; 0 NMP 100 ml⁻¹ de coliformes totales y *Escherichia coli*; concluyen que en el sistema de distribución solamente el color excede la norma y en el sistema de captación solamente la turbiedad excede la normativa colombiana.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Jiménez y Rincón (2024) evaluaron la calidad del agua del sistema de abastecimiento La Lima, en época de estiaje, para ello ejecutaron muestreos en reservorio (PM-001-RLL), punto medio (PM-002-PMLL) y última vivienda (PM-003-UVLL); los parámetros evaluados fueron: turbidez, pH, color, cloro residual, coliformes totales, coliformes termotolerantes y *E. coli*. Consiguieron como resultados en el punto PM-001-RLL una turbiedad de 8,46 NTU, pH de 8,07 unidades de pH, un color de 7,09 UPC, cloro residual <LCM, coliformes totales de 350 NMP/100mL, coliformes termotolerantes de 46 NMP/100mL y 46 NMP/100mL en *E. coli*. Por otro lado, en el punto PM-002-PMLL obtuvieron una turbiedad de 5,27 NTU, pH de 7,85 unidades de pH, un color de 7,09 UPC, cloro residual <LCM, coliformes totales de 170 NMP/100mL, coliformes termotolerantes de 110 NMP/100mL y 110 NMP/100mL en *E. coli*, por último, en el punto PM-003-UVLL, obtuvieron una turbiedad de 3,17 NTU, pH de 7,90 unidades de pH, un color de 11,20 UPC, cloro residual <LCM, coliformes totales de 210 NMP/100mL, coliformes termotolerantes de 27 NMP/100mL y 27 NMP/100mL en *E. coli*. Concluyeron que en los 3 puntos de muestreo el cloro residual como los parámetros microbiológicos difieren de los LMP estipulados en el D.S. N°031-2010-SA para agua potable, por lo tanto; el agua del sistema de abastecimiento La Lima no es potable.

Chávez (2024) evaluó la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua superficial para consumo humano en la comunidad Villa Pocona, Yunguyo, mediante la recolección de muestras en la captación del sistema de abastecimiento. Obtuvo como resultados un pH de 6,58, conductividad eléctrica de 36,9 $\mu\text{S cm}^{-1}$, turbiedad menor a 1 NTU, sólidos disueltos totales de 22,8 mg L^{-1} , color menor a 1 UCV, oxígeno disuelto de 7,05 mg L^{-1} , dureza total de 7,72 $\text{mg CaCO}_3/\text{L}$, cloruros de 0,258 mg L^{-1} , sulfatos de

0,402 mg L⁻¹ y nitratos de 0,567 mg L⁻¹; todos estos parámetros se encontraron acorde con los ECA vigentes. Sin embargo, los indicadores microbiológicos superaron los estándares permitidos: se detectaron coliformes totales, coliformes termotolerantes y *E. coli* en concentraciones de 23 NMP/100 mL, mientras que *Vibrio cholerae* no fue detectado. Se concluyó que, aunque el agua cumple con los estándares físicoquímicos, la presencia de materia fecal, genera un peligro sanitario para los habitantes.

Sosa (2022) evaluó la calidad del agua para consumo humano en el centro poblado rural de Yapac y San Antonio de Chucchuc del Distrito de Colpas, Huánuco y los comparó con los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA; para ello, tomó los reservorios como puntos de muestreo y realizó cuatro repeticiones, de las muestras obtuvo como resultados un valor en la conductividad de 15 a 40 umho cm⁻¹; la turbiedad fue de 0 UNT; el color de 0 UPC; el pH tuvo una amplitud de 7,4 a 8,4; el cloro residual estuvo entre 0,5 y 2,0 mg L⁻¹; los *Coliformes totales* estuvieron en intervalos de 16 y 39 NMP 100 ml⁻¹; los coliformes termotolerantes entre 12 y 21 NMP 100 ml⁻¹; las bacterias heterótrofas de 75 a 100 NMP 100 ml⁻¹ y el contenido de *Escherichia coli* fue de 0 NMP 100 ml⁻¹; para la comunidad de Chucchuc los resultados fueron, conductividad de 11 a 123 umho cm⁻¹; turbiedad de 0 UNT; color de 0 UPC; pH de 6,5 a 7,7; cloro residual de 0,7 a 0,8 mg L⁻¹; coliformes totales de 10 y 65 NMP 100 ml⁻¹; coliformes termotolerantes de 8 a 40 NMP 100 ml⁻¹; bacterias heterótrofas de 40 a 104 NMP 100 ml⁻¹ y el contenido de *Escherichia coli* fue de 0 NMP 100 ml⁻¹; concluye que los parámetros físicoquímicos están dentro de los LMP, en cambio los microbiológicos exceden los LMP.

Espinoza (2022) analizó los parámetros físicoquímicos y bacteriológicos del agua de consumo humano en la ciudad de Ticslacayán; el muestreo lo realizó en la caja de reunión de los cuatro sistemas de abastecimiento y en la vivienda aledaña al

reservorio, con un total de siete repeticiones tomadas mensualmente; en la captación obtuvo valores promedio con una amplitud de 7,8 a 8,3 en pH; en temperatura de 8,6 a 11,6 °C; conductividad de 490 a 549,4 $\mu\text{S cm}^{-1}$ y los niveles de coliformes totales se mantuvieron en intervalos de 2 a 5 UFC 100 mL⁻¹; en la vivienda obtuvo valores promedio con una amplitud de 7,9 a 8,0 en pH; en temperatura de 11,6 a 12,6 °C; conductividad de 417,4 a 603,3 $\mu\text{S cm}^{-1}$ y los niveles de coliformes totales no sobrepasaron los 2 UFC 100 mL⁻¹. Concluyó que el agua que consume la población de Ticiacayán registra parámetros dentro de los LMP reafirmando su potabilidad.

Broisett et al. (2018) estudiaron las características fisicoquímicas y microbiológicas en agua para consumo humano en Puno; utilizaron la metodología establecida en los métodos normalizados para el análisis de aguas: APHA, AWWA 2012, las que incluyen técnicas nefelométricas, fotométricas y colorimétricas, el muestreo lo realizaron una sola vez de cuatro fuentes de captación, de las muestras obtuvieron como resultados que, los valores de pH estuvieron entre 6,74 y 8,38; la turbidez entre 7,1 y 8,7 NTU; los sólidos totales de 0,43 a 1,0 mg L⁻¹; la conductividad de 215,9 a 292,8 $\mu\text{mho cm}^{-1}$; metales pesados con valores máximos de 0,2 mg L⁻¹; respecto al contenido microbiológico solo encontraron presencia de *Escherichia coli* en concentraciones de 633,3 a 11 866,6 UFC 100 mL⁻¹; en cuanto a los metales, se reportaron concentraciones como hierro (0,220 mg/L en superficie y 0,254 mg/L en pozos), manganeso (<0,015 mg/L y 0,123 mg/L), bario (0,147–0,471 mg/L), sodio (6,61–14,31 mg/L), zinc (<0,022–0,033 mg/L), y niveles no detectables para cadmio, plomo, mercurio y arsénico Concluyen que los parámetros fisicoquímicos si cumplen con los LMP del D.S. N° 031-2010-SA, en cambio, los parámetros microbiológicos sobrepasan los niveles vigentes de los LMP.

2.1.3. Antecedentes regionales

Fernández (2025) determinó la calidad del agua para consumo humano del caserío El Paraíso, Lajas, Chota, para ello analizaron los parámetros microbiológicos y organolépticos en el reservorio del sistema de abastecimiento, realizó cinco muestreos durante los meses de marzo a mayo. Obtuvo como resultados que los coliformes totales se detectaron únicamente en el tercer muestreo con un nivel de 23 NMP 100 mL⁻¹, por otro lado, los coliformes fecales o termotolerantes estuvieron presentes en el segundo y tercer muestreo, con concentraciones de 6 y 12 NMP 100 mL⁻¹ respectivamente, superando los LMP de 0 NMP 100 mL⁻¹. En cuanto a la turbidez, los valores oscilaron entre 1,35 y 4,05 NTU, manteniéndose por debajo del LMP de 5 NTU. El pH varió entre 6,75 y 6,91; dentro del rango permitido de 6,5 a 8,5. La conductividad presentó un rango de 62,5 a 215,3 $\mu\text{S cm}^{-1}$, valores significativamente inferiores al LMP de 1 500 $\mu\text{S cm}^{-1}$. Los SDT fluctuaron entre 55,5 y 135 mg L⁻¹, también dentro del rango normativo. Finalmente, el cloro libre residual estuvo presente en todas las muestras, manteniéndose entre 0,22 y 0,84 mg L⁻¹, cumpliendo con el rango establecido (0,5–1,0 mg L⁻¹) excepto en el segundo y quinto muestreo, donde estuvo por debajo del valor mínimo recomendado. Concluyó que, el agua prevista para el consumo humano en el caserío El Paraíso no es potable.

Castro (2024) evaluó la calidad del agua de consumo humano en base a los parámetros microbiológicos y parasitológicos en el distrito de Huambos, provincia de Chota; para ello analizó los parámetros de pH, temperatura y turbidez, coliformes totales, coliformes termotolerantes, y *E. coli*. Se realizó cuatro monitoreos en la captación, PTAP, reservorio, vivienda intermedia y vivienda final. La investigación demostró que en la captación un pH promedio de 7,33 unidades de pH, una temperatura promedio de 19,75 °C, una turbiedad promedio de 0,24 UNT, coliformes totales

promedio de 42 UFC 100mL⁻¹, coliformes termotolerantes promedio de 17 UFC 100mL⁻¹, *E. coli* promedio de < 1,8 UFC 100mL⁻¹. En la PTAR obtuvieron un pH promedio de 7,35 unidades de pH, una temperatura promedio de 19,58 °C, una turbiedad promedio de 0,24 UNT, coliformes totales promedio de 41 UFC 100mL⁻¹, coliformes termotolerantes promedio de 14 UFC 100mL⁻¹, *E. coli* promedio de < 1,8 UFC 100mL⁻¹. En el reservorio obtuvieron un pH promedio de 7,30 unidades de pH, una temperatura promedio de 19,70 °C, una turbiedad promedio de 0,32 UNT, coliformes totales promedio de 43 UFC 100mL⁻¹, coliformes termotolerantes promedio de 16 UFC 100mL⁻¹, *E. coli* promedio de < 1,8 UFC 100mL⁻¹. En la vivienda intermedia obtuvieron un pH promedio de 7,32 unidades de pH, una temperatura promedio de 19,73 °C, una turbiedad promedio de 0,32 UNT, coliformes totales promedio de 42 UFC 100mL⁻¹, coliformes termotolerantes promedio de 12 UFC 100mL⁻¹, *E. coli* promedio de < 1,8 UFC 100mL⁻¹, inexistencia de *Vibrio cholerae* y organismos de vida libre promedio de < 1 NMP N° OrgL⁻¹. En la vivienda final obtuvieron un pH promedio de 7,36 unidades de pH, una temperatura promedio de 19,58 °C, una turbiedad promedio de 0,27 UNT, coliformes totales promedio de 44 UFC 100mL⁻¹, coliformes termotolerantes promedio de 14 100mL⁻¹, *E. coli* promedio de < 1,8 UFC 100mL⁻¹, inexistencia de *Vibrio cholerae* y organismos de vida libre promedio de <1 NMP N° OrgL⁻¹. Concluyeron que, los parámetros coliformes totales y coliformes termotolerantes incumplen los LMP del D.S. N° 031 – 2010 – SA.

Silva (2021) evaluó los parámetros de control obligatorio en el agua de consumo humano en el distrito de Celendín; utilizó cuatro puntos de muestreo, en la captación, planta de tratamiento, reservorio y en una vivienda, consideró cuatro repeticiones en el muestreo, los resultados los comparó con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) establecidos en el D.S N° 004-2017-MINAM para las muestras de la captación,

mientras que las muestras de la planta de tratamiento, reservorio y vivienda lo comparó con los LMP establecidos en el D.S N° 031-2010-SA. Obtuvo como resultados que el intervalo de pH estuvo entre 6,665 y 8,004; turbiedad de 0 a 18 NTU; cloro residual de 0 a 1,5 mg Cl₂ L⁻¹; color de hasta 19,6 UCV; coliformes totales de 1 a 92 000 NMP 100 ml⁻¹ y coliformes termotolerantes de 1 a 35 000 NMP 100 ml⁻¹; concluye que los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las muestras del manantial incumplen los ECA, mientras que las muestras del reservorio, planta de tratamiento y vivienda se sujetan a los parámetros fisicoquímicos de los LMP vigentes; sin embargo; para los parámetros microbiológicos no cumplen.

Calle y Vargas (2021) evaluaron la calidad microbiológica del agua de consumo humano, del sector Fila Alta-Jaén, para ello tomaron muestras en la captación, a la salida del sistema de tratamiento, en el reservorio 1 y el reservorio 2. Se obtuvo un total de 32 muestras en las cuales se evaluaron parámetros microbiológicos como coliformes totales, termotolerantes y bacterias heterotróficas. Obtuvieron como resultados para coliformes totales (2 100 UFC 100 mL⁻¹), termotolerantes (2 000 UFC 100 mL⁻¹) y bacterias heterotróficas (6 820 UFC mL⁻¹). En la salida del sistema de tratamiento para coliformes totales (1 020 UFC 100 mL⁻¹), termotolerantes (900 UFC 100 mL⁻¹) y bacterias heterotróficas (2 850 UFC mL⁻¹). En el reservorio 1 para coliformes totales (650 UFC 100 mL⁻¹), termotolerantes (210 UFC 100 mL⁻¹) y bacterias heterotróficas (2 300 UFC mL⁻¹). En el reservorio 2 para coliformes totales (570 UFC 100 mL⁻¹), termotolerantes (130 UFC 100 mL⁻¹) y bacterias heterotróficas (2 500 UFC mL⁻¹). Concluyeron que el agua de consumo humano en el sistema de abastecimiento, es de mala calidad microbiológica, ya que los resultados difieren de los Límites Máximos Permisibles vigentes en el D.S. N° 031-2010-SA.

Marín (2019) estudió la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de consumo humano del distrito de Oxamarca, Celendín; estableció como puntos de monitoreo, la captación y el reservorio. Obtuvo como resultados valores promedio en la captación en temperatura de 13,8 a 15,5 °C; turbiedad de 0,22 a 0,94 UNT; pH de 7,23 a 7,7; conductividad de 495,4 a 537,2 $\mu\text{S cm}^{-1}$; coliformes totales de 11 a 49 NMP 100 ml⁻¹ y coliformes termotolerantes de 1,8 a 13 NMP 100 ml⁻¹; mientras que en reservorio la temperatura estuvo de 13,3 a 15,5 °C; turbiedad de 0,17 a 0,93 UNT; pH de 7,0 a 7,64; conductividad de 490,1 a 538 $\mu\text{S cm}$; coliformes totales de 2,2 a 46 NMP 100 ml⁻¹; coliformes termotolerantes de 1,1 a 6,9 NMP 100 ml⁻¹ y cloro residual de 0 mg Cl₂ L⁻¹, concluyó que los parámetros evaluados en la captación cumplen con los ECA y en el reservorio cumplen los LMP. Asimismo; los parámetros microbiológicos de la captación cumplen con los ECA, mientras que en reservorio las concentraciones de coliformes totales y termotolerantes superan los LMP.

Suárez (2019) evaluó la calidad del agua de consumo humano en José Sabogal, San Marcos, Cajamarca; estableció tres puntos de monitoreo, dos en las captaciones de agua (El Tinguillo y El Tambo) y una en el reservorio, la frecuencia de monitoreo fue mensual durante seis meses llegando a evaluar 18 muestras. Obtuvo como resultados en los puntos de captación El Tinguillo y El Tambo valores promedios en temperatura de 13,6 °C y 13,8 °C respectivamente; turbiedad de 0,14 UNT y 0,31 UNT; pH de 7,14 y 7,21; coliformes totales de 993,5 NMP 100 ml⁻¹ y 95 NMP 100 ml⁻¹; coliformes termotolerantes de 37,3 NMP 100 ml⁻¹ y 8,6 NMP 100 ml⁻¹. Con respecto al reservorio encontró una temperatura promedio de 13,5 °C; turbiedad de 0,19 UNT; pH de 7,23; coliformes totales de 361 NMP 100 ml⁻¹ y coliformes termotolerantes de 7 NMP 100 ml⁻¹. Concluyó que el agua de la comunidad José Sabogal no es apta para consumo humano.

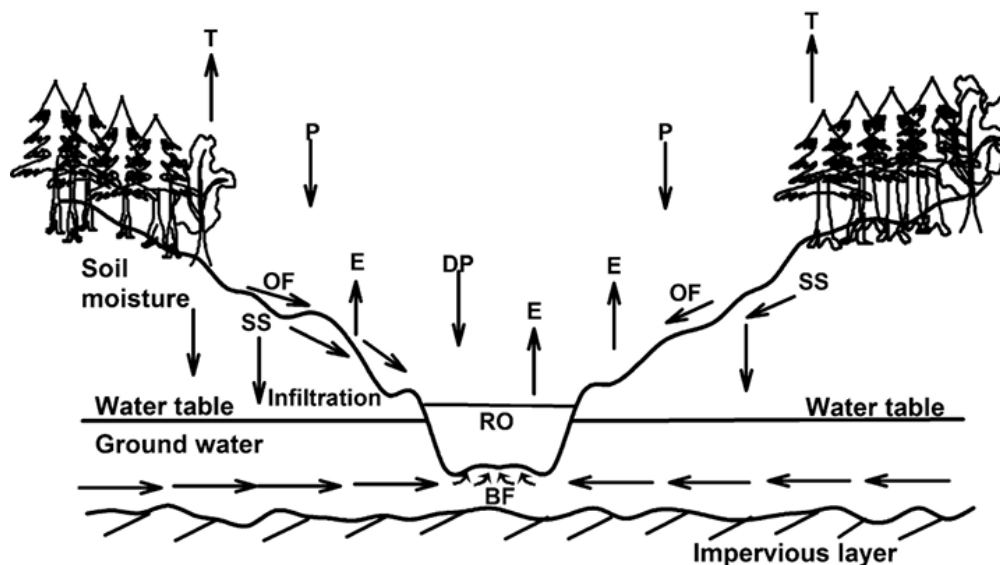
2.2. Bases teórico - científicas

2.2.1. Ciclo hidrológico

El ciclo hidrológico o ciclo del agua son los procesos mediante los cuales el agua se mueve entre los diferentes compartimentos de la hidrosfera; el agua se evapora de océanos, lagos, estanques y arroyos, así como de suelos húmedos; el agua también es transpirada por las plantas; el sol brinda energía para transformar el agua líquida en vapor de agua, por lo que la radiación solar es la fuente esencial que promueve el ciclo hidrológico; el vapor de agua se condensa y regresa a la superficie de la tierra como rocío, escarcha, aguanieve, nieve, granizo o lluvia; una parte del agua que llega a la superficie de la tierra se evapora de nuevo a la atmósfera casi de inmediato, pero otra parte fluye sobre la superficie terrestre como escorrentías de tormenta, se recoge en arroyos, ríos y lagos, y finalmente entra en los océanos (Boyd, 2014).

Figura 1

Ciclo hidrológico del agua



Nota. P = Precipitación; DP = Precipitación directa en el cuerpo de agua; E = Evaporación; T = Transpiración; ET = Evapotranspiración; SS = Drenaje subterráneo (flujo subsuperficial); OF = Escorrentía superficial; BF = Flujo base (aporte de agua subterránea al río/arroyo); RO = Escorrentía (caudal en el arroyo o río) = DP + OF + SS + BF; ET = P – RO. Fuente: (Boyd, 2014).

2.2.2. Seguridad hídrica

La seguridad hídrica hace referencia a la disponibilidad, accesibilidad y sostenibilidad del recurso hídrico, fundamental para satisfacer las necesidades básicas de la comunidad; la seguridad hídrica también incorpora la resiliencia climática, ya que las comunidades remotas son a menudo vulnerables a los impactos de los extremos climáticos, como sequías o inundaciones, que pueden afectar significativamente la disponibilidad o calidad del agua (Doble et al., 2023).

Grey y Sadoff (2007) afirman que la seguridad hídrica es la accesibilidad de una cantidad y calidad de agua apta para la salud, los medios de vida, los ecosistemas y la producción, conjuntamente con riesgos hídricos tolerables para salvaguardar la salubridad de la población, el medio ambiente y las economías.

2.2.3. Calidad del agua en un sistema de abastecimiento rural

Según Molinos et al. (2019) los suministros rurales de agua potable enfrentan un número creciente de problemas y desafíos potenciales debido a la limitada infraestructura hídrica, la operación, el mantenimiento y la sostenibilidad financiera, esto conlleva a un servicio de mala calidad.

La calidad del agua se infiere a la aptitud del agua para un propósito particular; por lo que cualquier propiedad física, química o biológica que influya en la idoneidad del agua para los sistemas ecológicos naturales o su uso antrópico es una variable de calidad del agua (Boyd, 2014).

2.2.4. Tipos de agua

2.2.4.1. Agua cruda

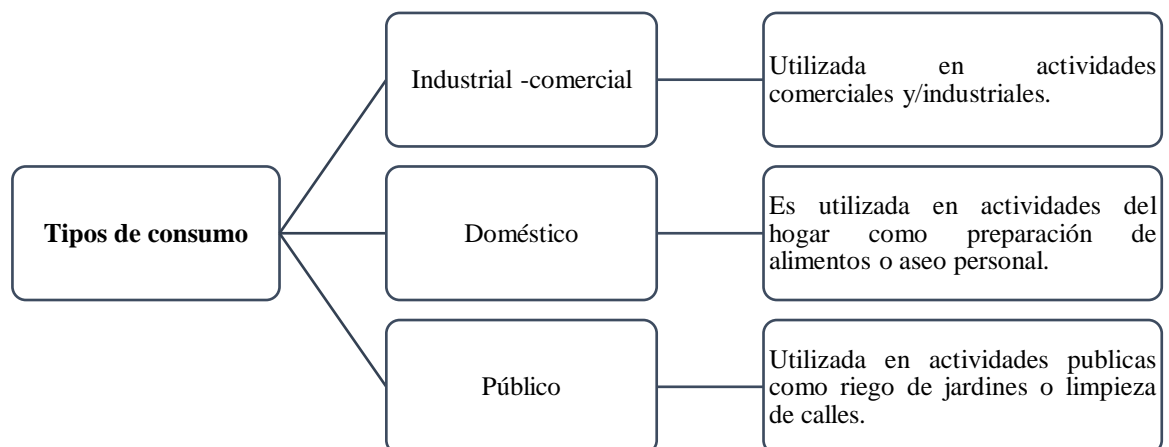
Es el agua en estado natural que no ha tenido ningún proceso de purificación o tratamiento y que es captada para abastecimiento (MINSA, 2011).

2.2.4.2. Agua potable

Se determina como agua que cumple con los estándares para agua potable (Abdallah, 2017); además el acceso sencillo al agua potable es importante para la salud pública, ya sea para consumo humano, doméstico, alimentario o recreativo. Un mejor abastecimiento de agua y saneamiento, junto a una gestión eficiente de los recursos hídricos, puede promover el desarrollo económico de los países y favorecer significativamente a la reducción de la pobreza (OMS, 2023).

Figura 2

Tipos de consumo de agua



Fuente. (CONAGUA, 2012).

2.2.5. Parámetros físicoquímicas y microbiológicas del agua de consumo humano

La calidad del agua prevista para el consumo humano es esencial para garantizar la salud pública; esta calidad se evalúa mediante parámetros físicoquímicos y microbiológicos que se encargan de garantizar que este recurso hídrico sea seguro y óptimo para el consumo (Ñahui, 2023). Según Shah et al. (2023) la calidad del agua puede ser valorada considerando términos de contaminación físicos, químicos y biológicos.

2.2.5.1. Parámetros físicoquímicos

- **pH:** en el agua es índice de alcalinidad o acidez; valores entre 6,5 y 8,5 son generalmente aceptables para el consumo humano (Kumar et al., 2023). En una tubería de distribución de agua potable existen reacciones de oxido-reducción debido a la presencia de hierro, plomo y cobre y a la oxidación (o corrosión) del metal base de las tuberías, Además; el cloro, el oxígeno, la monocloramina y el ozono son ejemplos de oxidantes presentes en las aguas potables (James et al., 2004).
- **Turbidez:** se define como la materia suspendida que absorbe o dispersa la luz descendente, generando reducción de claridad en el agua, se considera turbia cuando las partículas suspendidas presentes se hacen visible. Los materiales inorgánicos suspendidos, suspensoides o triptones, reducen la penetración de la luz, forman superficies de adsorción y desorción, y son capaces de agregarse con sustancias disueltas, bacterias y algas (Aldstadt et al., 2009).
- **Sólidos Disueltos Totales (SDT):** representan la cantidad de sustancias disueltas en el agua; los SDT en el agua provienen de los retornos de riego, la escorrentía urbana, fuentes naturales, residuos municipales, deshielo de carreteras, residuos

industriales, productos químicos empleados en el tratamiento del agua y la propia infraestructura de plomería (Ebenezer et al., 2023).

- **Dureza:** alude a la concentración de iones de calcio y magnesio; se forma cuando el agua pasa a través de rocas sedimentarias y acuíferos que contienen carbonato (Ingin et al., 2024).
- **Conductividad eléctrica:** es una propiedad del agua para pasar una corriente eléctrica; a causa de que las sales disueltas y otros productos químicos inorgánicos conducen la corriente eléctrica, esta aumenta a medida en proporción a la salinidad (EPA, 2025).
- **Cloro residual:** se estima en función a la cantidad que queda de este elemento en el agua tras los procesos de desinfección, lo cual es crucial para prevenir la contaminación en sistemas como las centrales eléctricas y controlar la microbiota en entornos acuáticos (Pal, 2017).
- **Metales pesados:** elementos químicos metálicos y metaloides nocivo tanto como para el entorno natural como para las personas. Algunos metaloides y metales más ligeros como el selenio, el arsénico y el aluminio, son tóxicos (Briffa et al., 2020).
- **Color aparente:** el color del agua puede estar asociado a la presencia de materia orgánica, óxidos metálicos, o contaminantes industriales; el color aparente se mide en unidades Pt-Co (Platino-Cobalto) (Clesceri y Eaton, 1992).

2.2.5.2. Parámetros microbiológicos

Los parámetros microbiológicos se enfocan en la detección de microorganismos patógenos que pueden representar riesgos para la salud.

- **Bacterias heterótrofas:** Marchand (2002) los heterótrofos son bacterias que se encuentran en casi todos los ambientes acuáticos y pertenecen a un grupo de bacterias ambientales muy variables y distribuidas en ambientes acuáticos.

- **Coliformes totales:** son bacterias gran negativas, no formadoras de esporas, oxidasas negativas que se desarrollan en presencia de sales biliares en ambientes aeróbicos y anaeróbicos facultativos y a una temperatura específica de 35°C +/- 2°C, son responsables de la fermentación de la lactosa con la producción de gas. También contienen la enzima B-galactosidasa (Instituto de Hidrología, Meteorología y Medio Ambiente [IDEAM], 2007).
Manifiestan una señal de la presencia potencial de contaminación microbiológica, ya que su detección en el agua puede sugerir que hay una mayor probabilidad de que otras bacterias patógenas estén presentes (Fernández, 2012).
- **Coliformes termotolerantes:** comúnmente llamados coliformes fecales, son un subgrupo de bacterias coliformes que incluyen principalmente a *Escherichia coli* y otras especies del género *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter*. Estas bacterias son conocidas por su aptitud para fermentar la lactosa con producción de ácido y gas a temperaturas elevadas, específicamente entre 44 y 45 °C (Melo et al., 2013).
El análisis de coliformes termotolerantes se realiza generalmente mediante métodos microbiológicos estandarizados como la filtración por membrana o la técnica del número más probable (NMP) (González et al., 2023).
- ***Escherichia coli*:** es una bacteria gran negativa de la familia *Enterobacteriaceae*. Es un microbio facultativo completamente anaeróbico que forma parte del microbiota intestinal en humanos y animales (Larrea et al., 2022).
La existencia de *E. coli* en los indicadores bacteriológicos del agua de consumo humano son índice de contaminación fecal del agua (Blanco, 2018).

2.2.6. Estándares de calidad ambiental (ECA)

Los ECA para agua (Decreto Supremo N° 004-2017) establecen valores máximos permisibles de diferentes parámetros físicos, químicos y microbiológicos que garantizan que el agua sea apta para usos determinados, como el consumo humano, recreación o preservación de ecosistemas (MINAM, 2017).

Tabla 1

ECA de agua, Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

Parámetro	ECA A1
Temperatura	26 °C
pH	6,5 – 8,5
Turbidez	5 UNT
Conductividad	1500 ($\mu\text{S cm}^{-1}$)
Oxígeno disuelto	$\geq 6 \text{ mg O}_2 \text{ L}^{-1}$
DBO ₅	3 mg L ⁻¹
Arsénico	0,01 mg L ⁻¹
Cadmio	0,003 mg L ⁻¹
Cobre	2 mg L ⁻¹
Cromo total	0,05 mg L ⁻¹
Hierro	0,3 mg L ⁻¹
Manganeso	0,4 mg L ⁻¹
Plomo	0,01 mg L ⁻¹
Mercurio	0,001 mg L ⁻¹
Zinc	3 mg L ⁻¹
Coliformes termotolerantes	20 NMP/100 mL
Coliformes Totales	50 NMP/100 mL

Fuente. (MINAM, 2017).

2.2.7. Límites Máximos Permisibles (LMP) para agua de consumo humano

Según D.S. N° 031-2010-SA. los LMP para el agua de consumo humano son los siguientes:

Tabla 2

LMP de parámetros microbiológicos y parasitológicos

Parámetro	LMP
Bacterias Coliformes Totales	0 UFC/100 mL a 35 °C (*)
<i>E. coli</i>	0 UFC/100 mL a 44.5 °C (*)
Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales	0 UFC/100 mL a 44.5 °C (*)
Bacterias Heterotróficas	500 UFC/mL a 35 °C
Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos	0 N° org/L
Virus	0 UFC/mL
Organismos de vida libre (algas, protozoarios, copépodos, rotíferos)	0 N° org/L

Nota. (*) Cuando se usa la técnica del NMP por tubos múltiples = < 1,8 / 100 mL. (MINSAs, 2011).

Tabla 3

LMP de parámetros de calidad organoléptica

Parámetro	LMP
Olor	Aceptable
Sabor	Aceptable
Color	15 UCV escala Pt/Co
Turbiedad	5 UNT
pH	6,5 – 8,5 UpH
Conductividad (25 °C)	1500 µmho/cm
Sólidos disueltos totales	1000 mg L ⁻¹
Cloruros	250 mg Cl ⁻ L ⁻¹
Sulfatos	250 mg SO ₄ ²⁻ L ⁻¹
Dureza total	500 mg CaCO ₃ L ⁻¹
Amoniaco	1,5 mg N L ⁻¹
Hierro	0,3 mg Fe L ⁻¹
Manganeso	0,1 mg Mn L ⁻¹
Aluminio	0,2 mg Al L ⁻¹
Cobre	2,0 mg Cu L ⁻¹
Zinc	3,0 mg Zn L ⁻¹
Sodio	200 mg Na L ⁻¹

Fuente. (MINSAs, 2011).

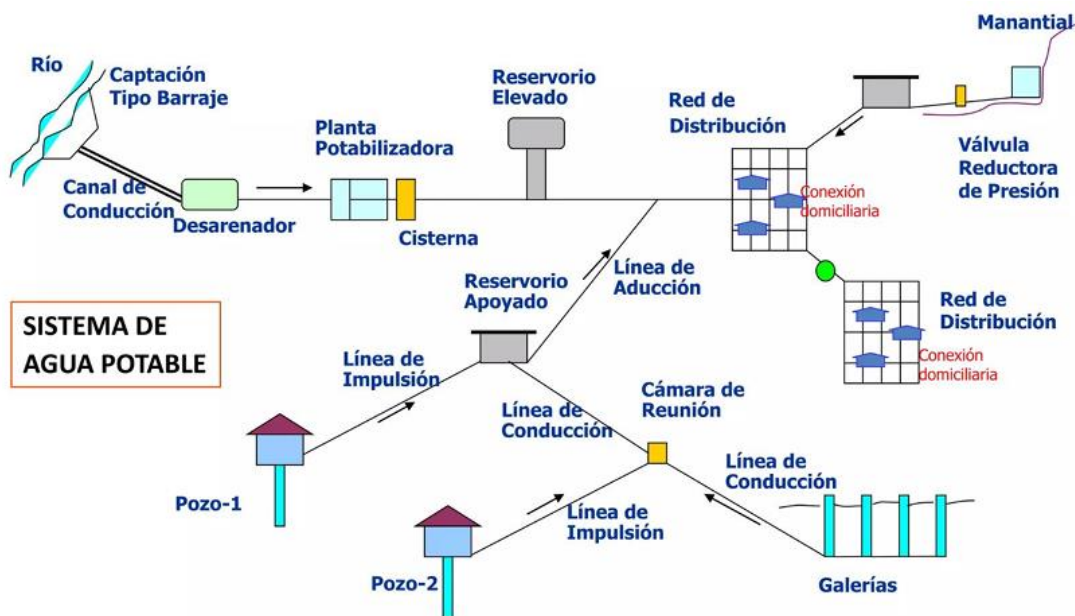
2.2.8. Sistema de abastecimiento de agua potable

Se considera como la parte de la red de abastecimiento hídrico que incluye las conexiones desde la captación hasta el grifo del consumidor y está fabricado con una amplia gama de materiales que no suelen encontrarse en las tuberías de distribución (cobre, latón, polietileno de alta densidad, acero inoxidable) (Zlatanovic et al., 2017).

Un sistema de abastecimiento de agua potable se conforma por una serie de obras indispensables para captar, conducir, almacenar, tratar y distribuir el agua desde las fuentes, que pueden ser vertientes, quebradas, ojos de agua, etc., hacia la parte poblacional beneficiaria del servicio (Comisión Nacional del Agua (2012) citado por Albarrán (2019).

Figura 3

Sistema de abastecimiento de agua potable



Fuente. (Vásquez , 2016)

2.3. Marco conceptual

2.3.1. Agua para consumo humano

Es aquella agua libre de contaminantes, cuyas características lo hacen apta para el consumo de los seres humanos y para los distintos usos domésticos en los cuales se le pueda emplear, donde también está incluida la higiene personal (D.S N° 031-2010-SA).

2.3.2. Sistema de agua potable

Es un sistema con una serie de instalaciones, infraestructura, maquinarias y equipamiento necesario para la captación, almacenamiento y distribución de agua entubada; y también para el tratamiento, almacenamiento, conducción y distribución de agua tratada o potable. Dentro de la distribución se contempla todas las conexiones de agua y las piletas públicas, cada uno con sus respectivos equipos medidores de consumo, y otros medios de distribución que se utilicen con niveles de salubridad (Resolución Ministerial N° 205-2010-Vivienda).

2.3.3. Parámetros fisicoquímicos

Son parámetros que en su conjunto con los biológicos determinan los diferentes tipos de agua. La evaluación de los parámetros fisicoquímicos proporciona amplia información sobre los aspectos de la composición química del agua y sus características físicas, sin detallar su repercusión en el ecosistema acuático (Samboni et al., 2007).

2.3.4. Parámetros microbiológicos

Los parámetros microbiológicos son los microorganismos y patógenos presentes en el agua, indicadores de contaminación dañinos para la salud de los seres humanos (D.S N° 031-2010-SA).

2.3.5. Agua inocua

El agua se considera inocua cuando no contiene ningún tipo de contaminante que altere sus características y consecuentemente no es dañina para la salud de los seres humanos (D.S N° 031-2010-SA).

2.3.6. Estándares de Calidad Ambiental (ECA)

Son instrumentos de gestión ambiental que se han establecido con el propósito de evaluar la situación de la calidad ambiental, estos fijan rangos en las sustancias o elementos presentes garantizando que no perjudiciales ya sea en agua, suelo y aire (MINAM, 2019).

2.3.7. Límites Máximos Permisibles (LMP)

Se conoce como límite máximo permisible a todos aquellos valores máximos admisibles de los parámetros que representan la calidad del agua (D.S N° 031-2010-SA).

2.4. Hipótesis

- **H₁**: El agua de consumo humano del sistema de agua “La Shita”, comunidad de Santa Rosa Bajo, cumple con los LMP por lo tanto es de buena calidad.
- **H₀**: El agua de consumo humano del sistema de agua “La Shita”, comunidad de Santa Rosa Bajo, no cumple con los LMP por lo tanto es de mala calidad.

2.5. Operacionalización de variables.

En la Tabla 4 se presenta la operacionalización de variables de la investigación.

Tabla 4

Operacionalización de variables

Variable	Dimensión	Indicadores	Unidad de medida	Procedimiento	Técnica
VI: Sistema de abastecimiento de agua	Lugar	Captación Reservorio Vivienda intermedia Vivienda más alejada del reservorio	Coordenadas UTM	Localización con GPS	Observación
	Tiempo	Temporada de lluvia Temporada seca	Cualitativa	Identificación	
VD: Calidad de agua de consumo humano	Propiedades fisicoquímicas	Temperatura	°C		APHA 2550 B
		Potencial de Hidrógeno (pH)	pH		APHA 4500-H+ B
		Conductividad eléctrica	µS/cm		APHA 2510 B
		Turbidez	NTU	Recolección de muestras y análisis en laboratorio	APHA 2130 B
		Cloro residual	ppm		APHA 4500-Cl G(DPD)
		Color	UCV		APHA 2120 C
		Oxígeno Disuelto	Mg O ₂ /L		APHA 4500-O C
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	Mg O ₂ /L		APHA 5210 B		
Arsénico (As)	Mg/L				

	Cadmio (Cd)		
	Cromo (Cr)		
	Cobre (Cu)		EPA 200.7 Rev.
	Hierro (Fe)		4.4 1994
	Manganeso (Mn)		
	Plomo (Pb)		
	Zinc (Zn)		
	Mercurio (Hg)		EPA 245.1 Rev.
			3.0 1994
	Coliformes Totales		APHA 9221 A,
			B, C
Propiedades	Coliformes	NMP/100 mL	APHA 9221 A,
microbiológicas	Termotolerantes		B, C, E
	<i>Escherichia coli</i>		APHA 9221 A,
			B, C, E, G

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y nivel de investigación

Esta investigación es de tipo simple, debido a que, según Vásquez (2023), este tipo de investigación se origina por la necesidad de comprender los principios fundamentales y descubrir nuevos conocimientos de una determinada área. En ese sentido, esta investigación buscó abordar el problema de la calidad de agua de consumo humano, a través del análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, y su análisis con el cumplimiento de la normativa vigente.

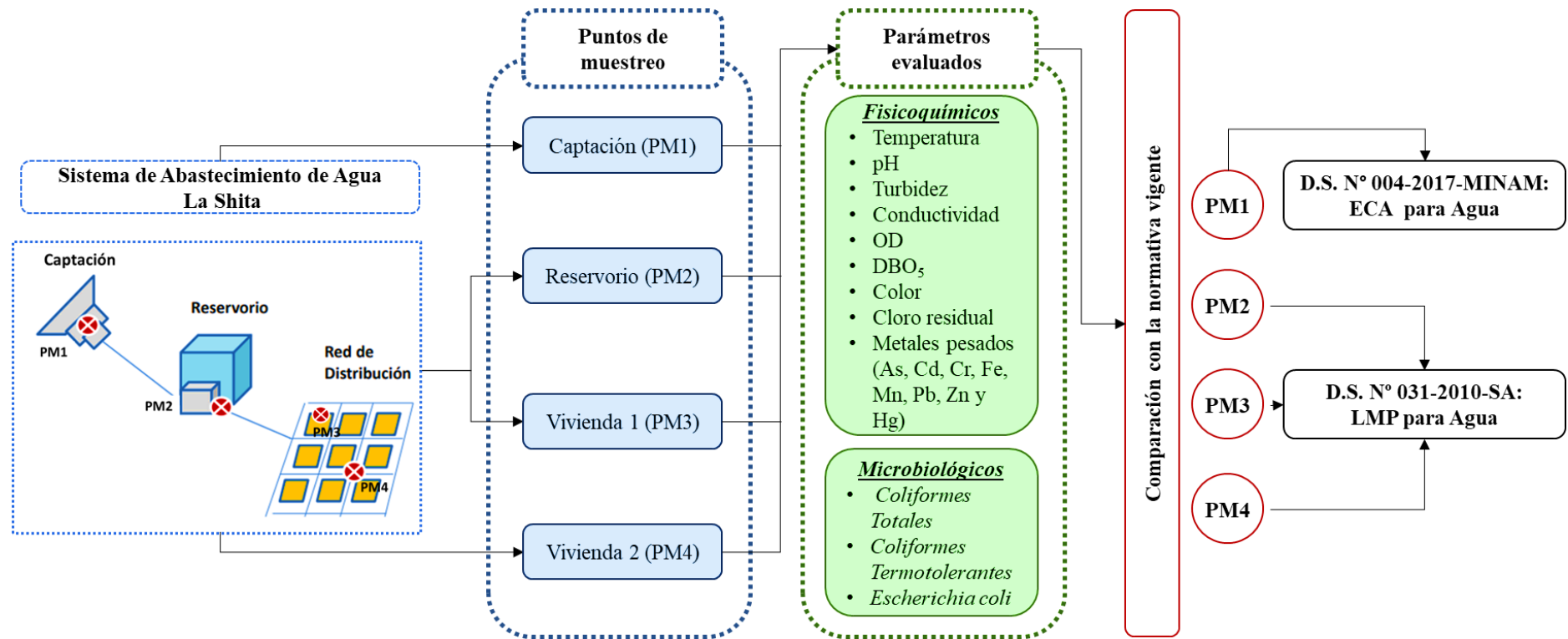
Asimismo, la investigación tiene un enfoque cuantitativo y un alcance descriptivo, según Hernández y Mendoza (2018) se clasifica como cuantitativa porque recolecta, analiza y procesa datos numéricos obtenidos mediante el análisis de los niveles de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos y descriptiva dado que su alcance se orienta a caracterizar, describir y analizar las propiedades que determinan la calidad del agua de consumo humano.

3.2. Diseño de la investigación

Es de diseño no experimental, Mousalli (2015) señala que este tipo de diseño busca recopilar y analizar datos para alcanzar los objetivos de estudios. En esta investigación se recopilaron los datos de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del sistema de abastecimiento de agua “La Shita” para alcanzar los objetivos de estudio.

Figura 4

Diseño de investigación



3.2.1. *Ubicación de puntos de muestreo*

Para el monitoreo de la calidad de agua a lo largo del sistema de abastecimiento “La Shita” se tomaron cuatro puntos de muestreo, codificados desde PM1(Captación) hasta PM4 (Vivienda más alejada) y cada uno de estos cuenta con sus coordenadas geográficas respectivas, los cuales se muestran en la siguiente tabla:

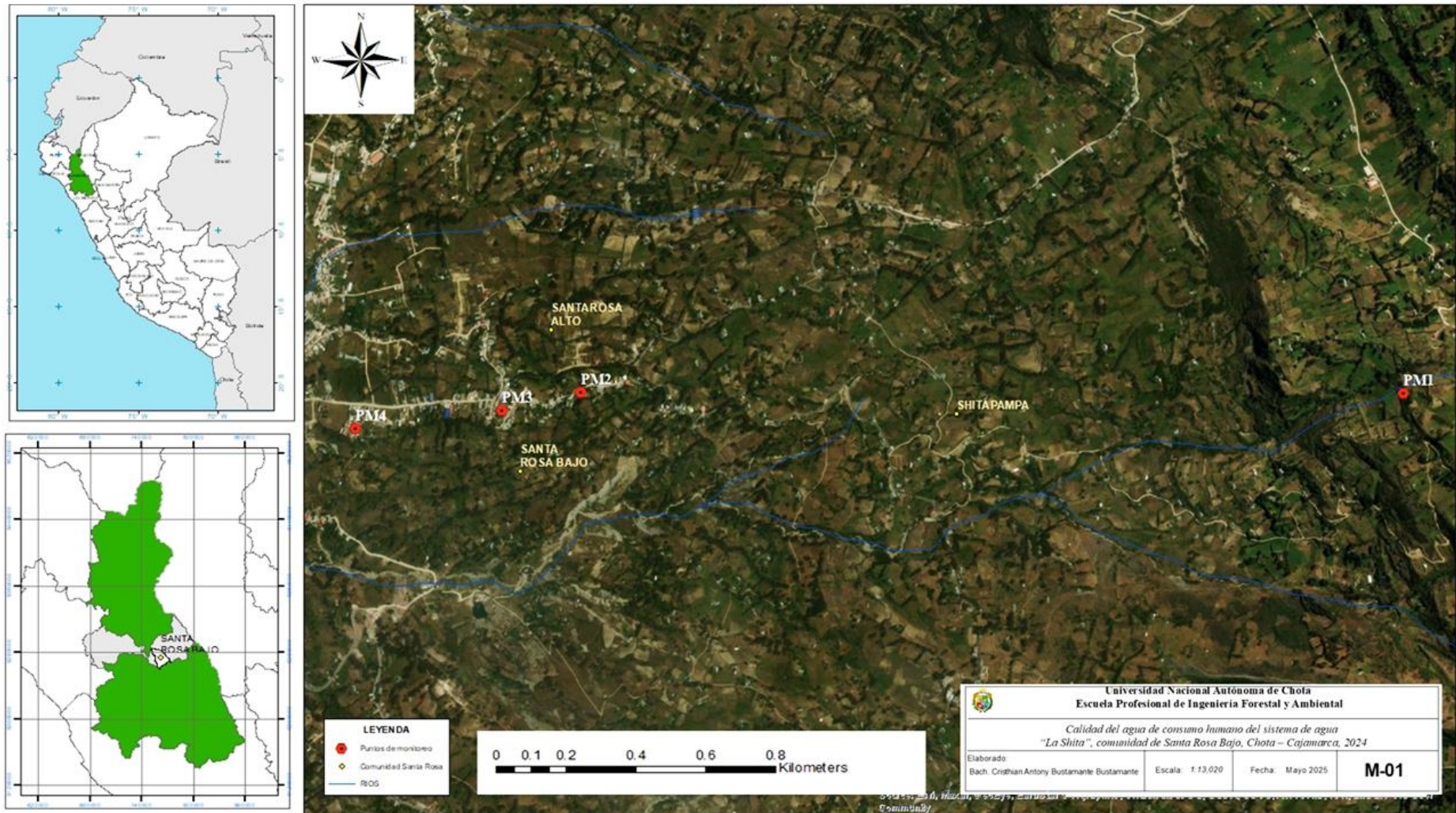
Tabla 5

Puntos de monitoreo

Codificación	Puntos de monitoreo	Coordenadas	
		Norte	Este
PM1	Captación	9274531	764948
PM2	Reservorio	9274535	762006
PM3	Vivienda intermedia (VI)	9274470	761723
PM4	Vivienda más alejada del reservorio (VF)	9274402	761202

Figura 5

Mapa de ubicación de los puntos de monitoreo del proyecto



3.2.2. Rotulado, conservación y traslado de muestras para su análisis

3.2.2.1. Rotulado de muestras

Los envases fueron rotulados antes de tomar las muestras, para ello se empleó un plumón indeleble, luego de llenar toda la información se procedió a proteger con cinta adhesiva. El rótulo de los frascos tuvo la siguiente información: código, coordenadas, datos del lugar, fecha y hora y tipo de análisis.

3.2.2.2. Recolección de las muestras

Para la recolección de muestras se siguió la normativa vigente instituida en la Resolución Directoral N° 160-2015/DIGESA/SA.; en el punto de monitoreo PM1 (captación) y PM2 (reservorio) para ello se procedió primero a la limpieza del área, retirando la maleza presente, para luego realizar la toma de muestras; en los puntos de monitoreo PM3 (vivienda intermedia) y PM4 (vivienda más alejada del reservorio) primero se verificó que no existiera fugas en los grifos, luego con ayuda de alcohol se limpió y se drenó durante unos minutos antes de recolectar las muestras.

Cabe señalar que para las muestras fisicoquímicas los envases fueron enjuagados tres veces con la misma agua a recolectar, luego se llenaron por completo y se sellaron herméticamente para evitar alteraciones; para las muestras microbiológicas los envases no fueron enjuagados previamente y se manipularon con especial cuidado para evitar contaminar la parte interna del envase; para estos parámetros los envases no fueron llenados completamente, sino que se dejó un espacio libre que permite su adecuada agitación en el laboratorio durante el proceso de análisis.

3.2.2.3. Traslado de muestras

Luego de la recolección de las muestras se colocaron en un cooler y se trasladaron hacia el laboratorio acreditado, Laboratorio Regional del Agua en Cajamarca. La recolección fue en los meses de febrero, abril y agosto.

En el caso de las muestras físicas se trasladaron hacia el laboratorio de SEMAPA ubicado en la misma comunidad “Santa Rosa Bajo” en un lapso no mayor a media hora desde la captación; y en el caso de reservorio y viviendas el traslado no tardo más de 15 minutos para evitar alteraciones en la muestra.

3.2.3. Frecuencia de monitoreo

Se recolectaron las muestras en temporada de lluvia (febrero y abril) y en temporada seca (agosto) del 2024. En total se realizaron 16 muestreos durante los dos periodos de muestreo, la frecuencia se estableció en cumplimiento a las directrices de la R.D N° 160-2015/DIGESA/SA.

3.2.4. Análisis de parámetros fisicoquímico y microbiológicos

Los parámetros evaluados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 6

Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos evaluados

Parámetro	Unidad	Cantidad de muestra	Envase	Preservante	Evaluación (campo/laboratorio)	Ensayo de laboratorio	
Oxígeno disuelto (valor mínimo)	mg L ⁻¹	300 ml	Frasco BOD de vidrio borosilicato, boca esmerilada	Fijar en campo con Sulfato de Manganeso (MnSO ₄) y solución alcalina yodurada-azida; refrigerar ≤6 °C		SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-O C, 24th Ed. 2023	
DBO ₅	mg L ⁻¹	1000 ml	Plástico (HDPE) o vidrio de boca ancha	Sin conservante; refrigerar ≤6 °C (≤48 h)		SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 24th Ed. 2023	
Arsénico	mg L ⁻¹				Laboratorio		
Cadmio	mg L ⁻¹						
Cobre	mg L ⁻¹						
Cromo total	mg L ⁻¹		Plástico HDPE de boca ancha				EPA Method 200.7 Rev. 4.4, 1994 (Validado/Mod. 2020)
Hierro	mg L ⁻¹	500 ml		Ácido Nítrico (HNO ₃) a pH < 2; refrigerar			
Manganeso	mg L ⁻¹						
Plomo	mg L ⁻¹						
Zinc	mg L ⁻¹						
Mercurio	mg L ⁻¹		Vidrio borosilicato o cuarzo			EPA Method 245.1 Rev. 3.0, 1994 (Validado-Mod. 2014)	

Parámetro	Unidad	Cantidad de muestra	Envase	Preservante	Evaluación (campo/laboratorio)	Ensayo de laboratorio
Cloro residual	mg L ⁻¹	— (medición inmediata)	No aplica	No aplica; medir inmediatamente	Campo	SMEWW 4500-Cl G (DPD)
Color verdadero	UC	500 mL	Vidrio ámbar o plástico HDPE	Refrigerar ≤6 °C; filtrar 0,45 μm		SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 24th Ed. 2023
Coliformes totales	NMP/100 mL					SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C, 24th Ed. 2023
Coliformes termotolerantes (44.5 °C)	NMP/100 mL	250 ml	Frasco estéril de vidrio borosilicato de boca ancha	Tiosulfato de sodio (si hay Cl ₂ residual); refrigerar ≤10 °C		SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E, 24th Ed. 2023
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 mL				Laboratorio	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E,G, 24th Ed. 2023
pH	Unid. de pH	Medición inmediata	No aplica	No aplica		SMEWW 4500-H ⁺ B (potenciométrico, pHmetro)
Turbidez	UNT		Plástico HDPE	Sin conservante; refrigerar ≤6 °C		SMEWW 2130 B (nefelométrico)
Conductividad (a 25 °C)	μS cm ⁻¹	100 mL	Plástico HDPE	Sin conservante; refrigerar ≤6 °C		SMEWW 2510 B (conductimétrico)

3.3. Método de investigación

Para la ejecución de la investigación se empleó el método analítico descriptivo; mediante este método el agua de consumo humano de la comunidad de Santa Rosa – Chota fue caracterizada, seguidamente se procesó los datos recolectados para luego describirlos.

3.4. Población, muestra y muestreo

3.4.1. Población

La población estuvo conformada por los sistemas de agua que abastecen a la población de la comunidad de Santa Rosa Bajo – Chota.

3.4.2. Muestra

La muestra corresponde al sistema de abastecimiento de agua para consumo humano “La Shita” de la comunidad de Santa Rosa Bajo.

3.4.3. Muestreo

Se utilizó un muestreo no probabilístico intencional, según Hernández (2021) este tipo de muestreos se realiza siguiendo criterios establecidos por expertos. En este caso se usó la normativa vigente instituida en la R.D N° 160-2015/DIGESA/SA mediante la cual se estipuló el número de muestras y la frecuencia de monitoreo:

- Para evaluar los ECA en la captación, se tomaron cuatro muestras, dos en época de estiaje y dos en época de lluvias.
- Para evaluar los LMP en el reservorio y las dos viviendas, se tomaron doce muestras, seis en temporada seca y seis en lluvias.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.5.1. Técnicas de recolección de los datos

- **Observación:** se empleó esta técnica de recolección de datos, para la identificación de puntos de monitoreo utilizando GPS y para la determinación de la temporada del año; para guardar evidencia de esto se utilizó cámara fotográfica.
- **Recolección de muestras y análisis en laboratorio.** en esta técnica se usó diferentes procedimientos acordes al parámetro a evaluar, los cuales se detallan a continuación:

Oxígeno disuelto. Para realizar la toma de muestra de este parámetro se utilizó el frasco BOD de vidrio borosilicato de boca esmerilada, el cual se llenó completamente y se colocó la tapa esmerilada a fin de quitar el exceso de agua. Luego se agregó 2mL de solución de Sulfato Manganeso ($MnSO_4$) y 2mL de reactivo Alcalino de Yoduro-Azida ($NaOH-NaI-NaN_3$). Posteriormente se colocó en el cooler el cual estuvo previsto de paquetes de hielo para su refrigeración respectiva al momento del transporte a laboratorio. Se tardó un aproximado de 8 horas en llegar a laboratorio (Laboratorio Regional de Aguas-Cajamarca) donde se realizó los análisis respectivos y posterior entrega de resultados.

Demanda Bioquímica de Oxígeno (BO₅). Para realizar la toma de muestra de este parámetro se empleó un frasco de plástico de 1 000 mL, el cual se llenó casi por completo, se tapó y se refrigeró a $\leq 6^{\circ}C$. Posteriormente se colocó en el cooler el cual estuvo previsto de paquetes de hielo para su refrigeración respectiva al momento del transporte a laboratorio. Se tardó un aproximado de ocho horas en llegar a laboratorio (Laboratorio Regional de Aguas-Cajamarca) donde se realizó los análisis respectivos y posterior entrega de resultados.

Metales (As, Cd, Cu, Fe, Mn, Pb, Zn, Hg). Para la toma de muestra de metales se empleó un frasco de plástico de 500 mL el cual se llenó casi por completo, se agregó ácido nítrico concentrado (HNO_3) para la conservación de la muestra hasta su llegada a laboratorio. Se tardó un aproximado de ocho horas en llegar a laboratorio (Laboratorio Regional de Aguas-Cajamarca) donde se realizó los análisis respectivos y posterior entrega de resultados.

Coliformes Totales, Coliformes Fecales y *Escherichia coli*. En este muestreo primeramente se aseguró de limpiar el área circundante al punto de muestreo, se utilizaron guantes estériles como EPP asegurando la integridad de la muestra, la toma en captación se realizó directamente de la caja de recolección evitando el contacto con paredes del sistema de captación y factores externos, se tapó la muestra con tapa rosca y se cubrió con papel marrón asegurar los resultados de la muestra. Se tardó un aproximado de ocho horas en llegar a laboratorio (Laboratorio Regional de Aguas-Cajamarca) donde se realizó los análisis respectivos y posterior entrega de resultados.

Cloro residual libre. La toma de muestra se realizó en cuatro puntos de muestreo (salida de reservorio, vivienda inicial, vivienda intermedia y vivienda final). Primero se aseguró de que el área de la toma de muestra esté limpia, posteriormente se purgo la línea para asegurarse que no haya agua estancada lo que podría adulterar los resultados de la muestra. Como siguiente paso se procedió a enjuagar el tubo del colorímetro de dos a tres veces para luego llenar el tubo hasta el nivel indicado (10mL) y se agregó el reactivo DPD (N, N-Dietil-p-fenilendiamina), se tapó y agito para favorecer la mezcla y reacción consecutiva. Una vez hecho este procedimiento se coloca el tubo en el colorímetro para comparar con los colores del disco y determinar la cantidad de cloro residual libre según la coloración de la muestra.

Turbidez, color, pH, conductividad y temperatura. Para los análisis de estos parámetros se utilizó un frasco de plástico de 1 000 mL, el cual se enjuago tres veces con el agua del punto muestreado, posteriormente se tapó y aseguro la muestra dentro del cooler transportando al laboratorio de SEMAPA Chota ubicado en la misma comunidad tardando en promedio de 15 a 30 minutos entre el muestreo y el ingreso a dicho laboratorio. Donde el responsable de laboratorio recibió las muestras y las analizo para procesar y consolidar los datos obtenidos.

3.5.2. Instrumentos para la recolección de los datos

- **Ficha de registro:** se empleó para registrar la hora, fecha y las concentraciones de los parámetros de cloro residual (ver Anexo 4).
- **Cadena de custodia:** este instrumento se empleó para registrar la ubicación georreferenciada de los puntos de monitoreo, así como la hora y fecha de las muestras que fueron enviadas al Laboratorio Regional de Cajamarca para su caracterización y posterior entrega de informe de ensayo (ver Anexo 2).

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Se realizó mediante los programas estadísticos Microsoft Excel y SPSS; se empleó estadística descriptiva y se realizó tablas y gráficos de los resultados.

3.7. Aspectos éticos

Para el desarrollo de la esta investigación se tomó en consideración los siguientes aspectos éticos:

- **Confabilidad:** los datos de los usuarios de las viviendas en donde se realizaron las muestras no serán difundidos sin consentimiento. Asimismo, la información recolectada será únicamente para fines investigativos.
- **Originalidad:** los datos que se recolectaron en esta investigación son originales, basados en fuentes confiables y siguiendo lo estipulado en las normativas vigentes.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del agua de consumo humano del sistema de agua “La Shita”

4.1.1. *Temperatura*

Presenta niveles que oscilan entre 15,4 y 17,5 °C, con una media de 16,3 °C como se muestra en la Tabla 7; según Agudelo et al (2020). la variación de temperatura en un sistema de agua potable está fuertemente condicionada por el clima, la profundidad de las tuberías de transporte y distribución, el tipo de suelo, los niveles freáticos, la presencia de fuentes de calor antropogénicas. Además, otras investigaciones realizadas en sistemas rurales de Perú reportan rangos similares, entre 14 y 18 °C, confirmando que el comportamiento térmico está asociado a factores climáticos y altitudinales (Espinoza, 2022).

4.1.2. *Potencial de hidrógeno (pH)*

En la Tabla 7 se muestra que el pH del agua varió entre 7,6 y 7,8, con una media de 7,71 unidades, lo que caracteriza al agua como ligeramente alcalina, coincidiendo con los resultados encontrados por Chávez (2024), quien reporto valores entre 6,5 y 8,0 en la comunidad de Villa Poccona, distrito de Yunguyo. Además; Ramos et al. (2025) indica que los niveles de pH condicionan varios procesos químicos y biológicos en ambientes acuáticos, incluyendo la solubilidad de minerales y la efectividad de los procesos de tratamiento de agua, por lo que es según Mokhtari et al. (2020) este parámetro debe ser monitoreado periódicamente debido a que también influye en la corrosión e incrustaciones de las tuberías de distribución.

4.1.3. Turbidez

Los valores de turbidez oscilan entre 0,28 y 9,19 NTU, con un promedio de 4,37 NTU como se muestra en la Tabla 7; se infiere que, en este sistema de abastecimiento, la variación de la turbidez se debió a los cambios estacionarios; así los valores más altos representan la caracterización realizada en temporada de lluvias y los valores más bajos, corresponden a los monitoreos en época seca. Según Ramos et al. (2025) la turbidez está asociada con la materia particulada en suspensión, por lo que se infiere que el descenso en la turbidez está relacionado con la reducción de las lluvias y la sedimentación natural del sistema.

4.1.4. Conductividad eléctrica

En la Tabla 7 podemos evidenciar que la conductividad eléctrica osciló entre 393,75 y 575,5 $\mu\text{S cm}^{-1}$, con una media de 476,30 $\mu\text{S cm}^{-1}$ y una desviación estándar de 53,45; la variación de la conductividad según Gapparov y Isakova (2023) se debe a la existencia de mineralización del agua, influenciada por el contacto con suelos y rocas en la zona de captación; además la leve disminución de la conductividad eléctrica en las viviendas estaría asociarse a fenómenos de dilución o precipitación de minerales durante el trayecto.

4.1.5. Oxígeno Disuelto

El OD presentó valores entre 6,28 y 7,5 mg L^{-1} , con una media de 6,88 mg L^{-1} tal como se muestra en la Tabla 7; este parámetro mostró variaciones mínimas en los distintos puntos de muestreo; según la FAO (1987) la fuente de OD en aguas naturales proviene de la atmósfera, pero disminuye con el incremento de temperatura.

4.1.6. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)

La DBO₅ se mantuvo constante en 2,6 mg L⁻¹ en todos los puntos muestreados, Tabla 7; lo que indica baja contaminación orgánica en la zona de captación; según Muñoz (2012) existen diversas fuentes de contaminación orgánica entre ellas actividades industriales, agrícolas y aguas residuales.

4.1.7. Coliformes totales

Los coliformes totales oscilaron desde 16 NMP/100 mL hasta 9 200 NMP/100 mL, con una media general de 875 NMP/100 mL y una desviación estándar de 2 388 como se evidencia en la Tabla 7, se infiera que esta diferencia puede estar asociada a arrastres microbiológicos previos de la temporada de lluvia (monitoreos de febrero y abril), los cuales dejan sedimentos o residuos en la captación que podrían movilizarse intermitentemente según el caudal y la limpieza de la infraestructura.

Los hallazgos son similares a los de Lucas y Carreño (2018), quienes reportaron niveles entre 239 a 9 000 NMP 100/mL en sistemas de las comunidades de Julián y Severino, Ecuador. De manera similar, Jiménez y Rincón (2024) registraron niveles de hasta 170 NMP/100mL concluyendo que el agua del sistema de abastecimiento La Lima no es potable.

4.1.8. Coliformes termotolerantes

En cuanto a los coliformes termotolerantes, se observaron niveles desde 2,2 hasta 3 500 NMP/100 mL como se muestra en la Tabla 7, este resultado sugiere una posible contaminación puntual o acumulación de residuos bacterianos, que no fueron eliminados por arrastre hidrológico, debido a que según Castro (2024) y Chávez (2024) los coliformes termotolerantes tienden a incrementarse durante la temporada de lluvia

en sistemas rurales sin protección ni tratamiento, debido a su sensibilidad ante la carga fecal transportada por escorrentía o aguas subterráneas contaminadas.

4.1.9. *Escherichia coli*

La presencia de *E. coli* fue elevada en algunos puntos críticos del sistema, particularmente en la captación, en la Tabla 7 se reportaron valores entre 2 y 3 500 NMP/100 mL, siendo este último el valor máximo, registrado en C-M3. Esta concentración sugiere una contaminación fecal directa en la fuente, posiblemente por contacto con aguas superficiales contaminadas o animales silvestres, especialmente en zonas no protegidas del sistema. Según Ramos et al. (2025) la existencia de *E. coli* en el suministro de agua se asocia con la contaminación ambiental de las fuentes de agua superficial, la ausencia de una infraestructura de tratamiento adecuada antes de la distribución y la posible contaminación durante el transporte.

4.1.10. *Color*

Se registró valores entre 0 y 10 UCV; con una media de 3,125 UCV y una desviación estándar de 3,594 (Tabla 7); estos resultados evidencian baja presencia de sustancias que habitualmente confieren coloración al agua, tales como materia orgánica disuelta de origen natural (ácidos húmicos y fúlvicos), así como la posible presencia de metales, especialmente hierro y aluminio.

Anderson et al. (2021), señala que el color del agua se asocia generalmente a mayores concentraciones de ácidos húmicos y fúlvicos, los cuales pueden unirse a metales y estabilizar hierro, aluminio y otros óxidos metálicos, contribuyendo a la coloración característica de aguas superficiales.

4.1.11. Cloro residual

Respecto al cloro residual, se identificó un nivel de 0 mg L^{-1} , sin variaciones entre los diferentes momentos de muestreo; estos resultados que, en los valores estadísticos, los cuales muestran una media, desviación estándar y coeficiente de variación iguales a cero como se muestra en la Tabla 7; lo cual indica que no se está realizando ninguna etapa de desinfección a lo largo del sistema de abastecimiento.

La carencia de desinfección clorada se asocia directamente con la existencia de microorganismos indicadores de contaminación fecal; investigaciones como la de Ramos et al. (2025) señalan que, incluso con niveles bajos de cloración ($0,67 \pm 0,41 \text{ mg L}^{-1}$), es posible reducir significativamente las concentraciones de coliformes totales y *E. coli*. Por el contrario, Jiménez y Rincón (2024) reportaron, al igual que en este estudio, valores de cloro residual $< \text{LCM}$ en todas las muestras caracterizadas, lo que conllevó a una persistente contaminación microbiológica en el agua distribuida a la población. Además, la ausencia de cloro residual implica no solo un riesgo sanitario sino también una vulnerabilidad frente a posibles eventos de contaminación súbita, como infiltraciones por fallas en la red de distribución o acumulación de materia orgánica; esta situación manifiesta la urgencia de implementar mecanismos de desinfección continua y controlados.

4.1.12. Hierro (Fe)

El hierro fue el único metal pesado detectado por encima del límite de cuantificación ($< \text{LCM}$) en los análisis realizados como se muestra en la Tabla 7; se identificaron concentraciones que oscilaron entre $0,0225$ y $0,073 \text{ mg L}^{-1}$, con una media de $0,0383 \text{ mg L}^{-1}$ y un coeficiente de variación de $49,30 \%$, indicando una moderada variabilidad entre muestras.

Los resultados concuerdan con la de Alum et al. (2023) quienes realizaron su investigación en aguas poco profundas similares a la de la presente investigación y reportaron niveles de hierro de 0,1 a 0,3 mg L⁻¹ en sistemas rurales en Nigeria, mientras que Broisett et al. (2018) hallaron concentraciones de 0,220 mg L⁻¹ en superficie y 0,254 mg L⁻¹ en pozos, ambos por encima de lo encontrado en este estudio; esto debido a que en ambos estudios los suelos o rocas según los autores son ricos en hierro, lo que indica que los suelos de la zona de estudio pueden presentar menos contenido de este metal evidenciado en los resultados que están por debajo de los rangos que podrían generar alteraciones en el color, sabor o formación de precipitados visibles.

Para el resto de metales pesados analizados (As, Cd, Cr, Cu, Mn, Pb, Zn y Hg), en todas las muestras se reportaron niveles por debajo de los límites cuantificables del método (<LCM) valores que se muestran en los informes del Laboratorio Regional de Cajamarca y que varía en función al metal evaluado; lo que indica baja concentración natural de estos metales en el entorno geológico y ausencia de fuentes antrópicas relevantes como industrias, relaves mineros o actividades extractivas en la comunidad de Santa Rosa.

Estos hallazgos son repetitivos en estudios nacionales como el de Broisett et al. (2018) en Puno, donde varios de estos metales, como Cd, Pb, Hg y As, no fueron detectados en sistemas de abastecimiento rural. Asimismo, Alum et al. (2023) también reportaron valores no detectables para metales como Pb y Cd en agua potable, lo cual sugiere que la presencia de estos elementos no es común en fuentes naturales no contaminadas.

Tabla 7

Estadística descriptiva de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del sistema de abastecimiento de agua

Variable	N	LCM	Media	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Mínimo	Máximo
Temperatura	16	N.A.	16,304	0,826	0,681	5,06	15,4	17,5
pH	16	N.A.	7,7119	0,0611	0,0037	0,79	7,6	7,8
Turbidez	16	0,09	4,372	3,654	13,349	83,57	0,28	9,19
Conductividad	16	N.A.	476,30	53,45	2856,73	11,22	393,8	575,5
OD	16	0,5	6,8575	0,329	0,108	4,79	6,28	7,5
DBO ₅	16	2,6	2,6	0	0	0	2,6	2,6
Coliformes Totales	16	1,1/1,8	875	2388	5700204	272,82	16	9200
Coliformes Termotolerantes	16	1,1/1,8	269	872	759728	324,1	2,2	3500
<i>Escherichia coli</i>	16	1,1/1,8	266	872	760861	327,35	2	3500
Color	16	4,0	3,125	3,594	12,917	115,01	0	10
Cloro residual	16	N.A.	0	0	0	0	0	0
Fe	16	0,0230	0,0383	0,0189	0,000356	49,307	0,0225	0,073
As	16	0,0050	< LCM	< LCM	< LCM	< LCM	< LCM	< LCM
Cd	16	0,0020	< LCM	< LCM	< LCM	< LCM	< LCM	< LCM
Cr	16	0,0030	< LCM	< LCM	< LCM	< LCM	< LCM	< LCM
Cu	16	0,0180	< LCM	< LCM	< LCM	< LCM	< LCM	< LCM
Mn	16	0,0030	< LCM	< LCM	< LCM	< LCM	< LCM	< LCM
Pb	16	0,0040	< LCM	< LCM	< LCM	< LCM	< LCM	< LCM
Zn	16	0,0180	< LCM	< LCM	< LCM	< LCM	< LCM	< LCM
Hg	16	0,0002	< LCM	< LCM	< LCM	< LCM	< LCM	< LCM

Nota. LCM: Limite de Cuantificación del Método, <LCM significa que la concentración es menor al LCM.

4.1.13. Correlación entre parámetros evaluados

Para realizar la prueba de correlación de los parámetros evaluados primero se analizó la normalidad de los datos utilizando la prueba de Shapiro–Wilk, debido a que el tamaño muestral fue reducido ($n < 50$).

Los resultados de la prueba de normalidad se muestran en la Tabla 8, indicaron que solo las variables pH y OD presentaron una distribución normal ($p > 0,05$). En contraste, las variables temperatura, turbidez, conductividad eléctrica, Fe, coliformes totales, coliformes termotolerantes y *E. coli* no cumplieron con el supuesto de normalidad ($p < 0,05$).

Tabla 8

Prueba de normalidad Shapiro–Wilk para los parámetros evaluados

Variable	p-valor
Temperatura	0,0076
pH	0,4777
Turbidez	0,00355
Conductividad	0,037
OD	0,658
Fe	0,0010
Coliformes totales	$1,96e^{-05}$
Coliformes termotolerantes	0,00157
<i>E. coli</i>	0,00367

Nota. Los parámetros que sus valores permanecieron constantes en todos los puntos de muestreo no fueron incluidos.

Debido a que no todas las variables siguieron una distribución normal, se empleó el coeficiente de correlación de Spearman (ρ), el cual es un método no paramétrico adecuado para analizar relaciones monotónicas entre variables continuas cuando se incumple el supuesto de normalidad (Schober et al., 2018).

En la Figura 6 se observa la matriz de correlación de Spearman entre los parámetros evaluados, los valores oscilan entre -1 y 1; donde 1 indica una correlación positiva perfecta, lo que significa que un aumento o disminución en una variable siempre irá seguido de un aumento o disminución en la otra variable con el mismo patrón; por otro lado, -1 indica una correlación negativa perfecta, lo que significa que un aumento en una variable siempre irá seguido de una disminución en la otra variable, y viceversa. Un valor de 0 indica que no hay correlación entre dos variables, lo que significa que los cambios en una variable no tienen relación con los cambios en la otra variable (Hermanto y Harlina, 2019).

En la matriz se observa que la temperatura y la turbiedad tienen una correlación inversamente proporcional fuerte ($\rho = -0,81$); es decir mientras la temperatura se incrementa la turbiedad disminuye. Según Shi et al. (2022) esto es posible debido a que la temperatura puede afectar la turbidez desde dos aspectos; uno es la influencia de la temperatura en los componentes fotoeléctricos dentro del sensor de turbidez, incluyendo componentes electrónicos emisores y receptores ópticos y el otro es el efecto de la temperatura en la distribución y movimiento de partículas diminutas en el agua.

Además, durante la temporada de lluvia, con temperaturas más bajas, es posible que el arrastre de sedimentos incremente la turbidez, mientras que, en temporada seca, con temperaturas más elevadas, estos valores disminuyen notablemente.

Por otro lado, la temperatura y el pH muestran una correlación positiva fuerte ($\rho = 0,73$), lo que indica que el incremento de la temperatura se asocia con un aumento del pH del agua. Sin embargo, la temperatura y la conductividad eléctrica presentan una correlación negativa muy baja ($\rho = -0,03$), lo que indica que la variación de la temperatura no constituye un factor determinante en la variación de la conductividad

en el sistema evaluado. Esto sugiere que la conductividad depende principalmente de la concentración de sales disueltas y no de la temperatura en el rango observado.

En cuanto a la relación entre turbidez y pH, se observa una correlación negativa baja a moderada ($\rho = -0,34$), lo que indica que incrementos en la turbidez tienden a asociarse con ligeras disminuciones del pH. La turbidez y la conductividad eléctrica presentan una correlación positiva débil ($\rho = 0,17$), considerada estadísticamente insignificante; por lo tanto, la variación de uno de estos parámetros no constituye un factor determinante para la variación del otro en el sistema de abastecimiento evaluado.

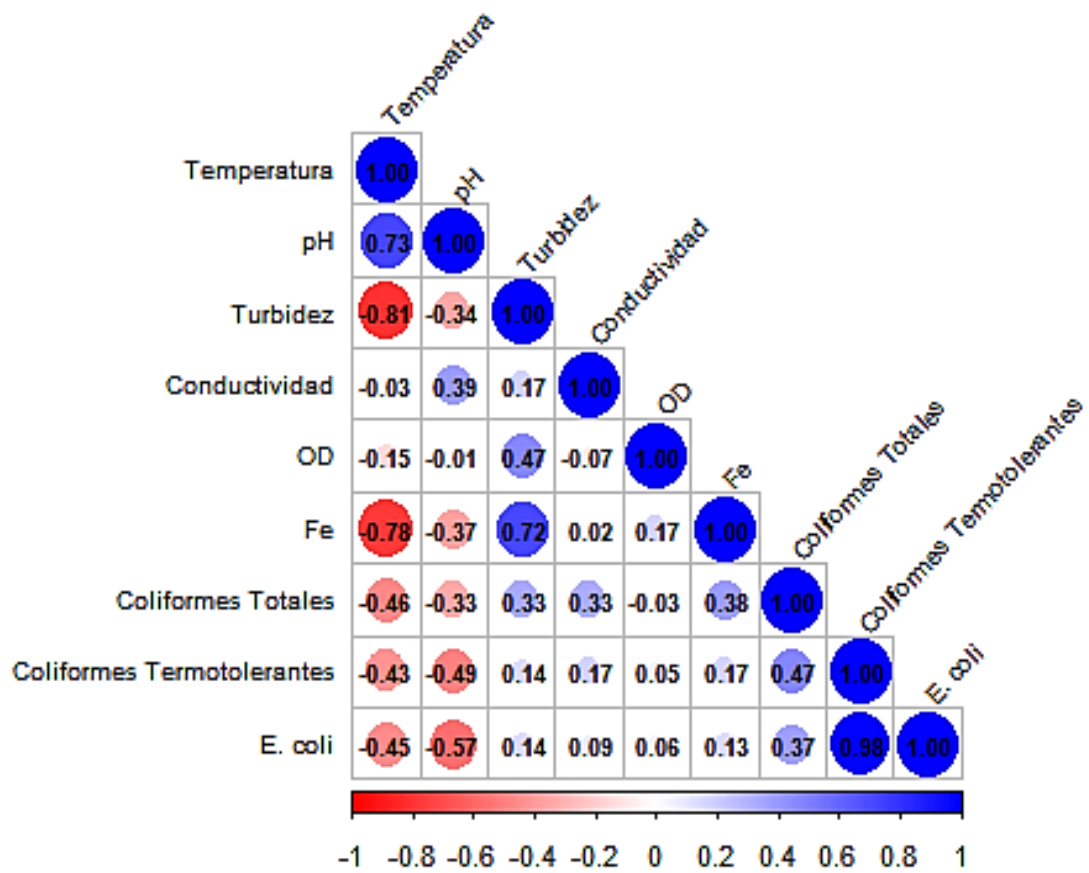
Respecto al OD, se observa una correlación moderada con la turbidez ($\rho = 0,47$), lo cual indica que a mayores niveles de turbidez tienden a presentarse mayores concentraciones de OD. La conductividad eléctrica y el OD presentan una correlación negativa débil ($\rho = -0,07$), considerada insignificante, lo que sugiere que la conductividad no ejerce una influencia directa sobre la concentración de oxígeno disuelto en el sistema.

En relación al hierro (Fe), se observa una correlación negativa fuerte con la temperatura ($\rho = -0,78$), lo que indica que a temperaturas más bajas tienden a presentarse mayores concentraciones de hierro, posiblemente asociadas a procesos de disolución y movilización desde los sedimentos. Asimismo, el hierro presenta una correlación positiva fuerte con la turbidez ($\rho = 0,72$), lo que sugiere que el hierro se encuentra principalmente asociado a partículas en suspensión.

Finalmente, los coliformes totales y coliformes termotolerantes presentan una correlación positiva moderada ($\rho = 0,47$), lo que indica una relación directa entre ambos indicadores bacteriológicos. Asimismo, los coliformes termotolerantes y *E. coli* muestran una correlación positiva muy fuerte ($\rho = 0,98$), evidenciando que la presencia de *E. coli* está estrechamente asociada a la contaminación fecal del sistema.

Figura 6

Matriz de correlación entre los parámetros de calidad de agua del sistema de abastecimiento La Shita



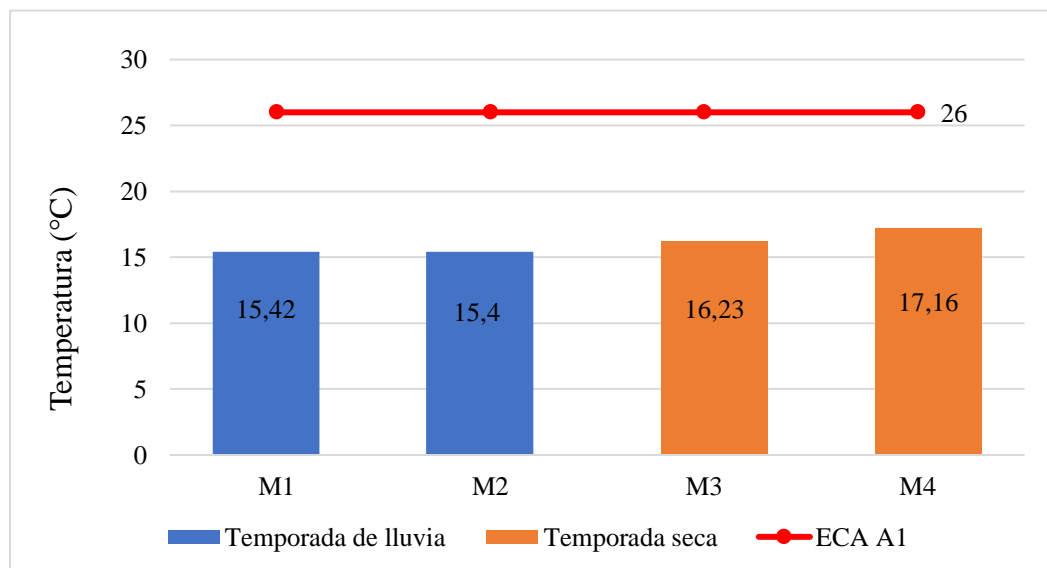
4.2. Comparación de las concentraciones de propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del agua de consumo humano en la captación con los ECA establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.

4.2.1 Temperatura

En la Figura 7 se observa que los valores de la temperatura en los cuatro puntos de monitoreo cumplen con los ECA - categoría A1 para agua destinada a consumo humano, el cual es de 26 °C. La ligera variación de temperatura entre los monitoreos M1-M2 y M3-M4 se puede atribuir a las condiciones climatológicas en que fueron realizados los monitoreos, debido a que los dos primeros fueron realizados en época de lluvia, mientras que los dos últimos fueron realizados en temporada seca. Además; según Agudelo et al. (2020) un agente que altera la temperatura en el agua es el clima; esto sustenta el pequeño incremento de la temperatura en los monitoreos M3 y M4 (temporada seca) en la captación.

Figura 7

Comparación de los valores de temperatura del agua en la captación con el ECA – Categoría A1



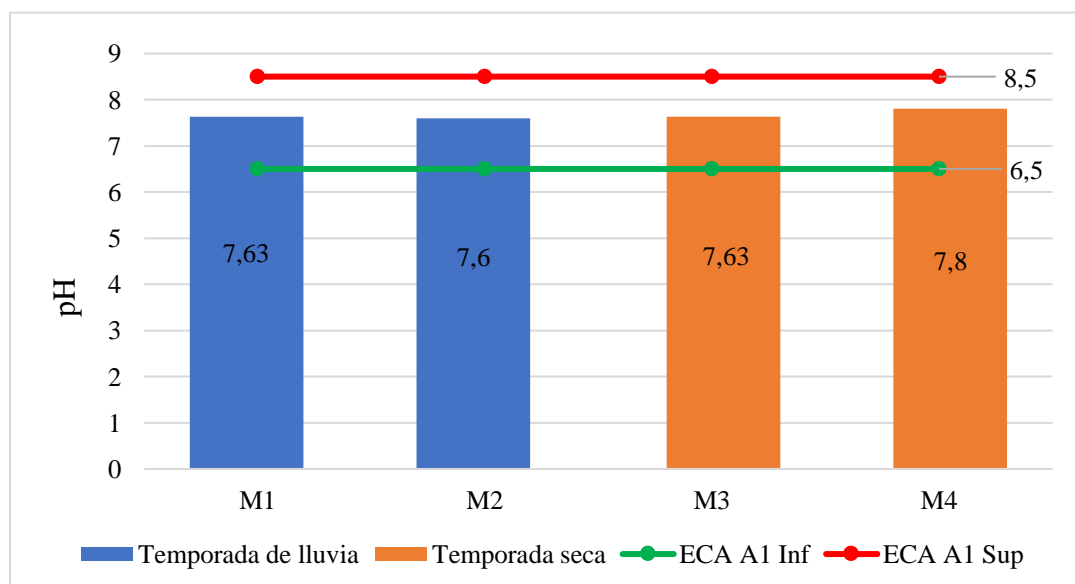
4.2.2 Potencial de Hidrógeno (pH)

Los valores de pH mostrados en la Figura 8 registrados en los cuatro puntos de monitoreo cumplen con los ECA - categoría A1, que va de 6,5 a 8,5 unidades de pH, estos resultados corroboran lo encontrado por Palacios y Velastegui (2020), ellos obtuvieron un pH de 7,91 a 9,10 en Colombia, y con Chávez (2024), quien halló un valor de 6,58 en una captación de Yunguyo, ambos dentro o muy cercanos al intervalo permitido. Asimismo, los resultados se asemejan a los de Espinoza (2022), con un pH de 7,8 a 8,3 en Ticolacayán.

Los resultados encontrados indican que el agua presenta una condición ligeramente alcalina, lo cual es característico de aguas naturales que no han sido significativamente alteradas por descargas ácidas o materiales altamente básicos. La estabilidad del pH observada entre los puntos sugiere uniformidad en las características del entorno hidrográfico de captación (Palacios y Velastegui (2020) y Espinoza (2022))

Figura 8

Comparación de los valores de pH del agua en la captación con el ECA – Categoría A1



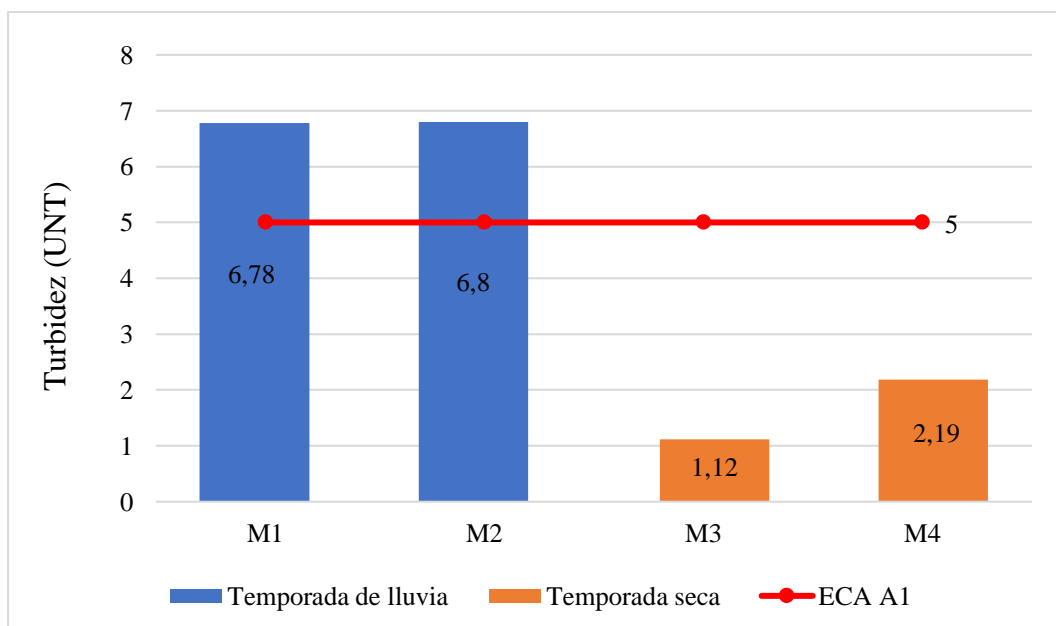
4.2.3 Turbidez

Los valores caracterizados de turbidez se reflejan en la Figura 9; en los puntos de captación indican que las muestras M1 (6,78 UNT) y M2 (6,80 UNT) superan el valor máximo establecido por el ECA A1 (5 UNT), mientras que M3 (1,12 UNT) y M4 (2,19 UNT) están en el marco de los límites permisibles; estos valores reflejan una posible existencia de partículas en suspensión como limos, arcillas y materia orgánica (Stevenson y Bravo, 2019) en M1 y M2, lo cual podría deberse a procesos de escorrentía superficial debido a que el M1 y M2 se realizaron en época de lluvias.

Los resultados obtenidos concuerdan con lo encontrados por Ramos et al. (2025), quienes obtuvieron turbiedades promedio de $25 \pm 3,75$ NTU en sistemas rurales de Colombia, y con Lucas y Carreño (2018), quienes obtuvieron hasta 25 NTU en comunidades de Ecuador, superando ampliamente los valores normativos.

Figura 9

Comparación de los valores de turbiedad del agua en la captación con el ECA – Categoría A1



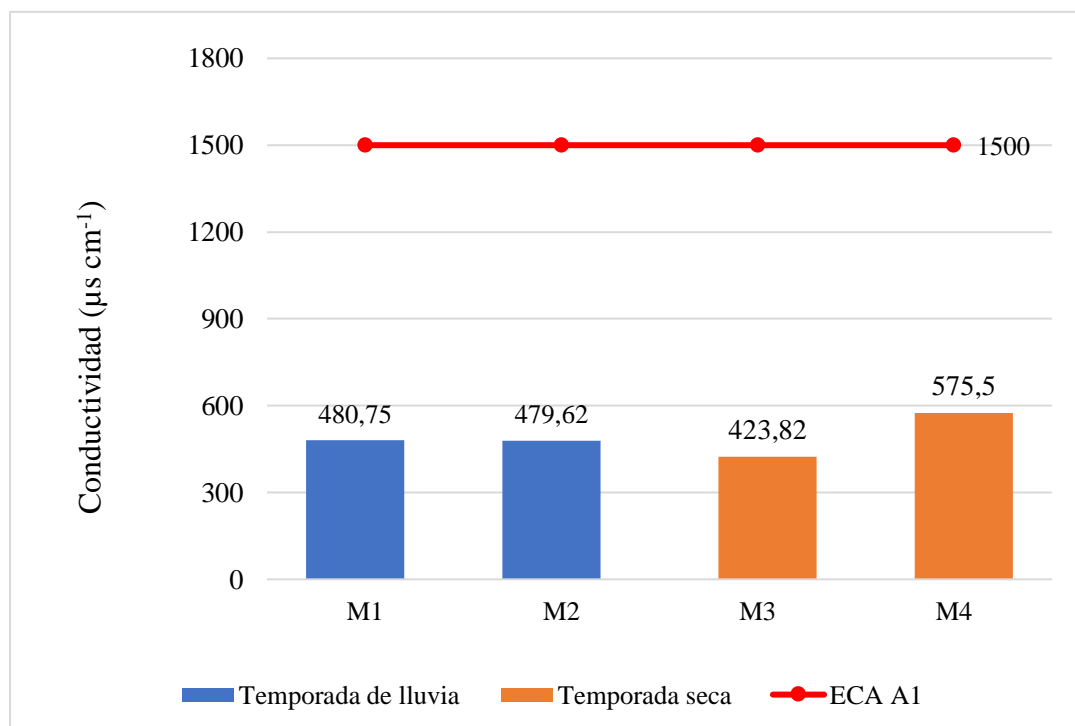
4.2.4 Conductividad

La caracterización de conductividad eléctrica muestra valores los cuales se evidencian en la Figura 10 en captación de $480,75 \mu\text{S cm}^{-1}$ (M1), $479,62 \mu\text{S cm}^{-1}$ (M2), $423,82 \mu\text{S cm}^{-1}$ (M3) y $575,5 \mu\text{S cm}^{-1}$ (M4); todos estos cumplen con el ECA A1 ($1\ 500 \mu\text{S cm}^{-1}$).

Estos resultados son similares con las investigaciones de Palacios y Velastegui (2020), quienes hallaron valores de conductividad entre $37,60$ y $84,00 \mu\text{S cm}^{-1}$, y también con lo reportado por Chávez (2024) ($36,9 \mu\text{S cm}^{-1}$) en sistemas de abastecimiento rurales, ambos dentro de los límites normativos. Además, Espinoza (2022) encontró valores similares (490 a $549,4 \mu\text{S cm}^{-1}$) en la ciudad de Ticlacayán.

Figura 10

Comparación de los valores de conductividad eléctrica del agua en la captación con el ECA – Categoría A1

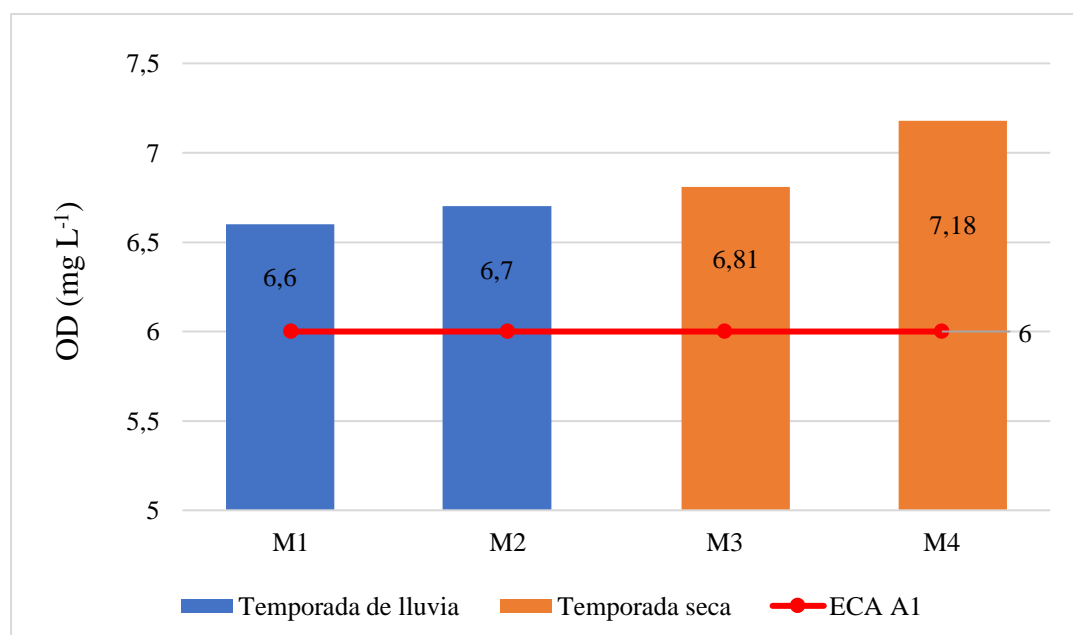


4.2.5 Oxígeno Disuelto

Los valores de OD se muestran en la Figura 11 obtenidos en los cuatro monitoreos de la captación fueron 6,6 mg L⁻¹, 6,7 mg L⁻¹, 6,81 mg L⁻¹ y 7,18 mg L⁻¹ respectivamente; dichos resultados cumplen con los ECA para agua destinada a consumo humano en cuerpos naturales (6,0 mg L⁻¹), cabe mencionar que concuerdan con los hallazgos de Chávez (2024), quien encontró un valor de 7,05 mg L⁻¹ en un sistema rural de abastecimiento, y con lo descrito por Alum et al. (2023) en Nigeria, donde el OD osciló entre 5,8 y 6,5 mg L⁻¹. Los niveles adecuados de oxígeno en el agua es un indicador indirecto de baja carga orgánica y ausencia de contaminantes biodegradables; sin embargo, las variaciones climáticas o descargas orgánicas podrían reducir los niveles de oxígeno, afectando tanto la calidad del agua como la salud de los ecosistemas (Alum et al., 2023).

Figura 11

Comparación de los valores de OD del agua en la captación con el ECA – Categoría A1



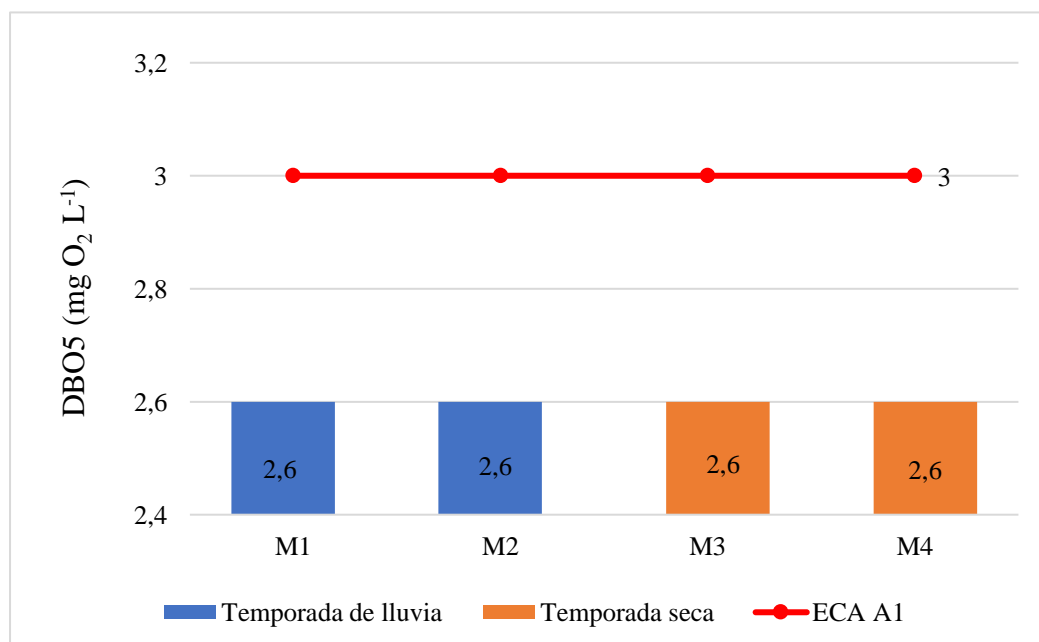
4.2.6 Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)

La caracterización de DBO₅ en captación (M1, M2, M3 y M4) dieron valores constantes registrados en la Figura 12 con una concentración de 2,6 mg O₂ L⁻¹, cumpliendo con los ECA para cuerpos de agua categoría A1, que es de 3,0 mg O₂ L⁻¹. Estos hallazgos demuestran que el agua de la captación posee baja carga de materia orgánica biodegradable, lo cual es un signo positivo respecto a la calidad del recurso hídrico y su uso para el consumo humano tras tratamiento básico (Castro, 2024).

Los resultados concuerdan con lo reportado por Chávez (2024), quien encontró valores similares en agua superficial destinada a consumo humano en Yunguyo, así como con los hallazgos de Castro (2024) en Huambos, donde las condiciones del agua reflejaban un bajo nivel de contaminación orgánica.

Figura 12

Comparación de los valores de DBO₅ del agua en la captación con el ECA – Categoría A1



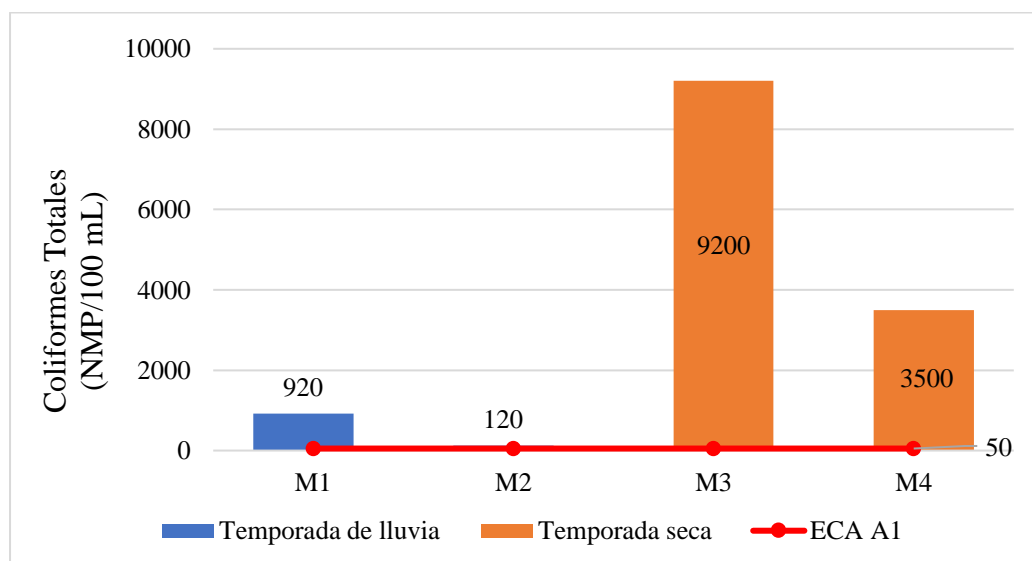
4.2.7 Coliformes Totales

En la Figura 13 se observa que las concentraciones de coliformes totales en los puntos de captación superan ampliamente el límite establecido por los ECA para cuerpos de agua categoría A1, cuyo valor máximo permisible es de 50 NMP/100 mL. En M1 se registraron 920 NMP/100 mL, en M2 se observó un valor relativamente bajo de 120 NMP/100 mL, mientras que en M3 y M4 se alcanzaron concentraciones críticas de 9 200 y 3 500 NMP/100 mL, respectivamente.

Los resultados indican una contaminación microbiana severa, asociada posiblemente al ingreso de aguas residuales, escorrentía agrícola o actividad ganadera cercana a la fuente hídrica. Los valores encontrados en los primeros monitoreos se podrían deber al arrastre hidráulico de materia orgánica debido a la escorrentía generada por las lluvias; sin embargo, en los monitoreos M3 y M4 estaría causada por infiltraciones de aguas residuales debido a que existen viviendas en la parte superior de la captación; por otro lado, puede atribuirse a que en temporada seca algunos comuneros llevan su ganado a la zona de captación para que consuman agua. Además; la infraestructura de la captación solo cuenta con una tapa de concreto la cual no está asegurada con ningún mecanismo y presenta deterioro (Anexo 1: Fotografía 1) por ende puede ser desplazada; facilitando el acceso de factores externos y generando contaminación externa.

Figura 13

Comparación de los valores de Coliformes totales del agua en la captación con el ECA – Categoría A1



4.2.8 Coliformes Termotolerantes

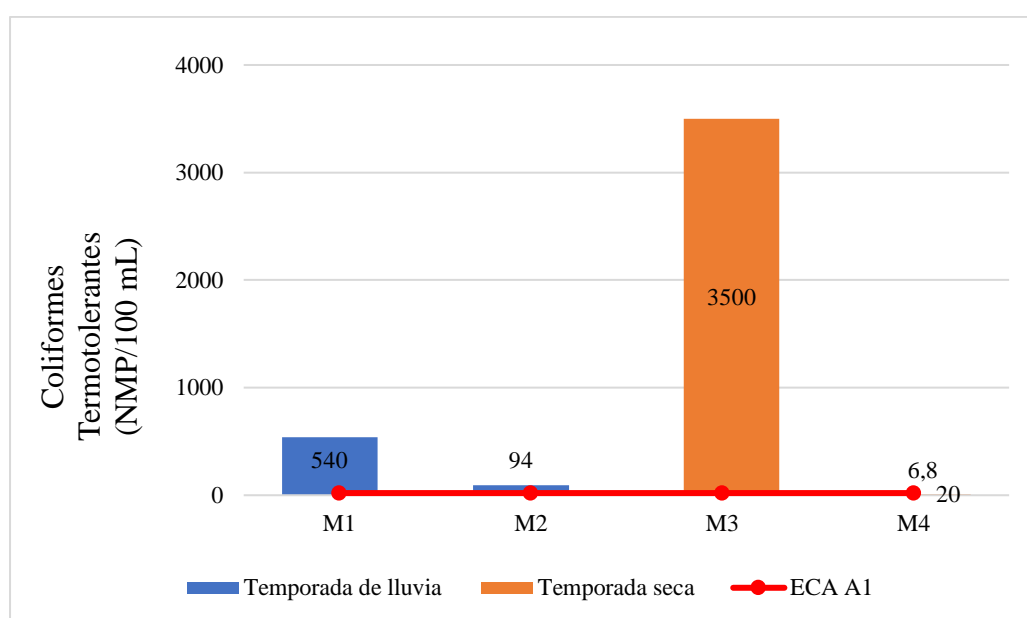
Los valores de coliformes termotolerantes mostrados en la Figura 14 obtenidos en las muestras de captación también superan de forma considerable los ECA para la categoría A1, cuyo límite es de 20 NMP/100 mL. En M1 se detectaron 540 NMP/100 mL, en M2 se registraron 94 NMP/100 mL, mientras que M3 alcanzó una concentración de 3 500 NMP/100 m; el M4, aunque presentó un valor menor, registró 6,8 NMP/100 mL, incumpliendo con el estándar. La presencia de coliformes termotolerantes manifiesta una contaminación fecal directa, representando un peligro sanitario elevado para la población si el agua no recibe un tratamiento adecuado previo a su consumo.

Las concentraciones de los monitoreos M1 y M2 pueden deberse al arrastre hidráulico de materia fecal y sedimentos durante la época de lluvias, debido a la escorrentía superficial, ya que en áreas aledañas se practica la ganadería y existen viviendas en la parte superior de la captación. Por otro lado; el valor más alto de los

monitoreos (M3) que fue realizado en época de estiaje puede deberse a una posible presencia de animales cerca de la captación y a la insuficiente protección sanitaria de la infraestructura. Sin embargo; se observa una reducción en el M4 que se atribuye a la ausencia de posibles actividades cerca de la fuente de captación.

Figura 14

Comparación de los valores de Coliformes termotolerantes del agua en la captación con el ECA – Categoría A1



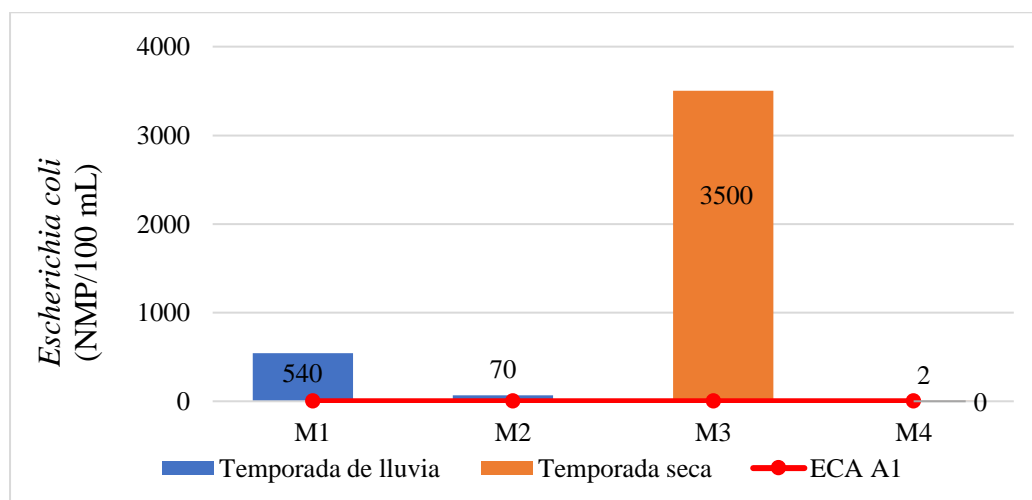
4.2.9 *Escherichia coli*

La Figura 15 muestra los valores hallados en captación los cuales revelan un incumplimiento generalizado del límite permitido por los ECA para la categoría A1, que establece un valor máximo de 0 NMP/100 mL. En M1 se detectaron 540 NMP/100 mL, en M2 70 NMP/100 mL, y en M3 una concentración crítica de 3 500 NMP/100 mL y el punto M4 una carga crítica de 2 NMP/100 mL. Cabe señalar que la detección de *E. coli* representa contaminación fecal y representando un peligro directo para la seguridad sanitaria si el agua no es sometida a un tratamiento apropiado antes de su consumo (Ramos et al., 2025).

Los valores moderados de M1 y M2, tomados en época de lluvias, se deben al arrastre hidráulico de materia fecal y residuos orgánicos desde zonas agrícolas hacia la fuente de captación. Por otro lado, la concentración alta observada en M3, correspondiente a la época de estiaje, sugiere contaminación directa en la estructura de captación, probablemente asociada al ingreso de animales, vertimientos cercanos, o la falta de sellado sanitario. La disminución en M4 podría deberse a mejoras temporales en las condiciones hidráulicas o a la disminución de actividad antrópica en el entorno inmediato.

Figura 15

Comparación de los valores de E. coli del agua en la captación con el ECA – Categoría A1



4.2.10 Hierro (Fe)

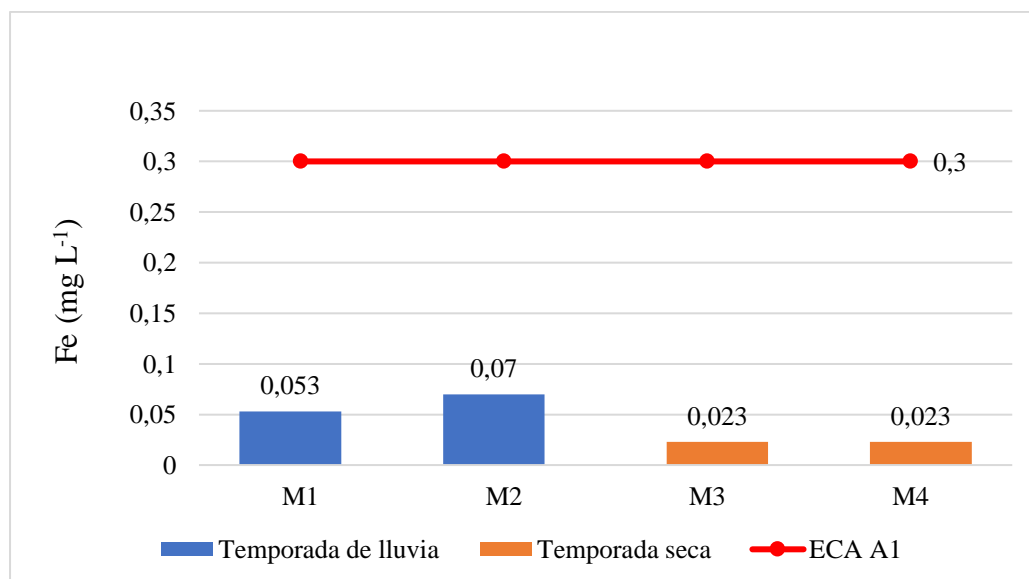
Los resultados obtenidos para el parámetro de Fe mostrados en la Figura 16 en las muestras de captación cumplen con los ECA para la categoría A1, que es de 0,3 mg L⁻¹. Los valores registrados fueron: 0,053 mg L⁻¹ (M1), 0,070 mg L⁻¹ (M2), 0,023 mg L⁻¹ (M3) y 0,023 mg L⁻¹ (M4). Estas cifras evidencian que el agua no presenta niveles

preocupantes de hierro, por lo tanto, cumple con los estándares de calidad ambiental para cuerpos de agua destinados a consumo humano con tratamiento convencional.

Los resultados encontrados coinciden con los de Alum et al. (2023) en Nigeria y Broisett et al. (2018) en Puno, quienes también reportaron concentraciones de hierro dentro de los límites normativos en fuentes superficiales. Aunque el hierro no representa un riesgo toxicológico en las concentraciones halladas, niveles más elevados pueden causar problemas organolépticos (color, sabor metálico) y acumulación en tuberías; por ello, es fundamental el monitoreo periódico de este parámetro (Alum et al., 2023 y Broisett et al., 2018)

Figura 16

Comparación de los valores de Fe del agua en la captación con el ECA – Categoría A1



Por otro lado, respecto a los demás metales pesados evaluado (As, Cd, Cr, Cu, Mn, Pb, Zn y Hg) se encontraron por debajo del LCM, lo cual indica que las concentraciones de dichos elementos son tan bajas que no pueden ser detectadas con

certeza por el método analítico utilizado, y por tanto no representan un riesgo para la salud ni incumplen los ECA de agua - categoría A1.

4.3.Comparación de las concentraciones de propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del agua de consumo humano en el reservorio y las viviendas con los LMP establecidos en el D.S. N° 031-2010-SA.

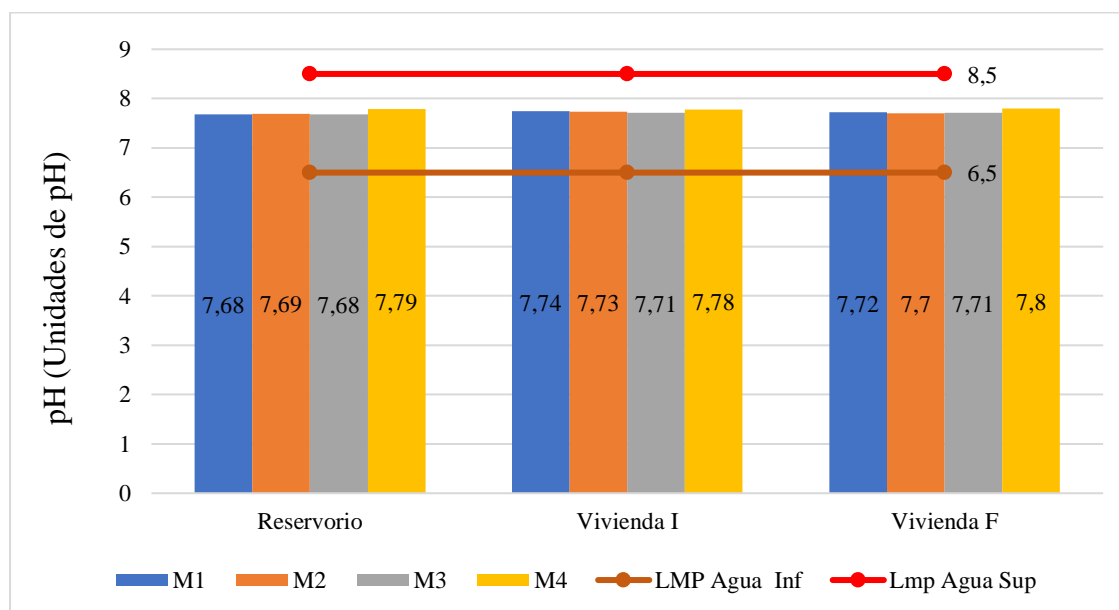
4.3.1. *Potencial de Hidrógeno (pH)*

Los valores de pH reflejados en la Figura 17 registrados en el reservorio, en la Vivienda I (intermedia) y en la Vivienda F (más alejada del reservorio) oscilaron entre 7,68 y 7,80; los cuales cumplen a los LMP instituidos en el D.S. N° 031-2010-SA para agua de consumo humano, el cual fija un intervalo aceptable de 6,5 a 8,5 unidades de pH. Además, no se observan diferencias significativas (Kruskal–Wallis =0,322) entre los puntos evaluados, lo cual sugiere una buena estabilidad del parámetro en el sistema de distribución.

Los resultados encontrados coinciden con los de Jiménez y Rincón (2024), quienes en el sistema de abastecimiento La Lima encontraron valores de pH entre 7,85 y 8,07 en reservorio y viviendas, dentro de los rangos normativos. Igualmente, Sosa (2022) en Huánuco reportó valores entre 6,5 y 8,4; mientras que Espinoza (2022) en Ticsacayán encontró valores de 7,9 a 8,0 en viviendas conectadas al sistema, lo que respalda la idea de que, en muchos contextos rurales, este parámetro suele mantenerse dentro de los límites establecidos.

Figura 17

Comparación de los valores del pH en el reservorio y viviendas comparados con los LMP



Nota. LMP Agua Inf: Límite mínimo permisible; Lmp Agua Sup: Límite máximo permisibles.

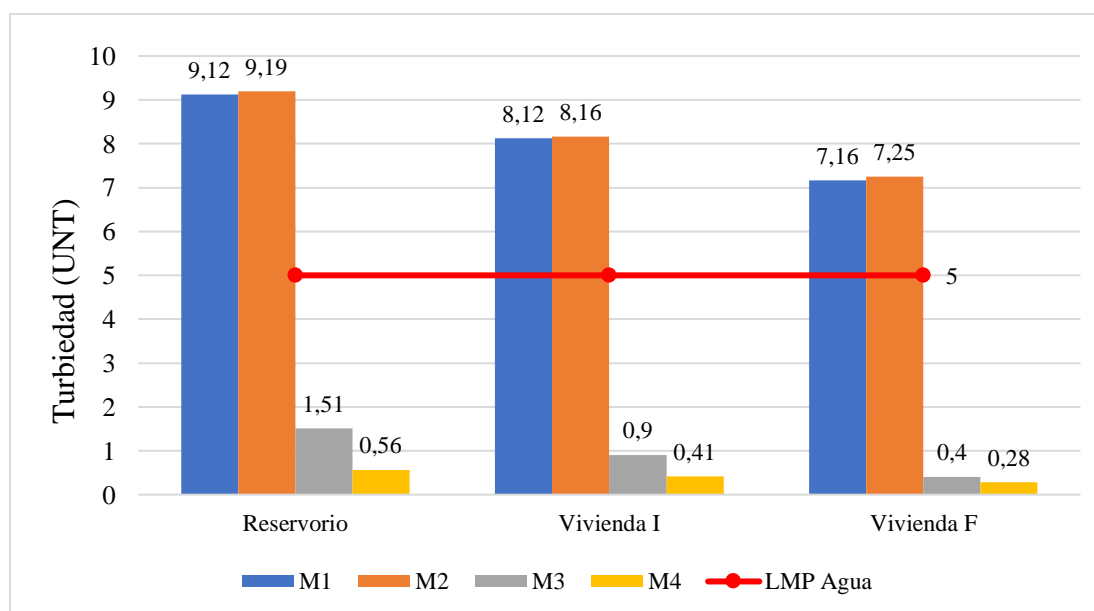
4.3.2. Turbidez

Los resultados de turbidez mostrados en la Figura 18 en el reservorio y las viviendas muestran una variabilidad significativa entre las muestras; en el reservorio, las muestras M1 (9,12 UNT) y M2 (9,19 UNT) superan el LMP, que es de 5 UNT, mientras que M3 (1,51 UNT) y M4 (0,56 UNT) se ajustan a los límites establecidos. En la Vivienda I, se mantiene la misma tendencia: M1 (8,12 UNT) y M2 (8,16 UNT) siguen por encima del límite, mientras que M3 (0,9 UNT) y M4 (0,41 UNT) cumplen con la normativa. En la Vivienda F, las concentraciones se reducen aún más: M1 (7,16 UNT) y M2 (7,25 UNT) continúan fuera del rango permitido, pero M3 (0,4 UNT) y M4 (0,28 UNT) permanecen dentro del límite. Los resultados encontrados indican que el agua mejora su calidad conforme se avanza en la red de distribución.

Los resultados son similares a los de Jiménez y Rincón (2024), quienes encontraron valores de turbidez en reservorios y viviendas que oscilaron entre 3,17 y 8,46 UNT, también superando los límites normativos; igualmente Calle y Vargas (2021) detectaron turbiedades elevadas en toda la red de abastecimiento de Jaén. Por otro lado, Sosa (2022) y Chávez (2024) reportaron turbidez en rangos mucho más bajos (menores a 1 UNT), lo que indica condiciones favorables en esos sistemas. La presencia de turbidez elevada podría indicar arrastre de partículas o una deficiente sedimentación, lo que afecta directamente la calidad del agua y su aceptabilidad para el consumo humano (Sosa, 2022).

Figura 18

Comparación de los valores de la turbiedad en el reservorio y viviendas comparados con los LMP



4.3.3. Conductividad Eléctrica

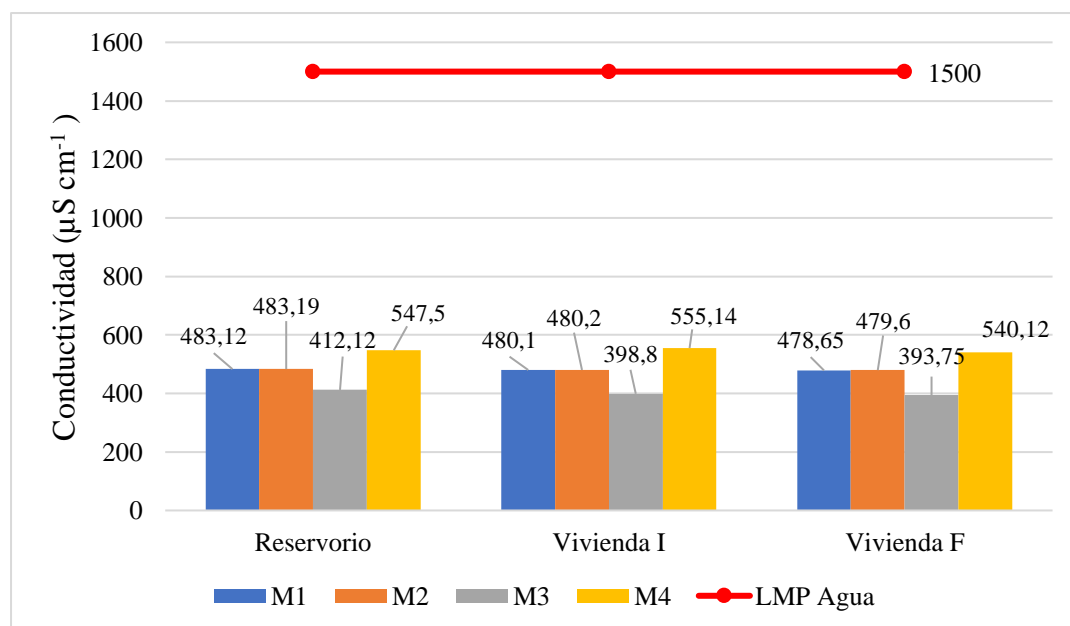
Los valores de conductividad eléctrica mostrados en la Figura 19 en reservorio y viviendas se mantuvieron dentro del LMP, cuyo límite es de $1\ 500\ \mu\text{S cm}^{-1}$; en el reservorio, los valores fluctuaron entre $412,12\ \mu\text{S cm}^{-1}$ (M3) y $547\ \mu\text{S cm}^{-1}$ (M4),

mostrando una ligera variabilidad entre muestras. En la Vivienda I, los resultados fueron similares, con un mínimo de $398,8 \mu\text{S cm}^{-1}$ (M3) y un máximo de $555,14 \mu\text{S cm}^{-1}$ (M4); en la Vivienda F, los valores se mantuvieron entre $393,75 \mu\text{S cm}^{-1}$ (M3) y $540,12 \mu\text{S cm}^{-1}$ (M4). Esta estabilidad y cumplimiento con el LMP indican una adecuada calidad del agua respecto a su contenido de sales disueltas, sin presencia significativa de contaminación mineral o salina que afecte la potabilidad.

Los resultados coinciden con los de Espinoza (2022) en Tlacayán, donde se registraron valores entre $417,4$ y $603,3 \mu\text{S cm}^{-1}$ en viviendas, y por Marín (2019) en Oxamarca, donde en el reservorio se obtuvo entre $490,1$ y $538 \mu\text{S cm}^{-1}$. Asimismo, Chávez (2024) en Yunguyo y Sosa (2022) en Colpas registraron niveles considerablemente bajos (entre 11 y $123 \mu\text{S cm}^{-1}$), reforzando que este parámetro suele mantenerse dentro de los límites permisibles en zonas rurales.

Figura 19

Comparación de los valores de la conductividad en el reservorio y viviendas comparados con los LMP



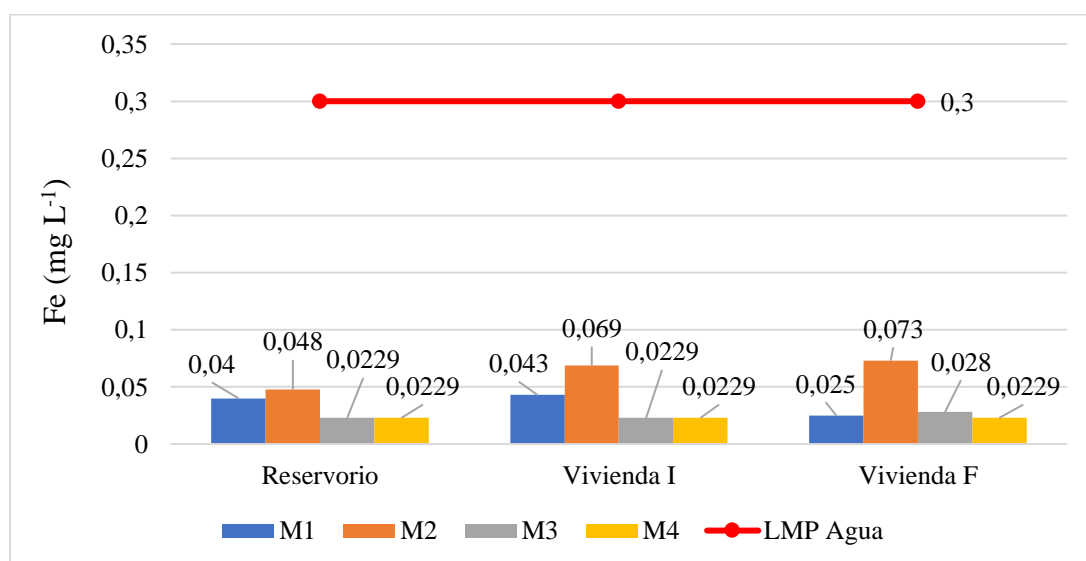
4.3.4. Hierro (Fe)

Los valores de concentración de Fe evidenciados en la Figura 20 obtenidos en el reservorio y viviendas cumplieron con el LMP ($0,3 \text{ mg L}^{-1}$); en el reservorio, los niveles oscilaron entre $0,0229 \text{ mg L}^{-1}$ (M3) y $0,048 \text{ mg L}^{-1}$ (M2). En la Vivienda I, se encontraron valores entre $0,029 \text{ mg L}^{-1}$ (M3) y $0,069 \text{ mg L}^{-1}$ (M2), mientras que en la Vivienda F se registraron concentraciones entre $0,0229 \text{ mg L}^{-1}$ (M4) y $0,073 \text{ mg L}^{-1}$ (M2). Los resultados demuestran que no existe un peligro asociado a la existencia de hierro en el agua de consumo, lo que sugiere una baja interacción con materiales férricos en la red de distribución.

Comparando con estudios previos, Broisett et al. (2018) en Puno reportaron valores de hierro entre $0,220 \text{ mg L}^{-1}$ en fuentes superficiales y $0,254 \text{ mg L}^{-1}$ en pozos, los cuales también estuvieron dentro de los límites permisibles, aunque más elevados que los encontrados en este estudio. Por otra parte, Alum et al. (2023) en Nigeria detectaron concentraciones de hierro en el rango de $0,1\text{--}0,3 \text{ mg L}^{-1}$, también dentro de los estándares internacionales. Estos antecedentes confirman que, si bien el hierro es un metal común en aguas naturales, su presencia en niveles bajos como los observados no representa un riesgo sanitario ni afecta las propiedades organolépticas del agua.

Figura 20

Comparación de los valores de Fe en el reservorio y viviendas comparados con los LMP



4.3.5. Coliformes Totales

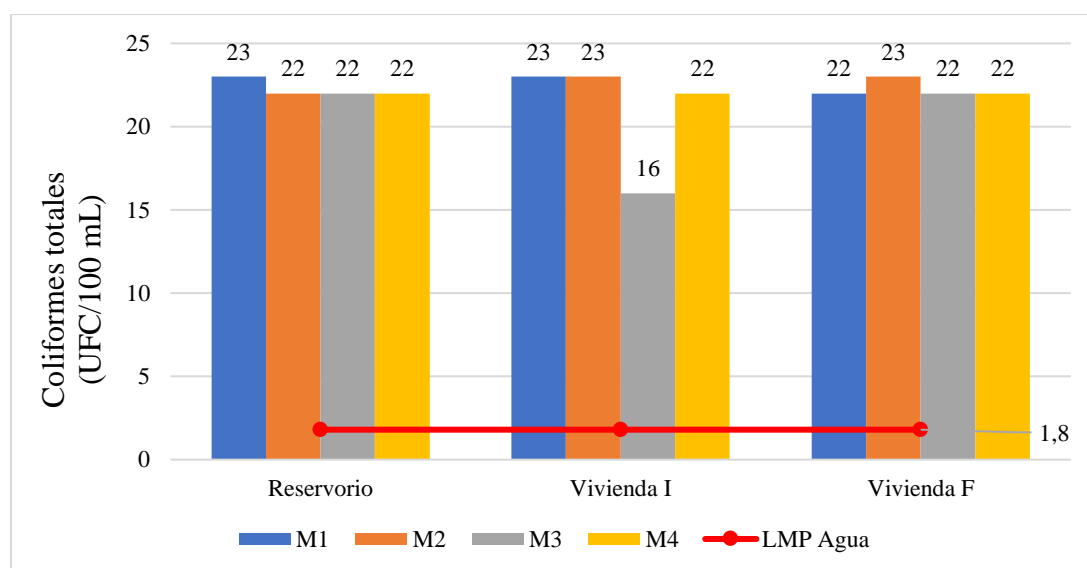
Los valores de coliformes totales mostrados en la Figura 21 en el reservorio y viviendas indican un incumplimiento generalizado con los LMP, que determina un valor máximo de 0 UFC/100 MI (<1,8 NMP/100 mL) para agua destinada al consumo humano, en el reservorio se detectaron concentraciones entre 22 y 23 NMP/100 mL en todas las muestras; en la VI, los valores oscilaron entre 16 y 23 NMP/100 mL; mientras que en la VF, se mantuvieron entre 23 y 22 NMP/100 mL. Los resultados demuestran que existe una contaminación microbiológica en la red de distribución que podría deberse a deficiencias en la cloración, filtración o ingreso de agentes contaminantes externos durante la distribución.

Estos resultados son coherentes con lo hallado por Jiménez y Rincón (2024) en el sistema La Lima, donde se reportaron concentraciones de coliformes totales de 170 a 350 NMP/100 mL a lo largo de la red. Del mismo modo, Sosa (2022) en Huánuco

encontró entre 10 y 65 NMP/100 mL en viviendas rurales, y Sosa (2022) en el sistema La Lima, donde se reportaron concentraciones de coliformes totales de 170 a 350 NMP/100 mL a lo largo de la red. Estos antecedentes confirman que la existencia de coliformes totales en los sistemas de distribución es un problema recurrente en zonas rurales del país, lo cual representa un riesgo sanitario que debe ser abordado con mejoras en la infraestructura, mantenimiento y tratamiento del agua.

Figura 21

Comparación de los valores de coliformes totales en el reservorio y viviendas comparados con los LMP



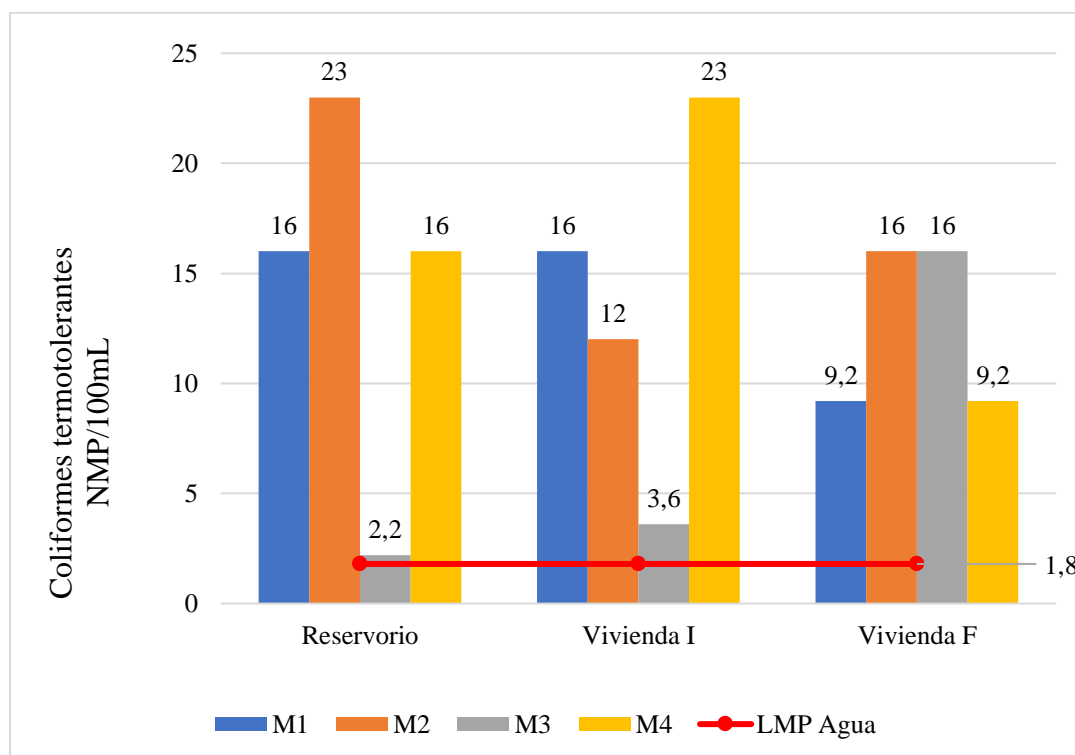
4.3.6. Coliformes Termotolerantes

Los resultados evidencian la existencia de coliformes termotolerantes los cuales se muestran en la Figura 22 en reservorio y viviendas, superando el LMP establecido de 0 UFC/100 mL (<1,8 NMP/100 mL), lo cual implica un incumplimiento de la normativa sanitaria; en el reservorio, las concentraciones fluctuaron entre 2,2 y 23 NMP/100 mL; en la VI se observaron valores entre 3,6 y 23 NMP/100 mL, y en la vivienda más alejada (VF) entre 9,2 y 16 NMP/100 mL.

Los resultados coinciden con Silva (2021) en Celendín, donde los niveles de coliformes termotolerantes fluctuaron entre 1 y 35 000 NMP/100 mL. Asimismo, Jiménez y Rincón (2024) identificaron valores de hasta 110 NMP/100 mL en viviendas del sistema La Lima, mientras que Fernández (2025) reportó un niveles de hasta 12 NMP 100/MI en reservorio del caserío El Paraíso, Lajas, Chota. Además, en el centro poblado rural de Yapac y San Antonio de Chucchuc del Distrito de Colpas, Huánuco, Sosa (2022) hallaron entre 12 y 21 NMP 100/mL en los reservorios.

Figura 22

Comparación de los valores de coliformes termotolerantes en el reservorio y viviendas comparados con los LMP



4.3.7. *Escherichia coli*

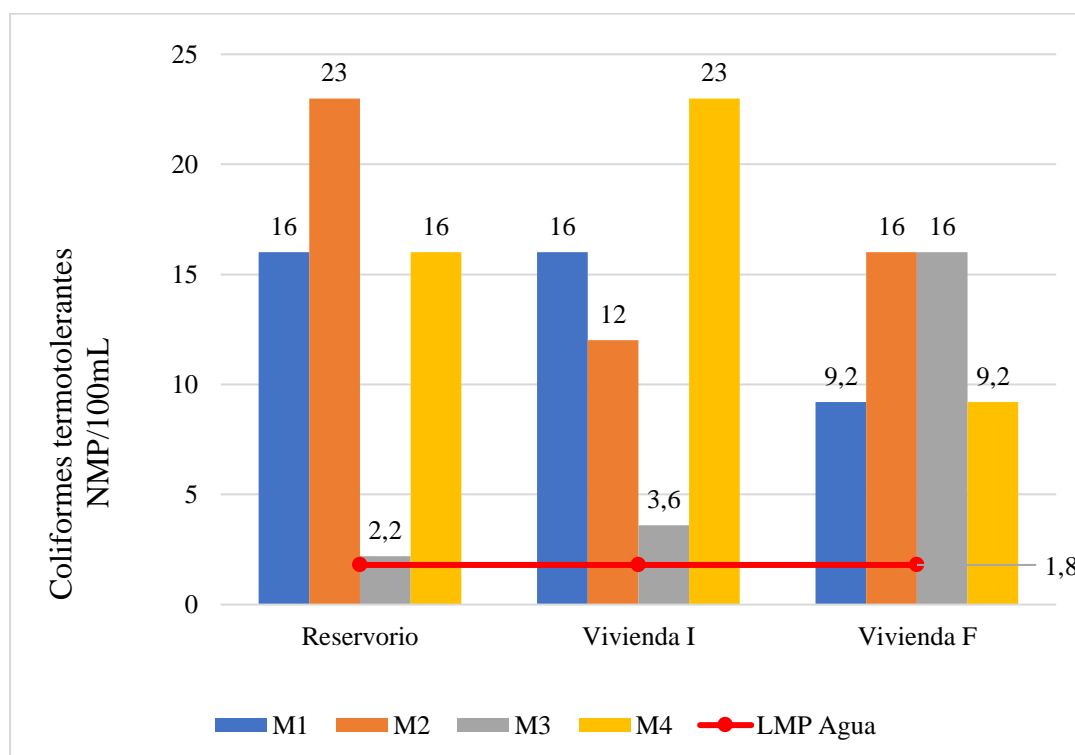
Los resultados mostrados en la Figura 23 muestran que todas las muestras analizadas en el reservorio y viviendas presentan valores detectables de *E. coli*, lo cual

representa un incumplimiento al LMP de 0 UFC/100 mL (<1,8 NMP/100 mL); en el reservorio, los valores oscilaron entre 2,2 y 23 NMP/100 mL; en la VI, entre 3,6 y 23 NMP/100 mL; y en la Vivienda más alejada (VF), entre 3,6 y 16 NMP/100 mL.

Los hallazgos se asemejan a los reportados por Jiménez y Rincón (2024), quienes encontraron niveles de *E. coli* entre 27 y 110 NMP/100 mL en los distintos puntos del sistema La Lima; asimismo, Silva (2021) reportó hasta 35 000 NMP/100 mL de *E. coli* en su estudio en Celendín.

Figura 23

Comparación de los valores de E. coli en el reservorio y viviendas comparados con los LMP



4.3.8. Prueba estadística de normalidad y varianza entre los parámetros evaluados

Para el análisis de diferencias entre los puntos de monitoreo del sistema de abastecimiento La Shita (reservorio, primera y última vivienda), primero se evaluó la normalidad y homogeneidad de varianzas mediante las pruebas estadísticas de Shapiro–Wilk y Levene respectivamente. Para ambas pruebas se consideraron como criterio de decisión un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$; cuando el valor de p fue mayor a $0,05$; se asumió que el parámetro presentaba una distribución aproximadamente normal y varianzas homogéneas en los puntos de muestreo; en caso contrario, se consideró que no cumplía con dicho supuesto.

Como se observa en la Tabla 9, la temperatura, turbidez, conductividad, Fe, coliformes totales, coliformes termotolerantes y *E. coli* no cumplieron simultáneamente con los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas, por lo que se optó por aplicar la prueba no paramétrica de Kruskal–Wallis para evaluar posibles diferencias entre los puntos de monitoreo. Sin embargo, los parámetros pH y OD cumplieron con ambos supuestos estadísticos (normalidad y homogeneidad de varianzas), razón por la cual se aplicó el análisis de varianza de un factor (ANOVA) para comparar las medias entre los distintos puntos de monitoreo.

Los resultados de las pruebas globales indican que únicamente los coliformes totales presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los puntos de monitoreo ($p = 0,024$), lo que evidencia una variación relevante de este parámetro dentro del sistema de abastecimiento. Por el contrario, la temperatura, pH, turbidez, conductividad, OD, Fe, coliformes termotolerantes y *E. coli* no mostraron diferencias significativas ($p > 0,05$), lo que sugiere que sus valores se mantienen relativamente homogéneos entre los distintos puntos de monitoreo evaluados.

Tabla 9*Prueba estadística de normalidad y varianza*

Parámetro	Shapiro–Wilk (p)	Levene (p)	Prueba utilizada	p (global)
Temperatura	0,0076	0,868	Kruskal–Wallis	0,575
pH	0,4777	0,867	ANOVA	0,322
Turbidez	0,0036	0,001	Kruskal–Wallis	0,698
Conductividad	0,037	0,998	Kruskal–Wallis	0,983
OD	0,6571	0,505	ANOVA	0,753
Fe	0,001	0,836	Kruskal–Wallis	0,973
<i>Coliformes totales</i>	0,000	0,004	Kruskal–Wallis	0,024
<i>Coliformes termotolerantes</i>	0,002	0,038	Kruskal–Wallis	0,377
<i>E. coli</i>	0,004	0,040	Kruskal–Wallis	0,507

Nota. Los parámetros DBOs, metales pesados (As, Cd, Cr, Cu, Mn, Pb, Zn y Hg), color verdadero y cloro residual no fueron incluidos en las pruebas de hipótesis debido a que sus valores permanecieron constantes o tuvieron baja variabilidad en todos los puntos de muestreo (DBOs = 2,6 mg L⁻¹, metales pesados = < LCM, Color = 0 – 10 UCV y Cloro residual = 0 mg L⁻¹)

4.4. Contrastación de la hipótesis.

La hipótesis que se plantea en la presente investigación afirma lo siguiente:

- **H₁**: el agua de consumo humano del sistema de agua “La Shita”, comunidad de Santa Rosa Bajo cumple con los LMP por lo tanto es de buena calidad.
- **H₀**: el agua de consumo humano del sistema de agua “La Shita”, comunidad de Santa Rosa Bajo no cumple con los LMP por lo tanto es de mala calidad.

Para la contrastación de la hipótesis, se evaluaron 16 muestras correspondientes a los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos analizados, comparando los valores con los LMP establecidos en el Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano – D.S. N° 031-2010-SA.

De acuerdo con los resultados obtenidos en la Tabla 10, los parámetros fisicoquímicos básicos como temperatura, pH, conductividad eléctrica, OD y DBO₅ se encuentran dentro de los rangos aceptables establecidos para agua de consumo humano. Asimismo, los metales pesados analizados (Fe, As, Cd, Cr, Cu, Mn, Pb, Zn y Hg) registraron concentraciones inferiores a los LMP, evidenciando ausencia de riesgo toxicológico asociado a estos elementos.

No obstante, se evidenció incumplimientos en los parámetros de turbidez, coliformes totales, coliformes termotolerantes y *E. coli*; en particular, la turbidez alcanzó un valor máximo de 9,19 NTU, superando el límite de 5 NTU establecido por la normativa, mientras que los indicadores microbiológicos excedieron el valor permitido de 0 NMP/100 mL, evidenciando contaminación fecal y, por lo tanto, no sería apta para consumo humano sin tratamiento previo.

Considerando que la normativa establece; para que el agua sea considerada apta para consumo humano, todos los parámetros evaluados deben cumplir simultáneamente con los LMP; dado que se registraron incumplimientos en parámetros críticos, se concluye lo siguiente:

- **Se rechaza la hipótesis alterna H₁:** el agua de consumo humano del sistema de agua “La Shita”, comunidad de Santa Rosa Bajo cumple con los LMP por lo tanto es de buena calidad.
- **Se acepta la hipótesis nula H₀:** el agua de consumo humano del sistema de agua “La Shita”, comunidad de Santa Rosa Bajo no cumple con los LMP por lo tanto es de mala calidad.

Por lo tanto, el agua del sistema de abastecimiento “La Shita” no es apta para consumo humano sin tratamiento previo, de acuerdo con lo establecido en el D.S. N.º 031-2010-SA.

Tabla 10

Comparación de parámetros analizados con los LMP del D.S. N.º 031-2010-SA

Parámetro	N	Mínimo	Máximo	LMP	Cumple
Temperatura (°C)	16	15,4	17,5	No aplica	Sí
pH	16	7,6	7,8	6,5 – 8,5	Sí
Turbidez (NTU)	16	0,28	9,19	≤ 5	No
Conductividad (µS/cm)	16	393,8	575,5	≤ 1500	Sí
OD (mg/L)	16	6,28	7,5	No aplica	Sí
DBO ₅ (mg/L)	16	2,6	2,6	No aplica	Sí
Coliformes Totales (NMP/100 ml)	16	16	9 200	0	No
Coliformes Termotolerantes (NMP/100 ml)	16	2,2	3 500	0	No
<i>Escherichia coli</i> (NMP/100 ml)	16	2	3 500	0	No
Color (UCV)	16	0	10	≤ 15	Sí
Cloro residual (mg/L)	16	0	0	0,5 – 1,5	No
Fe (mg/L)	16	0,0225	0,073	0,3	Sí
As (mg/L)	16	< LCM	< LCM	0,01	Sí
Cd (mg/L)	16	< LCM	< LCM	0,003	Sí
Cr (mg/L)	16	< LCM	< LCM	0,05	Sí
Cu (mg/L)	16	< LCM	< LCM	2,0	Sí
Mn (mg/L)	16	< LCM	< LCM	0,1	Sí
Pb (mg/L)	16	< LCM	< LCM	0,01	Sí
Zn (mg/L)	16	< LCM	< LCM	3,0	Sí
Hg (mg/L)	16	< LCM	< LCM	0,006	Sí

Nota. LCM = Límite de Cuantificación del Método. LMP = Límites Máximos Permisibles establecidos por el DS 031-2010-SA.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Se determinó que el agua del sistema de abastecimiento “La Shita” presenta una temperatura promedio de 16,30 °C, con valores que oscilaron entre 15,4 y 17,5 °C; un pH en un rango de 7,6 a 7,8; turbidez entre 0,28 y 9,19 UNT; la conductividad eléctrica en promedio fue de 476,3 $\mu\text{S cm}^{-1}$; el OD alcanzó un promedio de 6,88 mg/L; mientras que la DBO₅ fue constante en todas las muestras con un valor de 2,6 mg/L. Respecto a los parámetros microbiológicos, los coliformes totales mostraron una media de 875,1 NMP/100 mL, alcanzando hasta 9200 NMP/100 mL. Los coliformes termotolerantes presentaron una media de 268,5 NMP/100 mL y una concentración máxima de 3500 NMP/100 mL; *Escherichia coli* registró una media de 266,5 NMP/100 mL; el color presentó una media de 3,125 UCV; en cuanto al cloro residual mostró valores constantes de 0 ppm. Finalmente, el hierro (Fe) mostró una media de 0,0383 mg L⁻¹, y los demás metales pesados como As, Cd, Cr, Cu, Mn, Pb, Zn y Hg estuvieron por debajo LCM en todas las muestras evaluadas.
- Se determinó que, en la captación del sistema “La Shita” los parámetros de turbidez, coliformes totales, coliformes termotolerantes y *E. coli* no cumplen con los valores establecidos en los ECA para Agua - categoría A1 establecidos en el D.S. N.º 004-2017-MINAM, evidenciando contaminación microbiológica en el punto de captación.
- Se determinó que, en el reservorio, la vivienda I y la vivienda F del sistema “La Shita” el parámetro de cloro residual estuvo ausente en todos los puntos y los parámetros microbiológicos superaron ampliamente los LMP (0 NMP/100 mL) en

todas las muestras evaluadas, lo que evidencia contaminación microbiológica generalizada en la red de distribución.

- La calidad del agua del sistema de abastecimiento “La Shita”, comunidad de Santa Rosa Bajo, Chota – Cajamarca, no es apta para el consumo humano sin tratamiento puesto que presenta incumplimiento en los parámetros microbiológicos definidos en el D.S. N° 031-2010-SA.

5.2.Recomendaciones

- Implementar un sistema de desinfección adecuado en el sistema de agua “La Shita”, como la dosificación controlada de cloro, que garantice la presencia de cloro residual en toda la red de distribución, con el fin de reducir la carga microbiológica y prevenir enfermedades de origen hídrico.
- Realizar monitoreos periódicos en el sistema, especialmente en los puntos críticos como la captación, el reservorio y las viviendas, con énfasis en los parámetros microbiológicos (coliformes totales, coliformes termotolerantes y *E. coli*), para asegurar que el agua distribuida sea segura para el consumo humano.
- Ejecutar medidas correctivas en la infraestructura del sistema, como el mantenimiento de la captación, sellado de fisuras, protección contra ingreso de contaminantes y la reparación de roturas o filtraciones en la red de conducción, a fin de minimizar la contaminación externa.

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS

- Abdallah, T. (2017). Sustainable Initiatives for Public Bus Networks. *Sustainable Mass Transit*, 6, 79-93. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/topics/social-sciences/potable-water>
- Agudelo, C., Avvedimento, S., Boxall, J., Creaco, I., De Kater, H., Di Nardo, A., . . . Fish, K. (2020). Drinking Water Temperature around the Globe: Understanding, Policies, Challenges and Opportunities. *Water*, 12(4), 1049. <https://doi.org/10.3390/w12041049>
- Albarrán, L. (2019). *Evaluación de los sistemas de abastecimiento de agua potable de la localidad de Shirac, San Marcos – Cajamarca. propuesta de mejora*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Obtenido de <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/3115>
- Aldstadt, J., Bootsma, H., & Ammerman, J. (2009). Chemical Properties of Water. *Encyclopedia of Inland Waters*, 139-147. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/turbidity>
- Alum, E., Ezeh, T., & Ukaegbu, B. (2023). Assessment of physicochemical and bacteriological quality of drinking water sources in Amaozara Ozizza, Nigeria. *Journal of Water and Health*, 21(3), 456–465. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/369884607_Physico-chemical_and_Bacteriological_Analysis_of_Water_used_for_Drinking_and_other_Domestic_Purposes_in_Amaozara_Ozizza_Afikpo_North_Ebonyi_State_Nigeria
- Alum, E., Uti, D., Agah, V., Orji, N., Ezeani, N., Ugwu, O., . . . Itodo, M. (2023). Physico-chemical and bacteriological analysis of water used for drinking and other domestic

purposes in Amaozara Ozizza, Afikpo North, Ebonyi State, Nigeria. *Nigerian Journal of Biochemistry and Molecular Biology*, 38(1), 1-8.

Ampié, D., & Masis, A. (2017). *Propuesta de diseño hidráulico a nivel de pre factibilidad del sistema de abastecimiento de agua potable y saneamiento básico de la comunidad Pasó real, municipio de Jinotepe, departamento de Carazo*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua]. Obtenido de <https://repositorio.unan.edu.ni/3665/1/42312.pdf>

Anderson, L. E., Trueman, B. F., Dunnington, D. W., & Gagnon, G. A. (2021). Relative importance of organic-and iron-based colloids in six Nova Scotian lakes. *Clean Water*, 4(1), 26. <https://doi.org/10.1038/s41545-021-00115-4>

Artola, N. (2008). *Operación y mantenimiento de un mini acueducto por gravedad (MAG)*. Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional. Obtenido de <https://sjnavarro.wordpress.com/wp-content/uploads/2008/08/operacic3b3n-y-mantenimiento-de-un-mini-acueducto-por-gravedad-mag-fise.pdf>

Baquero, S., Delvasto, A., & Mejía , S. (2018). Evaluación de la calidad de agua de niebla recolectada en Choachí, Colombiaa. *Inventum*, 13(25), 53-60.

Blanco, M. (2018). *Estudio de la calidad del agua potable para consumo humano en el distrito de Cabanillas, provincia San Roman, departamento de Puno*. [Tesis de grado, Universidad Nacional del Altiplano]. Obtenido de <https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/10619>

Boyd, C. (2014). *Water quality: an introduction*. Springer Science & Business Media.

- Briffa , J., Sinagra , E., & Blundell, R. (2020). Heavy metal pollution in the environment and their toxicological effects on humans. *Heliyon*, 6. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04691>
- Broisett , M., Chambi, A., Mollocondo, M., Aguilar, L., & Lujano, E. (2018). Evaluación Físico-Química y Microbiológica de Agua para Consumo Humano Puno - Perú. *evista de Difusión cultural y científica de la Universidad La Salle en Bolivia*, 15(15), 47-68. Obtenido de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2071-081X2018000100005&script=sci_abstract
- Broisett, R., Ramírez, L., & Quispe, J. (2018). Evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua para consumo humano en Puno. *Revista Peruana de Salud Ambiental*, 15(15), 47-68. Obtenido de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2071-081X2018000100005&script=sci_abstract
- Calle, N., & Vargas, M. (2021). *Calidad microbiológica del agua de consumo humano del sector Flla Alta Jaén, 2019*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Jaen]. Obtenido de https://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/188/1/Calle_INO_Vargas_SML.pdf
- Castro, A. (2024). *Calidad del agua de consumo humano en función a los parámetros microbiológicos y parasitológicos en el distrito de Huambos, provincia de Chota* . [Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de Chota].
- Chávez, V. (2024). *Evaluación de la calidad de agua superficial para consumo humano de la comunidad Villa Poccona Yunguyo 2024*. [Tesis de grado, Universidad Andina]. Obtenido de <https://repositorio.uancv.edu.pe/server/api/core/bitstreams/02b08279-44b2-4ecc-95eb-47de3ba61908/content>

- Clesceri, L., & Eaton, A. (1992). *Métodos de estandarización para la examinación de agua*.
Obtenido de https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/002/apha.method.2120.1992.html?utm_source=chatgpt.com
- Comexperu. (09 de agosto de 2024). Acceso al servicio de agua, pero sin calidad. *Comexperu*.
Obtenido de <https://www.comexperu.org.pe/en/articulo/acceso-al-servicio-de-agua-pero-sin-calidad>
- CONAGUA. (2012). *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Datos básicos para proyectos de agua potable y alcantarillado*. Comisión Nacional del Agua.
- Condori, P. (2020). *Niveles de investigación*. Obtenido de <https://www.aacademica.org/cporfirio/17.pdf>
- Díaz, J. (2021). La Gestión sostenible del agua desde la agenda 2030. *La Habana*(135), ISSN 0505-9461. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Jose-Diaz-Duque/publication/386873022_LA_GESTION_SOSTENIBLE_DEL_AGUA_DESD E_LA_AGENDA_2030/links/6759cac472215358fe285e14/LA-GESTION-SOSTENIBLE-DEL-AGUA-DESDE-LA-AGENDA-2030.pdf
- Doble, R., London, A., Horner, N., Thiruvengkatachari, R., Priestley, S., & O'Brien, G. (2023). *Water quality review and treatment technology framework for remote community water supply*. CSIRO, Australia. <https://doi.org/10.25919/dwgm-re91>
- Dourojeanni, A., Jouravlev, A., & Chávez, G. (2002). *Gestión del agua a nivel de cuencas: teoría y práctica*. División de Recursos Naturales e Infraestructura. Obtenido de <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/4a1aa6b2-4603-4de1-882e-caf774c07978/content>

- Ebenezer, G., Stephen, H., James, D., & Ahmad, S. (2023). Measurement of Total Dissolved Solids and Total Suspended Solids in Water Systems: A Review of the Issues, Conventional, and Remote Sensing Techniques. *Remote Sens*, 15(14), 3534. <https://doi.org/10.3390/rs15143534>
- EPA. (10 de Enero de 2025). Indicators: Conductivity. *National Aquatic Resource Surveys*. Obtenido de https://www.epa.gov/national-aquatic-resource-surveys/indicators-conductivity?utm_source=chatgpt.com
- Espinoza , J., Pérez, D., & González, M. (2006). *Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la localidad de El Sauce, departamento de León*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua]. Obtenido de <https://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/4921/1/72449.pdf>
- Espinoza, C. (2022). *Caracterización físico-química y bacteriológica para determinar la calidad del agua de consumo humano de la ciudad de Ticlacayán en el periodo de junio – diciembre del 2019*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. Obtenido de http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/2850/1/T026_72754641_T.pdf
- FAO. (1987). *Chemical features of water*. United Nations Development Programme food and agriculture organization of the united nations. Obtenido de <https://www.fao.org/4/ac183e/AC183E00.htm#TOC>
- Faviel , E., Infante, D., & Molina, D. (2020). Percepción y calidad de agua en comunidades rurales del área natural protegida La Encrucijada, Chiapas, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 35(2), 317-334. <https://doi.org/10.20937/rica.2019.35.02.05>

- Fernández, A. (2012). El agua: un recurso esencial. *Química Viva*, 11(3), 147-170. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/863/86325090002.pdf>
- Fernández, J., & Solís, E. (2013). La elaboración de materiales didácticos: una herramienta para la investigación educativa. *Investigación en la escuela*, 80, 21-33. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4426015>
- Gapparov, A., & Isakova, M. (2023). Study on the characteristics of water resources through electrical conductivity: A case study of Uzbekistan . *Earth and Environmental Science*, 1142. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1142/1/012057>
- Gobierno Regional de Cajamarca. (2024). *Estrategia para la cobertura universal, calidad y sostenibilidad de los servicios de saneamiento en el departamento Cajamarca*. GORE. Obtenido de <https://www.regioncajamarca.gob.pe/media/portal/KJDIG/documento/67229/estrategia2024-2027.pdf?r=1731010516>
- González, W., Acharte, L., Poma, J., Sánchez, V., Quispe , F., & Meseguer, R. (2023). Evaluación fisicoquímica y microbiológica del aguade consumo humano en seis comunidades rurales altoandinas de Huancavelica-Perú. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 25(1), 23-31. <https://doi.org/10.18271/ria.2023.486>
- González, M. (2013). Un futuro a favor de la protección del agua. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 51(2), 126-128. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/hie/v51n2/hie01213.pdf>
- Grey, D., & Sadoff, C. (2007). Sink or swim? Water security for growth and development. *Water policy*, 9(6), 545-571. <https://doi.org/10.2166/wp.2007.021>

- Hermanto, H., & Harliana, H. (2019). *Spearman's rank correlation analysis method to identify changes in the GPA of graduates from the 5th batch of the teaching campus program at Universitas Bakti Indonesia*. *Transpublika International Research in Exact Sciences (TIRES)*.
- Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta · Parte I. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGrawHill.
- IDEAM. (2007). *Coliformes totales y E. coli por el método de filtración por membrana en agar chromocult*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Obtenido de <https://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Coliformes+totales+y+E.+coli+en>
- INEI. (2018). *Perú: Perfil Sociodemográfico-Informe Nacional-Censo Nacional 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas*. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Obtenido de https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1539/1ibro.pdf
- INEI. (2020). *Perú: formas de acceso al agua y saneamiento básico*. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Obtenido de https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin_agua_junio2020.pdf
- Ingin, Y., Mahringer, D., & El-Athman, F. (2024). Hardness properties of calcium and magnesium ions in drinking water. *Applied Food Research*, 4(2), 100600. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2024.100600>
- James, C., Copeland, R., & Darren, A. (2004). Relationships between Oxidation-Reduction Potential, Oxidant, and pH in Drinking Water. *American Water Works Association*, 14-

18. Obtenido de
https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/36967153/STANDARD_REDOX_POTENTIAL_OF_H2O-libre.PDF?1426293915=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DRelationships_between_Oxidation_Reduction_f&Expires=1759698783&Signature=XUxSayZ~tR2bqTpJV9K0Gf8UtAvsmE

Jiménez, D. C., & Rincón, S. R. (2024). *Evaluación de la calidad del agua potable en el sistema de abastecimiento del caserío La Lima, distrito Chirinos 2022*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Jaén]. Obtenido de https://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/755/4/T_Jiménez%20RachonRincón%20Ruíz_IFA_2024.pdf

Kumar, S., Shrivastava, S. K., Tigga, V., Lakra, M., & Preeti, N. (2023). Review paper on the role of pH in water quality implications for aquatic life, human health, and environmental sustainability. *Engineering and technology*, 10(6), 2394-8021. <https://doi.org/10.17148/IARJSET.2023.10633>

Larrea, J., Romeu, B., Lugo, D., & Rojas, M. (2022). Aspectos fundamentales del monitoreo de calidad de las aguas: el río almendares como caso de estudio. *Revista CENIC Ciencias Biológicas*, 53(2), 148-159. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2221-24502022000200148

Lucas, L., & Carreño, A. (2018). Calidad de agua de consumo humano en las comunidades balsa en medio, Julián y Severino de la microcuenca Carrizal, Ecuador. *Universidad Nacional Mayor de San Marcos*, 21(42), 39-46. <https://doi.org/10.15381/iigeo.v21i42.15785>

Marcelo, J. (2019). *Evaluación físico químico de aguas y suelo de la laguna Punrun para determinar su contaminación por arrastre de los relaves de la ex planta de*

- procesamiento de vanadio Tinyahuarco – Pasco – 2018*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Daniel Alcides].
- Marchand, E. (2002). *Microorganismos indicadores de la calidad de agua de consumo humano en Lima Metropolitana*. [Tesis de gradol, Universidad Nacional Mayor de San Marcos].
Obtenido de https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/basic/marchand_p_e/tesis_completo.pdf
- Marín, Z. (2019). *Calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de consumo humano del distrito de Oxamarca-Celendín*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca].
Obtenido de <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/3369>
- Melo, C., Reis, C., Pieri, F., & Mendes, T. (2013). Comparison of thermotolerant coliforms and *Escherichia coli* densities in freshwater bodies of the Doce River basin, Southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Microbiology*, 44(3), 823–828.
<https://doi.org/10.1590/S1517-83822012000200032>
- MINAM. (2017). *Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM: Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua*. Ministerio del Ambiente. Obtenido de <https://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-004-2017-minam/>
- Miniserio de agricultura y riego. (2015). Contaminacion del agua. Obtenido de <https://www.minagri.gob.pe/porta1/54-sector-agrario/cuencas-e-hidrografia/374-problematica>
- MINSA. (2011). *DS N° 031-2010-SA. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano*. Ministerio de Salud.

- Mokhtari, Z., Yousefzadeh, S., Safari, M., Brahmand, M., Soleimani, H., & Yaghmaeian, K. (2020). Assessment of the drinking water quality of a rural distribution network in the north of Iran by corrosion and scaling indices. *Desalination and Water Treatment*, 206, 27-33. <https://doi.org/10.5004/dwt.2020.26203>
- Molinos, M., Muñoz, S., & Chamorro, A. (2019). Assessing the quality of service for drinking water supplies in rural settings: A synthetic index approach. *Journal of Environmental Management*, 247, 613-623. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.06.112>
- Monteiro, T. (2018). *Situación actual del ODS - 6 en la región de América Latina. Planes y acciones*. Obtenido de <https://www.paho.org/blogs/etras/wp-content/uploads/2018/11/Sesion-S01>
- Mousalli, G. (2015). *Métodos y diseños de investigación cuantitativa*. Mérida. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/303895876_Metodos_y_Disenos_de_Investigacion_Cuantitativa
- Muñoz, H., Suárez, J., Vera, A., Orozco, S., Batlle, J., & Ortiz, J. (2012). Demanda bioquímica de oxígeno y población en la subcuenca del río Zahuapan, Tlaxcala, México. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 28(1), 27-38.
- Muñoz, S., & Hernández, I. (2018). *Análisis y diagnóstico técnico de la planta de tratamiento de agua potable "La Chica" en el municipio de Anapoima (Cundinamarca)*. [Tesis de grado, Universidad Santo Tomás]. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/items/ee134b3e-10da-4988-87d1-a43f576afaa1>
- MVCS. (2004). *Criterios para la selección de opciones técnicas y niveles de servicios en sistemas de abastecimiento*. Ministerio de Vivienda Contrucción y Saneamiento. Obtenido de https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/instrumentos_metod/saneamien

to/_4_Criterios_seleccin_opciones_y_niveles_de_Servic_%20sistemas_de_agua_y_saneam_zonas_rurales.pdf

MVCS. (23 de diciembre de 2024). ¿Cuál es la importancia del agua potable en las zonas rurales del Perú? *Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento*. Obtenido de <https://viviendaconpunch.vivienda.gob.pe/noticias/cual-es-la-importancia-del-agua-potable-en-las-zonas-rurales-del-peru/#:~:text=rurales%20del%20Per%C3%BA,-,El%20acceso%20al%20agua%20potable%20en%20las%20zonas%20rurales%20del,esencial%20para%20todos%20lo>

Naciones Unidas. (2015). *Agua para un mundo sostenible, datos y cifras*. Obtenido de http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/images/WWDR2015Facts_Figures_SPA_web.pdf

Nicomedes, E. (2018). Tipos de investigación. *Universidad Santo Domingo de Guzmán*. Obtenido de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/99846223/250080756-libre.pdf?1678813555=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DTipos_de_Investigacion.pdf&Expires=1765727621&Signature=JRAnNs9yNBjp8BLU7jYuW4XIDSbAzLVHWeXnAdFotvH9-lwvTRD6s8O95BmcL0thytBFWp

Ñahui, D. (2023). *Análisis de la calidad de agua para el consumo humano de los centros poblados del distrito de Yauli, Huancavelica - 2023*. [Tesis de grado, Universidad Continental]. Obtenido de https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/13303/1/IV_FIN_107_TE_%C3%91ahui_Salvatierra_2023.pdf

- OMS. (2017). *Guías para la calidad del agua de consumo humano: Cuarta edición que incorpora la primera adenda*. Organización Mundial de la Salud. Obtenido de <https://www.who.int/es/publications-detail/9789241549950>
- OMS. (13 de setiembre de 2023). Agua para consumo humano. *Organización Mundial de la Salud*. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>
- ONU. (2023). *Paz, dignidad e igualdad en un planeta sano*. Organización de las Naciones Unidas. Obtenido de <https://www.un.org/es/global-issues/water>
- OPS. (2009). *Guía de orientación en Saneamiento Básico para Alcaldías de Municipios Rurales y Pequeñas comunidades*. Organización Panamericana de la Salud. Obtenido de https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/instrumentos_metod/saneamiento/4_Criterios_seleccin_opciones_y_niveles_de_Servic_%20sistemas_de_agua_y_saneam_zonas_rurales.pdf
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2014). Los ríos de América Latina entre los más contaminados del mundo. Obtenido de <http://www.fao.org/in-action/agronoticias/detail/es/c/513301/>
- Pal, P. (2017). *Industrial Water Treatment Process Technology*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/residual-chlorine>
- Palacios, R., & Velastegui, L. (2020). *Evaluación de la calidad del agua de consumo humano en la comunidad San Rafael, provincia de Pichincha*. [Tesis de grado, Escuela Politécnica Nacional]. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/21047/1/CD%2010562.pdf>

- Peralta, F. (1993). Aguas subterráneas, Un recurso Inexplorado y Desconocido. *us et Praxis*, 1(1), 37-46. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/197/19710106.pdf>
- Poma, C. (2021). *Sistema de abastecimiento de agua potable y su relación con la calidad de vida en el centro poblado Buena Vista, Chancay 2021*. [Tesis de grado, Universidad Nacional José Sánchez Carrión].
- Ramos, Y. J., Díaz, J., Suarez, A., Sánchez, Z., Suescún, S. H., Zipa, N., & Medina, M. (2025). Risk assessment of the drinking water supply and distribution system in rural areas in Boyacá-Colombia using water safety plans. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*(101169). <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2025.101169>
- RCR. (21 de mayo de 2019). Cajamarca: Impulsan plan de acción para erradicar contaminación de agua en Chota. *Red de Comunicación Regional*. Obtenido de <https://www.rcrperu.com/cajamarca-impulsan-plan-de-accion-para-erradicar-contaminacion-de-agua-en-chota/>
- Roberti, L. (2017). *Resumen ejecutivo: Reservorio. Seecon*. Obtenido de <https://sswm.info/gass-perspective-es/tecnologias-de-agua-y-saneamiento/tanque-de-almacenamiento>
- Rodríguez, P. (2001). *Abastecimiento de agua*. Obtenido de https://www.academia.edu/7341842/Abastecimiento_de_Agua_Pedro_Rodr%C3%A1guez_Completo
- Romero, M. L. (2021). *Propuesta de mejora de la planta de tratamiento de agua potable de la ciudad de Ayaviri, Melgar, Puno - 2018*. [Tesis de grado, Universidad Continental]. Obtenido de https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/9766/4/IV_FIN_107_TE_Romero_Giraldez_2021.pdf

- Samboni, N., Carvajal, Y., & Escobar, J. (2007). Revision de parametros fisicoquimicos como indicadores de calidad y contaminacion del agua. *Scielo*, 27(3). Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-56092007000300019#:~:text=Los%20parámetros%20físico-químicos%20dan,del%20contaminante%20o%20los%20contaminantes
- Sánchez, P. (2021). *Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable en el asentamiento humano Las Almendras, Yarinacocha, Coronel Portillo, Ucayali*. [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Obtenido de https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV_ed3c92540bf67fd147169260fd399f1e
- Schober, P., Boer, C., & Schwarte, L. (2018). Correlation Coefficients: Appropriate Use and Interpretation. *Anesthesia & Analgesia*, 126(5), 1763-1768. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000002864>
- Shah, A., Arjunan, A., Baroutaji, A., & Zakharova, J. (2023). A review of physicochemical and biological contaminants in drinking water and their impacts on human health. *Water Science and Engineering*, 16(4), 333-344. <https://doi.org/10.1016/j.wse.2023.04.003>
- Shi, M., Ma, J., & Zhang, K. (2022). The Impact of Water Temperature on In-Line Turbidity Detection. *Water*, 14(22), 3720. <https://doi.org/10.3390/w14223720>
- Silva, C. (2021). *Evaluación de los parámetros de control obligatorio en el sistema de abastecimiento de las aguas provenientes de la quesera, distrito de Celendín*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Obtenido de <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/4391>

- Sosa , C. (2022). *Estudio de la calidad del agua para consumo humano de acuerdo a los parámetros físicoquímico y microbiológico según el DS N° 031 – 2010 – SA en el Centro Poblado rural de Yapac y San Antonio de Chucchuc del distrito de Colpas Huánuco – 2021*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion]. Obtenido de <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/2584>
- Stevenson, M., & Bravo, C. (2019). Advanced turbidity prediction for operational water supply planning. *Decision Support Systems*, 119, 72-84. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2019.02.009>
- Suárez, I. (2019). *Calidad del agua de consumo humano del Anexo La Asunción (José Saboga San Marcos-Cajamarca) influenciada por la planta de tratamiento de aguas servidas del*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Cajamarca]. Obtenido de <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/3443>
- SUNASS. (2022). *Determinación del área de prestación de servicios del departamento de Cajamarca*. Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento.
- Torres, J. (2014). *Beneficios del uso del nivel estático en los reservorios del sistema de agua potable del distrito de Ichocán – Cajamarca*. [Tesis de grado, Universidad Privada del Norte]. Obtenido de https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUPN_176467e48411ac94ed91783f675f3db5
- Vásquez Ramírez, A. A., Guanuchi Orellana, L. M., Cahuana Tapia, R. D., Vera Treves, R., & Holgado Tisoc, J. (2023). *Métodos de investigación científica*. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú S. A. C. <https://doi.org/https://editorial.inudi.edu.pe/index.php/editorialinudi/catalog/book/105>

- Vásquez, D. (2025). *Calidad microbiológica y organoléptica del agua para consumo humano del caserío El Paraíso - Distrito de Lajas, Provincia de Chota*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de Chota].
- Vásquez, G. (11 de marzo de 2016). Abastecimiento de agua potable (Presentación dada en la Universidad César Vallejo. *SlideShare*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/slideshow/clase-2-abastecimiento-de-agua-potable/59445821>
- Villena, J. A. (2018). Calidad del agua y desarrollo sostenible. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 35(2), 304-308. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2018.352.3719>
- Wissar, L., & Campoverde, L. (2022). *Índice de calidad del agua para consumo humano y la contaminación de la quebrada Pusmalca, Caserío Santa Rosa, Huancabamba, Piura, 2021*. [Tesis de grado, Universidad Cesaar Vallejo]. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/92207>
- Zlatanovic, L., Moerman, A., Van der Hoek, J., Vreeburg, J., & Blokker, M. (2017). Development and validation of a drinking water temperature model in domestic drinking water supply systems. *Urban Water Journal*, 14(10), 1031-1037. <https://doi.org/10.1080/1573062X.2017.1325501>

CAPITULO VII

ANEXOS

Anexo 1: Panel fotográfico Figura 24

Croquis del Sistema de Abastecimiento de Agua "La Shita" - Santa Rosa

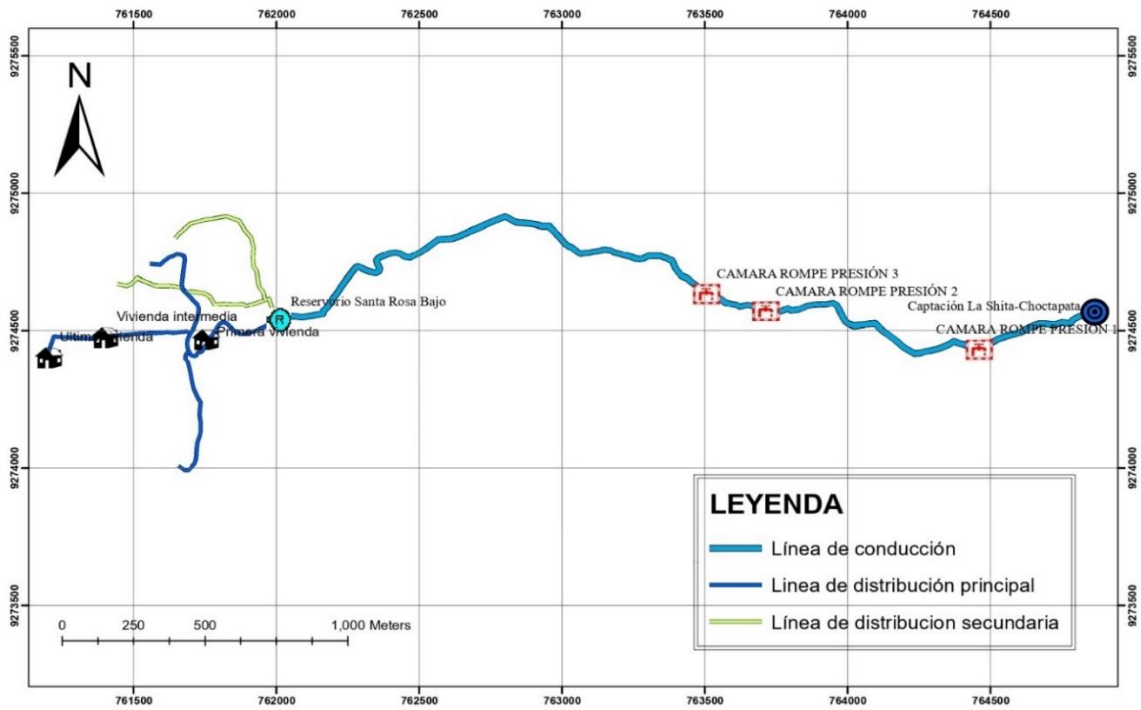


Figura 25

Estructura de captación del sistema de agua "La Shita", comunidad Santa Rosa Bajo – Chota



Figura 26

Toma de muestra en captación del sistema de agua “La Shita”, comunidad de Santa Rosa Bajo – Chota



Figura 27

Caja rompe presión del sistema de agua “La Shita”, comunidad Santa Rosa Bajo – Chota



Figura 28

Rotura en la tubería de conducción del sistema de agua “La Shita”, Santa Rosa Bajo – Chota



Figura 29

Recolección de muestras en la captación



Figura 30

Rotulado de las muestras tomadas en la captación de agua “La Shita”



Figura 31

Recolección de muestras en el reservorio



Figura 32

Recolección de muestra en reservorio



Figura 33

Recolección de muestras en la vivienda intermedia



Figura 34

Recolección de muestras en la vivienda más alejada



Figura 35

Toma de muestra para el parámetro de oxígeno disuelto



Figura 36

Medición de cloro residual

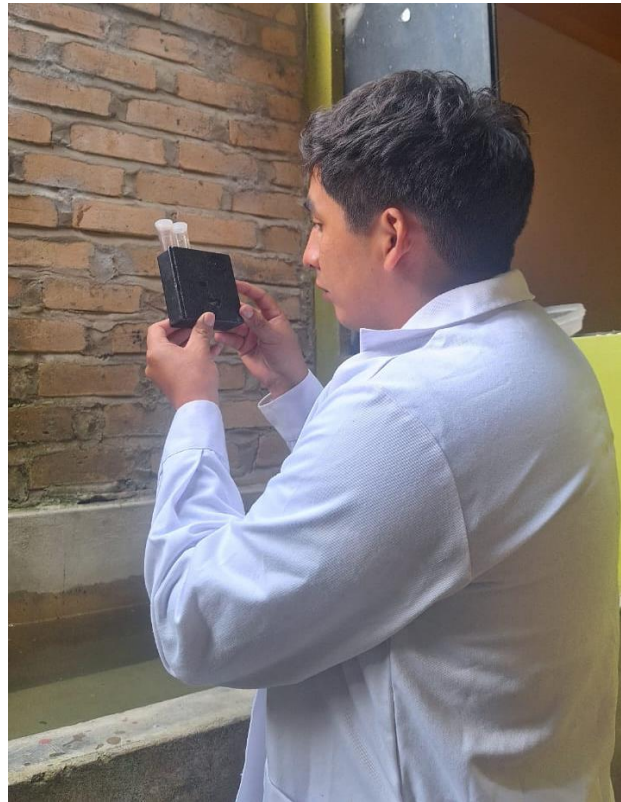


Figura 37

Ausencia de color rosa en la muestra, indicador de ausencia de cloro residual



Figura 38

Transporte de muestras de agua para análisis fisicoquímico y microbiológico



Figura 39

Muestras aseguradas para su transporte al laboratorio Regional de Cajamarca



Anexo N° 2: Informes de Resultados del Laboratorio Regional de Cajamarca

INFORME DE ENSAYO N° IE 02240176

DATOS DEL CLIENTE

Razon Social/Nombre **BUSTAMANTE BUSTAMANTE CRISTHIAN ANTONY**

Dirección **CASERIO SANTA ROSA BAJO - CHOTA**

Persona de contacto **BUSTAMANTE BUSTAMANTE CRISTHIAN ANTONY** Correo electrónico bustamantelibra14@gmail.com

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo **29.02.24** Hora de Muestreo **6:55 a 9:12**

Responsable de la toma de muestra **Cliente** Plan de muestreo N° **-**

Procedimiento de Muestreo **-**

Tipo de Muestreo **Puntual**

Número de puntos de muestreo **04**

Ensayos solicitados **Químicos Instrumentales- Físicoquímicos- Microbiológicos**

Breve descripción del estado de la muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservacion y conservación**

Referencia de la Muestra: **Chota**

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato **SC-256** Cadena de Custodia **CC - 0176 - 24**

Fecha y Hora de Recepción **29.02.24 14:45** Inicio de Ensayo **29.02.24 14:53**

Reporte Resultado **11.03.24 16:40**

**LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA**



Firmado digitalmente por NEYRA JAICO
Edder Miguel FAU 20453744168 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 11/03/2024 05:12 p. m.

Edder Neyra Jaico
Responsable de Laboratorio
CIP: 147028

Cajamarca, 11 de Marzo de 2024

INFORME DE ENSAYO N° IE 02240176

ENSAYOS			Químicos Instrumentales					
Código de la Muestra	1° Muestreo Captación	1° Muestreo Reservorio	1° Muestreo Primera Vivienda	1° Muestreo Última Vivienda	-	-	-	
Código Laboratorio	02240176-01	02240176-02	02240176-03	02240176-04	-	-	-	
Matriz	Natural	Consumo_Humano	Consumo_Humano	Consumo_Humano	-	-	-	
Descripción	Subterránea-Manantial	Bebida	Bebida	Bebida	-	-	-	
Localización de la Muestra	Choctapata	Santa Rosa Alto	Santa Rosa Bajo	Santa Rosa Bajo	-	-	-	
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Metales Totales					
Arsénico (As)	mg/L	0.0050	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Cadmio (Cd)	mg/L	0.0020	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Cromo (Cr)	mg/L	0.0030	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Cobre (Cu)	mg/L	0.0180	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Hierro (Fe)	mg/L	0.0230	0.053	0.040	0.043	0.025	-	-
Manganeso (Mn)	mg/L	0.0030	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Plomo (Pb)	mg/L	0.0040	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Zinc (Zn)	mg/L	0.0180	<LCM	<LCM	<LCM	0.021	-	-
Mercurio (Hg)	mg/L	0.0002	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-

Legenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)



Firmado digitalmente por
LOPEZ LEON Freddy Humberto
FAU 20453744168 soft
Motivo: Visto en señal de conformidad
Fecha: 11/03/2024 05:05 p. m.

**LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA**

Cajamarca, 11 de Marzo de 2024

INFORME DE ENSAYO N° IE 02240176

ENSAYOS			Químicos Instrumentales- Físicoquímicos					
Código de la Muestra	1° Muestreo Captación	1° Muestreo Reservorio	1° Muestreo Primera Vivienda	1° Muestreo Última Vivienda	-	-		
Código Laboratorio	02240176-01	02240176-02	02240176-03	02240176-04	-	-		
Matriz	Natural	Consumo_Humano	Consumo_Humano	Consumo_Humano	-	-		
Descripción	Subterránea-Manantial	Bebida	Bebida	Bebida	-	-		
Localización de la Muestra	Choctapata	Santa Rosa Alto	Santa Rosa Bajo	Santa Rosa Bajo	-	-		
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Químicos Instrumentales y Físicoquímicos					
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg O2/L	2.6	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Oxígeno Disuelto	mg O2/L	0.5	6.6	6.8	7.0	6.8	-	-

Leyenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)



Firmado digitalmente por
LOPEZ LEON Freddy Humberto
FAU 20453744168 soft
Motivo: Visto en señal de
conformidad
Fecha: 11/03/2024 05:05 p. m.

**LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA**

Cajamarca, 11 de Marzo de 2024

INFORME DE ENSAYO N° IE 02240176

ENSAYOS			Microbiológicos					
Código de la Muestra			1° Muestreo Captación	1° Muestreo Reservorio	1° Muestreo Primera Vivienda	1° Muestreo Última Vivienda	-	-
Código Laboratorio			02240176-01	02240176-02	02240176-03	02240176-04	-	-
Matriz			Natural	Consumo_Humano	Consumo_Humano	Consumo_Humano	-	-
Descripción			Subterránea-Manantial	Bebida	Bebida	Bebida	-	-
Localización de la Muestra			Choctapata	Santa Rosa Alto	Santa Rosa Bajo	Santa Rosa Bajo	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados Microbiológicos					
Coliformes Totales	NMP/100mL	1.1/1.8	920	23	23	>23	-	-
Coliformes Temotolerantes	NMP/100mL	1.1/1.8	540	16	16	9.2	-	-
Escherichia coli	NMP/100mL	1.1/1.8	540	16	16	9.2	-	-

Nota: Los Resultados <1.0, <1.8, <1.1 y <1: significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecian estructuras biológicas en la muestra. VE: valor estimado



Firmado digitalmente por
ZULUETA SANTA CRUZ Enver
FAU 20453744168 soft
Motivo: Visto en señal de
conformidad
Fecha: 11/03/2024 05:03 p.m.

**LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA**

Cajamarca, 11 de Marzo de 2024

INFORME DE ENSAYO N° IE 02240176

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Metales Disueltos y Totales por ICP-OES (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Ce, Cd, Co, Cu, Cr, Fe, Hg, K, Li, Na, Mg, Mn, Mo, Ni, P, Pb, S, Sb, Se, Si, SiO ₂ , Sn, Sr, Ti, Tl, U, V, Zn)	mg/L	EPA Method 200.7 Rev. 4.4, 1994. (Validado-Modificado) 2020. Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Mercurio por AAS-CV	mg/L	EPA Method 245.1 Rev. 3.0, 1994. (VALIDADO - Modificado) 2014. Determination of mercury in water by cold vapor atomic absorption spectrometry
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 24 th Ed. 2023. Biochemical Oxygen Demand 5-Day BOD Test
Oxígeno Disuelto (OD)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-O C, 24 th Ed. 2023. Oxygen (Dissolved). Azide Modification
Coliformes Totales	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C. 24 th Ed. 2023: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E. 24 th Ed. 2023: Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure
Escherichia coli	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E,G 24 th Ed. 2023: Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Other Escherichia coli Procedures

NOTAS FINALES

- (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.
 (**) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.
- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua. Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.
 - ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
 - ✓ Las muestras sobre las que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.
 - ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.
 - ✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"

Código del Formato: P-23-F01 Rev:N°02 Fecha : 03/07/2020

Cajamarca, 11 de Marzo de 2024

**LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA**



Firmado digitalmente por
COLINA VENEGAS Juan Jose
FAU 20453744158 soft
Motivo: Visto en señal de
conformidad.
Fecha: 11/03/2024 05:17 p. m.

INFORME DE ENSAYO N° IE 04240353

DATOS DEL CLIENTE

Razon Social/Nombre	BUSTAMANTE BUSTAMANTE CRISTHIAN ANTONY		
Dirección	CASERIO SANTA ROSA BAJO - CHOTA		
Persona de contacto	BUSTAMANTE BUSTAMANTE CRISTHIAN ANTONY	Correo electrónico	bustamantelibra14@gmail.com

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo	09.04.24	Hora de Muestreo	6:36 a 8:41
Responsable de la toma de muestra	Cliente	Plan de muestreo N°	-
Procedimiento de Muestreo	-		
Tipo de Muestreo	Puntual		
Número de puntos de muestreo	04		
Ensayos solicitados	Químicos Instrumentales- Físicoquímicos- Microbiológicos		
Breve descripción del estado de la muestra	Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservacion y conservación		
Referencia de la Muestra:	-		

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato	SC-488	Cadena de Custodia	CC - 0353 - 24		
Fecha y Hora de Recepción	09.04.24	16:38	Inicio de Ensayo	09.04.24	16:50
Reporte Resultado	19.04.24	09:11			



Firmado digitalmente por NEYRA JAICO
Edder Miguel FAU 20453744168 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 19/04/2024 12:48 p. m.

Edder Neyra Jaico
Responsable de Laboratorio
CIP: 147028

Cajamarca, 19 de Abril de 2024

INFORME DE ENSAYO N° IE 04240353

ENSAYOS			Químicos Instrumentales					
Código de la Muestra	2° Muestra-Captación	2° Muestra-Reservorio	2° Muestra-Primera Vivienda	2° Muestra-última Vivienda	-	-	-	
Código Laboratorio	04240353-01	04240353-02	04240353-03	04240353-04	-	-	-	
Matriz	Natural	Consumo_Humano	Consumo_Humano	Consumo_Humano	-	-	-	
Descripción	Subterránea-Manantial	Bebida	Bebida	Bebida	-	-	-	
Localización de la Muestra	Choctapata	Santa Rosa Alto	Santa Rosa Bajo	Santa Rosa Bajo	-	-	-	
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Metales Totales					
Arsénico (As)	mg/L	0.0050	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Cadmio (Cd)	mg/L	0.0020	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Cromo (Cr)	mg/L	0.0030	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Cobre (Cu)	mg/L	0.0180	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Hierro (Fe)	mg/L	0.0230	0.070	0.048	0.069	0.073	-	-
Manganeso (Mn)	mg/L	0.0030	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Plomo (Pb)	mg/L	0.0040	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Zinc (Zn)	mg/L	0.0180	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Mercurio (Hg)	mg/L	0.0002	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-

Leyenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)



Firmado digitalmente por
LOPEZ LEON, Freddy Humberto
FAU 20453744 168 soft
Motivo: Visto en señal de
conformidad
Fecha: 19/04/2024 10:43 a. m.

**LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA**

Cajamarca, 19 de Abril de 2024

INFORME DE ENSAYO N° IE 04240353

ENSAYOS			Químicos Instrumentales- Físicoquímicos					
Código de la Muestra	2° Muestra-Captación		2° Muestra-Reservorio	2° Muestra-Primera Vivienda	2° Muestra-última Vivienda	-	-	
Código Laboratorio	04240353-01		04240353-02	04240353-03	04240353-04	-	-	
Matriz	Natural		Consumo_Humano	Consumo_Humano	Consumo_Humano	-	-	
Descripción	Subterránea-Marantial		Bebida	Bebida	Bebida	-	-	
Localización de la Muestra	Choctapata		Santa Rosa Alto	Santa Rosa Bajo	Santa Rosa Bajo	-	-	
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Químicos Instrumentales y Físicoquímicos					
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg O2/L	2.6	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Oxígeno Disuelto	mg O2/L	0.5	6.7	7.2	7.2	7.5	-	-

Leyenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)



Firmado digitalmente por
LOPEZ LEON Freddy Humberto
FAU 20453744168 soft
Motivo: Visto en señal de conformidad
Fecha: 19/04/2024 10:43 a. m.

**LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA**

Cajamarca, 19 de Abril de 2024

INFORME DE ENSAYO N° IE 04240353

ENSAYOS			Microbiológicos					
Código de la Muestra			2° Muestra-Captación	2° Muestra-Reservorio	2° Muestra-Primera Vivienda	2° Muestra-última Vivienda	-	-
Código Laboratorio			04240353-01	04240353-02	04240353-03	04240353-04	-	-
Matriz			Natural	Consumo_Humano	Consumo_Humano	Consumo_Humano	-	-
Descripción			Subterránea-Marantial	Bebida	Bebida	Bebida	-	-
Localización de la Muestra			Choctapata	Santa Rosa Alto	Santa Rosa Bajo	Santa Rosa Bajo	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados Microbiológicos					
Coliformes Totales	NMP/100mL	1.1/1.8	120	>23	23	23	-	-
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1.1/1.8	94	23	12	16	-	-
Escherichia coli	NMP/100mL	1.1/1.8	70	23	6.9	16	-	-

Nota: Los Resultados <1.0, <1.8, <1.1 y <1: significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecian estructuras biológicas en la muestra. VE: valor estimado



Firmado digitalmente por
COLINA VENEGAS Juan Jose
FAU 20453744168 soft
Motivo: Visto en señal de
conformidad
Fecha: 19/04/2024 01:02 p. m.

**LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA**

Cajamarca, 19 de Abril de 2024

INFORME DE ENSAYO N° IE 04240353

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Metales Disueltos y Totales por ICP-OES (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Ce, Cd, Co, Cu, Cr, Fe, Hg, K, Li, Na, Mg, Mn, Mo, Ni, P, Pb, S, Sb, Se, Si, SiO ₂ , Sn, Sr, Ti, Tl, U, V, Zn)	mg/L	EPA Method 200.7 Rev. 4.4, 1994. (Validado-Modificado) 2020. Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Mercurio por AAS-CV	mg/L	EPA Method 245.1 Rev. 3.0, 1994. (VALIDADO - Modificado) 2014. Determination of mercury in water by cold vapor atomic absorption spectrometry
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 24 th Ed. 2023: Biochemical Oxygen Demand 5-Day BOD Test
Oxígeno Disuelto (OD)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-O C, 24 th Ed. 2023: Oxygen (Dissolved). Azide Modification.
Coliformes Totales	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C. 24 th Ed. 2023: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E. 24 th Ed. 2023: Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure
Escherichia coli	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E,G 24 th Ed. 2023: Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Other Escherichia coli Procedures

NOTAS FINALES

- (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.
 (*) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.
 ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua. Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.
 ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
 ✓ Las muestras sobre las que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.
 ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.
 ✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"

Código del Formato: P-23-F01 Rev:N°02 Fecha : 03/07/2020

Cajamarca, 19 de Abril de 2024

**LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA**



Firmado digitalmente por
COLINA VENEGAS Juan Jose
FAU 20453744169 soft
Motivo: Visto en señal de
conformidad
Fecha: 19/04/2024 01:02 p. m.

INFORME DE ENSAYO N° IE 08240915

DATOS DEL CLIENTE

Razon Social/Nombre	BUSTAMANTE BUSTAMANTE CRISTHIAN ANTONY		
Dirección	CASERIO SANTA ROSA BAJO - CHOTA		
Persona de contacto	BUSTAMANTE BUSTAMANTE CRISTHIAN ANTONY	Correo electrónico	bustamantelibra14@gmail.com

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo	06.08.24	Hora de Muestreo	15:03 a 16:41
Responsable de la toma de muestra	Cliente	Plan de muestreo N°	-
Procedimiento de Muestreo	-		
Tipo de Muestreo	Puntual		
Número de puntos de muestreo	04		
Ensayos solicitados	Químicos Instrumentales- Fisicoquímicos- Microbiológicos		
Breve descripción del estado de la muestra	Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservación y conservación		
Referencia de la Muestra:	Chota- Cajamarca		
Observaciones:	-		

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato	SC-1050	Cadena de Custodia	CC - 0915 - 24
Fecha y Hora de Recepción	07.08.24	09:50	Inicio de Ensayo 07.08.24 09:58
Reporte Resultado	16.08.24	15:20	Lugar de ejecución de ensayos Laboratorio Regional del Agua (LRA)- Cajamarca

Escanear Codigo QR



Firmado digitalmente por COLINA VENEGAS
Juan Jose FAU 20453744168 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 16/08/2024 06:59 p. m.

Juan Colina Venegas
Especialista de Gestión de Calidad
CBP: 10220

Cajamarca, 16 de Agosto de 2024

INFORME DE ENSAYO N° IE 08240915

ENSAYOS			Químicos Instrumentales					
Código de la Muestra			3ra Muestra Captación	3ra Muestra Reservorio	3ra Muestra 1ra Vivienda	3ra Muestra Última Vivienda	-	-
Código Laboratorio			08240915-01	08240915-02	08240915-03	08240915-04	-	-
Matriz			Natural	Consumo_Humano	Consumo_Humano	Consumo_Humano	-	-
Descripción			Subterránea-Manantial	Bebida	Bebida	Bebida	-	-
Localización de la Muestra			Choctapata	Santa Rosa Alto	Santa Rosa Bajo	Santa Rosa Bajo	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Metales Totales					
Plata (Ag)	mg/L	0.019	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Aluminio (Al)	mg/L	0.023	0.052	0.044	0.042	0.056	-	-
Arsénico (As)	mg/L	0.005	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Boro (B)	mg/L	0.026	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Bario (Ba)	mg/L	0.004	0.019	0.012	0.013	0.011	-	-
Berilio (Be)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Bismuto (Bi)	mg/L	0.016	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Calcio (Ca)	mg/L	0.124	75.780	77.260	74.030	71.660	-	-
Cadmio (Cd)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Cerio (Ce)	mg/L	0.004	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Cobalto (Co)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Cromo (Cr)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Cobre (Cu)	mg/L	0.018	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Hierro (Fe)	mg/L	0.023	<LCM	<LCM	<LCM	0.028	-	-
Potasio (K)	mg/L	0.051	0.914	0.325	0.337	0.345	-	-
Litio (Li)	mg/L	0.005	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Magnesio (Mg)	mg/L	0.019	3.725	4.678	4.667	4.651	-	-
Manganeso (Mn)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Molibdeno (Mo)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Sodio (Na)	mg/L	0.026	2.734	1.029	1.037	0.994	-	-
Niquel (Ni)	mg/L	0.006	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Fósforo (P)	mg/L	0.024	0.034	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Plomo (Pb)	mg/L	0.004	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Azufre (S)	mg/L	0.091	3.727	1.983	2.028	1.938	-	-
Antimonio (Sb)	mg/L	0.005	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Selenio (Se)	mg/L	0.007	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Silicio (Si)	mg/L	0.104	3.013	2.120	2.153	2.118	-	-
Estaño (Sn)	mg/L	0.007	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Estroncio (Sr)	mg/L	0.003	0.144	0.242	0.238	0.239	-	-
Titanio (Ti)	mg/L	0.004	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Talio (Tl)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Uranio (U)	mg/L	0.004	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Vanadio (V)	mg/L	0.004	0.006	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Zinc (Zn)	mg/L	0.018	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Silíce (SiO2)	mg/L	0.223	6.445	4.535	4.605	4.530	-	-
Mercurio (Hg)	mg/L	0.0002	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-

Legenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)
(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.



Firmado digitalmente por
LOPEZ LEON Freddy Humberto
FAU 20453744168 soft
Motivo: Visto en señal de
conformidad
Fecha: 16/08/2024 06:42 p. m.

Cajamarca, 16 de Agosto de 2024

Página: 2 de 5

INFORME DE ENSAYO N° IE 08240915

ENSAYOS			Químicos Instrumentales- Físicoquímicos					
Código de la Muestra			3ra Muestra Captación	3ra Muestra Reservorio	3ra Muestra 1ra Vivienda	3ra Muestra Última Vivienda	-	-
Código Laboratorio			08240915-01	08240915-02	08240915-03	08240915-04	-	-
Matriz			Natural	Consumo_Humano	Consumo_Humano	Consumo_Humano	-	-
Descripción			Subterránea-Manantial	Bebida	Bebida	Bebida	-	-
Localización de la Muestra			Choclapata	Santa Rosa Alto	Santa Rosa Bajo	Santa Rosa Bajo	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Químicos Instrumentales y Físicoquímicos					
Turbidez	NTU	0.09	0.48	1.29	0.50	0.21	-	-
pH a 25°C	pH	NA	7.63	7.68	7.71	7.71	-	-
Conductividad a 25°C	µS/cm	NA	403.75	406.05	396.80	391.75	-	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg O2/L	2.60	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Oxígeno Disuelto	mg O2/L	0.50	6.81	7.03	6.60	6.28	-	-
(*) Temperatura (T°)	°C	N.A.	18.26	18.32	18.32	18.31	-	-

Leyenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)
(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.



Firmado digitalmente por
LOPEZ LEON Freddy Humberto
FAU 20453744168 soft
Motivo: Visto en señal de
conformidad
Fecha: 16/08/2024 06:42 p. m.

**LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA**

Cajamarca, 16 de Agosto de 2024

INFORME DE ENSAYO N° IE 08240915

ENSAYOS			Microbiológicos					
Código de la Muestra			3ra Muestra Captación	3ra Muestra Reservorio	3ra Muestra 1ra Vivienda	3ra Muestra Última Vivienda	-	-
Código Laboratorio			08240915-01	08240915-02	08240915-03	08240915-04	-	-
Matriz			Natural	Consumo_Humano	Consumo_Humano	Consumo_Humano	-	-
Descripción			Subterránea-Manantial	Bebida	Bebida	Bebida	-	-
Localización de la Muestra			Choctapata	Santa Rosa Alto	Santa Rosa Bajo	Santa Rosa Bajo	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados Microbiológicos					
Coliformes Totales	NMP/100mL	1.1/1.8	92 x 10 ²	>23	16.0	>23	-	-
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1.1/1.8	35 x 10 ²	2.2	3.6	16.0	-	-
Escherichia coli	NMP/100mL	1.1/1.8	35 x 10 ²	2.2	3.6	16.0	-	-

Nota: Los Resultados <1.0, <1.8, <1.1 y <1: significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecian estructuras biológicas en la muestra. VE; valor estimado

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.

**LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA**



Firmado digitalmente por
ZULUETA SANTA CRUZ Enver
FAU 20453744168 soft
Motivo: Viso en señal de
conformidad
Fecha: 16/08/2024 05:03 p.m.

Cajamarca, 16 de Agosto de 2024

INFORME DE ENSAYO N° IE 08240915

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Metales Disueltos y Totales por ICP-OES (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Ce, Cd, Co, Cu, Cr, Fe, Hg, K, Li, Na, Mg, Mn, Mo, Ni, P, Pb, S, Sb, Se, Si, SiO ₂ , Sn, Sr, Ti, Tl, U, V, Zn)	mg/L	EPA Method 200.7 Rev. 4.4, 1994. (Validado-Modificado) 2020 Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Mercurio por AAS-CV	mg/L	EPA Method 245.1 Rev. 3.0, 1994. (VALIDADO - Modificado) 2014. Determination of mercury in water by cold vapor atomic absorption spectrometry
Turbidez	NTU	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 24 th Ed. 2023: Turbidity. Nephelometric Method
Potencial de Hidrógeno (pH) a 25°C	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 24 th Ed. 2023: pH Value. Electrometric Method
Conductividad a 25°C	uS/cm	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 24 th Ed. 2023: Conductivity. Laboratory Method
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 24 th Ed. 2023: Biochemical Oxygen Demand 5-Day BOD Test
Oxígeno Disuelto (OD)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-O C, 24 th Ed. 2023: Oxygen (Dissolved). Azide Modification.
Temperatura	°C	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 24 th Ed. 2023: Temperature. Laboratory and Field Methods
Coliformes Totales	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C. 24 th Ed. 2023: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E. 24 th Ed. 2023: Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.
Escherichia coli	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E,G 24 th Ed. 2023: Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Other Escherichia coli Procedures

NOTAS FINALES

- (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.
- (**) Los Resultados son referenciales, ya que, las muestra no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.
- ✓ Los resultados indicados en este informe corresponden única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua, según cotización y cadena de custodia.
 - ✓ Cuando la muestra es tomada por el cliente: El Laboratorio Regional del Agua no se responsabiliza por la exactitud o la verificación de la información sobre la muestra. Los resultados del ensayo están basados en la muestra tal como fue recibida y en los datos proporcionados por el cliente.
 - ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
 - ✓ Las muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservarán en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días después de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.
 - ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.
 - ✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.
 - ✓ El código QR permitirá la visualización y descarga del documento (según oficio múltiple N° 027-2024-INACAL/DA), por lo que, una vez emitido el informe de ensayo, queda bajo responsabilidad del cliente a quien le de acceso dicho código; además, el link vinculado al código QR también se proporcionará al repositorio del INACAL (según oficio múltiple N° 020-2024-INACAL/DA) para consultas sobre autenticaciones, falsificaciones o adulteraciones del presente documento.
 - ✓ LRA-GRC ASEGURA LA CONFIABILIDAD Y CONFIDENCIALIDAD DE LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO.

— Fin del documento —

Código del Formato: P-23-F01 Ver: 03 Fecha : 25/07/2024

Cajamarca, 16 de Agosto de 2024



Firmado digitalmente por
COLINA VENEGAS Juan Jose
FAU 20453744168 soft
Motivo: Viso en señal de
conformidad
Fecha: 16/08/2024 06:59 p.m.

INFORME DE ENSAYO N° IE 08241026

DATOS DEL CLIENTE

Razon Social/Nombre	BUSTAMANTE BUSTAMANTE CRISTHIAN		
Dirección	CASERIO SANTA ROSA BAJO - CHOTA		
Persona de contacto	BUSTAMANTE BUSTAMANTE CRISTHIAN	Correo electrónico	bustamantelibra14@gmail.com

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo	28.08.24	Hora de Muestreo	15:35 a 17:04
Responsable de la toma de muestra	Cliente	Plan de muestreo N°	-
Procedimiento de Muestreo	-		
Tipo de Muestreo	Puntual		
Número de puntos de muestreo	04		
Ensayos solicitados	Químicos Instrumentales- Físicoquímicos- Microbiológicos		
Breve descripción del estado de la muestra	Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservación y conservación		
Referencia de la Muestra:	Chota- Cajamarca		
Observaciones:	-		

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato	SC-1180	Cadena de Custodia	CC - 1026 - 24
Fecha y Hora de Recepción	29.08.24	09:30	Inicio de Ensayo 29.08.24 09:45
Reporte Resultado	10.09.24	15:00	Lugar de ejecución de ensayos Laboratorio Regional del Agua (LRA)- Cajamarca

Escanear Codigo QR



Firmado digitalmente por NEYRA JAICO
Edder Miguel FAU 20453744168 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 10/09/2024 05:02 p. m.

Edder Neyra Jaico
Responsable de Laboratorio
CIP: 147028

Cajamarca, 10 de Setiembre de 2024

Página: 1 de 4

INFORME DE ENSAYO N° IE 08241026

ENSAYOS			Químicos Instrumentales- Físicoquímicos					
Código de la Muestra			4ta Captación	4to Reservorio	4ta Primera Vivienda	4ta última Vivienda	-	-
Código Laboratorio			08241026-01	08241026-02	08241026-03	08241026-04	-	-
Matriz			Natural	Consumo_Humano	Consumo_Humano	Consumo_Humano	-	-
Descripción			Subterránea-Manantial	Bebida	Bebida	Bebida	-	-
Localización de la Muestra			Choctapata	Santa Rosa Alto	Santa Rosa Bajo	Santa Rosa Bajo	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Químicos Instrumentales y Físicoquímicos					
Turbidez	NTU	0.09	1.91	0.33	0.25	0.18	-	-
Conductividad a 25°C	µS/cm	NA	575.5	547.5	555.0	529.0	-	-
Color Verdadero	UC	4.00	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg O2/L	2.60	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Oxígeno Disuelto	mg O2/L	0.50	7.18	7.04	7.06	7.90	-	-
(*) Temperatura (T°)	°C	N.A.	18.43	18.44	18.49	18.45	-	-

Leyenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)
(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.

**LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA**



Firmado digitalmente por
LOPEZ LEON Freddy Humberto
FAU20453744168.sott
Motivo: Visto en señal de
conformidad.
Fecha: 10/09/2024 04:41 p. m.

Cajamarca, 10 de Setiembre de 2024

Página: 2 de 4

INFORME DE ENSAYO N° IE 08241026

ENSAYOS			Microbiológicos					
Código de la Muestra			4ta Captación	4to Reservorio	4ta Primera Vivienda	4ta última Vivienda	-	-
Código Laboratorio			08241026-01	08241026-02	08241026-03	08241026-04	-	-
Matriz			Natural	Consumo_Humano	Consumo_Humano	Consumo_Humano	-	-
Descripción			Subterránea-Manantial	Bebida	Bebida	Bebida	-	-
Localización de la Muestra			Choctapata	Santa Rosa Alto	Santa Rosa Bajo	Santa Rosa Bajo	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados Microbiológicos					
Coliformes Totales	NMP/ 100mL	1.1/1.8	35 x 10 ²	>23	>23	>23	-	-
Coliformes Termotolerantes	NMP/ 100mL	1.1/1.8	6.8	16	23	9.2	-	-
Escherichia coli	NMP/ 100mL	1.1/1.8	2.0	16	23	3.6	-	-

Nota: Los Resultados <1.0, <1.8, <1.1 y <1: significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecian estructuras biológicas en la muestra. VE; valor estimado

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.

**LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA**



Firmado digitalmente por
ZULUETA SANTA CRUZ Enver
FAU 20453744168 soft
Motivo: Visto en señal de
conformidad
Fecha: 10/09/2024 04:37 p.m.

Cajamarca, 10 de Setiembre de 2024

Página: 3 de 4

INFORME DE ENSAYO N° IE 08241026

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Turbidez	NTU	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 24 th Ed. 2023: Turbidity. Nephelometric Method
Conductividad a 25°C	uS/cm	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 24 th Ed. 2023: Conductivity. Laboratory Method
Color Verdadero	UC	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 24 th Ed. 2023: Color. Spectrophotometric method
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 24 th Ed. 2023: Biochemical Oxygen Demand 5-Day BOD Test
Oxígeno Disuelto (OD)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-O C, 24 th Ed. 2023: Oxygen (Dissolved). Azide Modification.
Temperatura	°C	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 24 th Ed. 2023: Temperature. Laboratory and Field Methods
Coliformes Totales	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C. 24 th Ed. 2023: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E. 24 th Ed. 2023: Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure
Escherichia coli	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E,G 24 th Ed. 2023: Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Other Escherichia coli Procedures

NOTAS FINALES

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.

(*) Los Resultados son referenciales, ya que, las muestra no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.

✓ Los resultados indicados en este informe corresponden única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua, según cotización y cadena de custodia.

✓ Cuando la muestra es tomada por el cliente: El Laboratorio Regional del Agua no se responsabiliza por la exactitud o la verificación de la información sobre la muestra. Los resultados del ensayo están basados en la muestra tal como fue recibida y en los datos proporcionados por el cliente.

✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.

✓ Las muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservarán en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días después de la emisión de la informe de ensayo, luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.

✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

✓ El código QR permitirá la visualización y descarga del documento (según oficio múltiple N° 027-2024-INACAL/DA), por lo que, una vez emitido el informe de ensayo, queda bajo responsabilidad del cliente a quien le de acceso dicho código; además, el link vinculado al código QR también se proporcionará al repositorio del INACAL (según oficio múltiple N° 020-2024-INACAL/DA) para consultas sobre autenticaciones, falsificaciones o adulteraciones del presente documento.

✓ LRA-GRC ASEGURA LA CONFIABILIDAD Y CONFIDENCIALIDAD DE LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO.

✓ **"Le recordamos que dispone de 30 días calendario desde la fecha de emisión de este informe para presentar cualquier reclamo o solicitar correcciones. Pasado este plazo, no se aceptarán modificaciones ni reclamaciones asociadas al presente informe".**

--- Fin del documento ---

Código del Formato: P-23-F01 Ver: 03 Fecha: 25/07/2024

Cajamarca, 10 de Setiembre de 2024



Firmado digitalmente por
COLINA VENEZAS Juan Jose
FAU 20453744168 soft
Motivo: Viso en señal de
conformidad
Fecha: 10/09/2024 04:44 p. m.

Anexo N° 3: Reportes de análisis de agua – Laboratorio de la PTAP SEMAPA Chota

REPORTE DE ANÁLISIS DE AGUA - LABORATORIO PTAP - CHOTA.

LUGAR Red de agua La Shita - Comunidad de Santa Rosa Bajo.	FECHA 29/02/24	HORA 06:55 am - 9:12 am.
TIPO DE FUENTE Subterránea.	TIPO DE AGUA Cruda.	TRATAMIENTO Sin Tratamiento.

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS

ÍTEM	PARÁMETRO	RESULTADO M1- CAPTACIÓN	RESULTADO M2- RESERVORIO	RESULTADO M3- PRIMERA VIVIENDA	RESULTADO M4- ULTIMA VIVIENDA	UNIDAD
1	Cloro residual	No aplica.	No aplica.	No aplica.	No aplica.	ppm
2	Turbidez	6.78	9.12	8.12	7.16	UNT
3	Color	5	10	5	5	UCV
4	pH	7.63	7.68	7.74	7.72	*
5	Conductividad	480.75	483.12	480.1	478.65	µs/cm
6	Temperatura	15.42	15.54	15.62	15.7	°C

Observaciones / recomendaciones:

Las muestras fueron tomadas en presencia de lluvias moderadas.



 GOBIERNO REGIONAL DE CHOTA

 Ing. Pío José Viqueza González

 GERENTE DE SERVICIOS PÚBLICOS Y MEDIO AMBIENTE

FIRMA DEL ANALISTA

REPORTE DE ANÁLISIS DE AGUA - LABORATORIO PTAP - CHOTA.


LUGAR Red de agua La Shita - Comunidad de Santa Rosa bajo.	FECHA 06/08/24	HORA 15:03 pm - 16:41 pm.
TIPO DE FUENTE Subterránea.	TIPO DE AGUA Cruda.	TRATAMIENTO Sin Tratamiento.

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS

ÍTEM	PARÁMETRO	RESULTADO M1- CAPTACIÓN	RESULTADO M2- RESERVOIRIO	RESULTADO M3- PRIMERA VIVIENDA	RESULTADO M4- ÚLTIMA VIVIENDA	UNIDAD
1	Cloro residual	No aplica.	No aplica.	No aplica.	No aplica.	ppm
2	Turbidez	1.12	1.51	0.9	0.4	UNT
3	Color	0	0	0	0	UCV
4	pH	7.63	7.68	7.71	7.71	*
5	Conductividad	423.82	412.12	398.8	393.75	µs/cm
6	Temperatura	16.23	16.56	16.98	17.12	°C

Observaciones / recomendaciones:

Las muestras fueron tomadas en ausencia de lluvias.



 MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHOTA
 Ing. *Perik Jontal Vásquez Gonzales*
 GERENTE DE SERVICIO DE AGUA POTABLE Y RESERVOIRIO

FIRMA DEL ANALISTA

REPORTE DE ANÁLISIS DE AGUA - LABORATORIO PTAP - CHOTA.

LUGAR Red de agua La Shita - Comunidad de Santa Rosa bajo.	FECHA 28/08/24	HORA 15:35 pm - 17:04 pm.
TIPO DE FUENTE Subterránea.	TIPO DE AGUA Cruda.	TRATAMIENTO Sin Tratamiento.

ÍTEM	PARÁMETRO	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS				UNIDAD
		RESULTADO M1 - CAPTACIÓN	RESULTADO M2 - RESERVOIRIO	RESULTADO M3 - PRIMERA VIVIENDA	RESULTADO M4 - ÚLTIMA VIVIENDA	
1	Cloro residual	No aplica.	No aplica.	No aplica.	No aplica.	ppm
2	Turbidez	2.19	0.56	0.41	0.28	UNT
3	Color	0	0	0	0	UCV
4	pH	7.8	7.79	7.78	7.8	*
5	Conductividad	575.5	547.5	555.14	540.12	µs/cm
6	Temperatura	17.16	17.34	17.46	17.5	°C

Observaciones / recomendaciones:

Las muestras fueron tomadas en ausencia de lluvias.



 GOBIERNO REGIONAL DE CUSCO

 Ana Priscilla Torres Coronel

 LABORATORIO REGIONAL DE AGUA Y SANEAMIENTO

FIRMA DEL ANALISTA

Anexo N° 4: Formatos de reporte de control de cloro residual

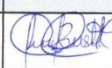
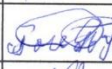

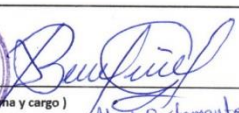



ANEXO N°13
FORMATO DE REPORTE DE CONTROL DE CLORO RESIDUAL

I. UBICACIÓN								
Nombre del sistema: <u>La Shita</u>		Centro Poblado: <u>Santa Rosa Bajo</u>		Fecha: <u>27/01/2024</u>				
DISTRITO: <u>Chota</u>		Provincia: <u>Chota</u>		Departamento: <u>Cajamarca</u>				
Establecimiento de salud: _____								
II. MEDICIÓN DEL CLORO RESIDUAL EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO								
2.1 Planta de Tratamiento de agua potable / Reservorio								
N°	Punto de toma de la muestra	Fecha Muestreo	Hora de Muestreo	Cloro Residual (mg/L)				
1	Salida de PTAP							
2	Reservorio - 1	<u>27/01/24</u>	<u>4:51 pm</u>	<u>0</u>				
3	Reservorio - 2							
4	Reservorio - 3							
5	Pozo de bombeo							
6								
2.2 Red de Distribución								
N°	Ubicación del punto de muestreo	Punto de toma de la muestra	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Cloro Residual (mg/L)	Datos del usuario		
						Nombres y apellidos	N° DNI	Firma del usuario
1	Red	grifo/primera vivienda	<u>27/01/24</u>	<u>5:15 pm</u>	<u>0</u>	<u>Zenaida Bustamante Bravo</u>	<u>27422031</u>	
2	Red	grifo/vivienda intermedia	<u>27/01/24</u>	<u>5:33 pm</u>	<u>0</u>	<u>José Mario Irigoin Becerra</u>	<u>27368146</u>	
3	Red	grifo/ultima vivienda	<u>27/01/24</u>	<u>5:51 pm</u>	<u>0</u>	<u>Humbelina Colunche Idrogo</u>	<u>46795197</u>	
III. OBSERVACIONES								
1.-								
2.-								
3.-								
Técnico en Salud Ambiental de la IPRESS y/o Fiscal de la OC y/o Promotor de Salud del Poblado u Operador:				<u>Abel Bustamante Campos</u>		<u>931 279 062</u>		
		(nombre, firma y cargo)		DNI: <u>931 279 062</u>		N° celular		
Responsable del monitoreo (Área Técnica Municipal/Monitor)				<u>Monitor: Christian Antony Bustamante Bustamante</u>		<u>953 363 647</u>		
		(nombre, firma y cargo)		DNI: <u>73416933</u>		N° celular		
Fecha: <u>27/01/2024</u>								






Nota: En caso la IPRESS o el AGT no puedan realizar el monitoreo del cloro residual, el Fiscal de la OC o el Promotor de Salud del Centro Poblado deberá acompañar y firmar el presente documento, dando fe de la veracidad de la información.

ANEXO N°13
FORMATO DE REPORTE DE CONTROL DE CLORO RESIDUAL

I. UBICACIÓN											
Nombre del sistema:		La shita		Centro Poblado:		Santa Rosa Bajo		Fecha:		29/02/2024	
DISTRITO:			Chota			Provincia:			Chota		
						Departamento:			Cajamarca		
Establecimiento de salud: _____											
II. MEDICIÓN DEL CLORO RESIDUAL EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO											
2.1 Planta de Tratamiento de agua potable / Reservorio											
N°	Punto de toma de la muestra	Fecha Muestreo	Hora de Muestreo	Cloro Residual (mg/L)							
1	Salida de PTAP										
2	Reservorio - 1	29/01/2024	5:35pm	0							
3	Reservorio - 2										
4	Reservorio - 3										
5	Pozo de bombeo										
6											
2.2 Red de Distribución											
N°	Ubicación del punto de muestreo	Punto de toma de la muestra	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Cloro Residual (mg/L)	Datos del usuario					
						Nombres y apellidos	N° DNI	Firma del usuario			
1	Red	grifo/primer vivienda	29/01/24	5:49pm	0	Zenaida Bustamante Bravo	27422031				
2	Red	grifo/vivienda intermedia	29/01/24	6:12pm	0	Jose Mario Irigoin Becerra	27368146				
3	Red	grifo/ultima vivienda	29/01/24	6:31pm	0	Humbelina Colunche Idrogo	46795197				
III. OBSERVACIONES											
1.-											
2.-											
3.-											
<p>Técnico en Salud Ambiental de la IPRESS y/o Fiscal de la OC y/o Promotor de Salud del Poblado u Operador:</p> <p> (nombre, firma y cargo) 931 279 062 Abel Bustamante Campos N° celular DNI: 27365981</p> <p>Responsable del monitoreo (Área Técnica Municipal/Monitor):</p> <p> (nombre, firma y cargo) 953 363 647 Monitor: Cristian A. Bustamante Bustamante N° celular DNI: 73416933 Fecha: 29/02/2024</p>											


Nota: En caso la IPRESS o el AGT no puedan realizar el monitoreo del cloro residual, el Fiscal de la OC o el Promotor de Salud del Centro Poblado deberá acompañar y firmar el presente documento, dando fe de la veracidad de la información.

ANEXO N°13
FORMATO DE REPORTE DE CONTROL DE CLORO RESIDUAL

I. UBICACIÓN								
Nombre del sistema: <u>La Skita</u>		Centro Poblado: <u>Santa Rosa Bajo</u>		Fecha: <u>30/03/2024</u>				
DISTRITO: <u>Chota</u>		Provincia: <u>Chota</u>		Departamento: <u>Cajamarca</u>				
Establecimiento de salud: _____								
II. MEDICIÓN DEL CLORO RESIDUAL EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO								
2.1 Planta de Tratamiento de agua potable / Reservorio								
N°	Punto de toma de la muestra :	Fecha Muestreo	Hora de Muestreo	Cloro Residual (mg/L)				
1	Salida de PTAP							
2	Reservorio - 1	<u>30/03/2024</u>	<u>03:24pm</u>	<u>0</u>				
3	Reservorio - 2							
4	Reservorio - 3							
5	Pozo de bombeo							
6								
2.2 Red de Distribución								
N°	Ubicación del punto de muestreo	Punto de toma de la muestra	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Cloro Residual (mg/L)	Datos del usuario		
						Nombres y apellidos	N° DNI	Firma del usuario
1	Red	grifo/primera vivienda	<u>30/03/24</u>	<u>3:43 pm</u>	<u>0</u>	<u>Zenaida Bustamante Bravo</u>	<u>27422031</u>	
2	Red	grifo/ vivienda intermedia	<u>30/03/24</u>	<u>4:05 pm</u>	<u>0</u>	<u>José Mario Irigoin Becerra</u>	<u>27368146</u>	
3	Red	grifo/ultima vivienda	<u>30/03/24</u>	<u>4:21 pm</u>	<u>0</u>	<u>Humbelina Coluche Idrogo</u>	<u>46795197</u>	
III. OBSERVACIONES								
1.-								
2.-								
3.-								
Técnico en Salud Ambiental de la IPRESS y/o Fiscal de la OC y/o Promotor de Salud del Poblado u Operador:  <u>931 279 062</u> (nombre, firma y cargo) <u>Presidente JASS: Abel Bustamante Campos</u> N° celular <u>DNI: 27365981</u>								
Responsable del monitoreo (Área Técnica Municipal/Monitor):  <u>953 363 647</u> (nombre, firma y cargo) <u>Monitor: Cristian A. Bustamante Bustamante</u> N° celular <u>DNI: 73416933</u> Fecha: <u>30/03/2024</u>								

Nota: En caso la IPRESS o el AGT no puedan realizar el monitoreo del cloro residual, el Fiscal de la OC o el Promotor de Salud del Centro Poblado deberá acompañar y firmar el presente documento, dando fe de la veracidad de la información.

ANEXO N°13
FORMATO DE REPORTE DE CONTROL DE CLORO RESIDUAL

I. UBICACIÓN								
Nombre del sistema: <u>La Shita</u>		Centro Poblado: <u>Santa Rosa Bayo</u>		Fecha: <u>27/04/2024</u>				
DISTRITO: <u>Chota</u>		Provincia: <u>Chota</u>		Departamento: <u>Cajamarca</u>				
Establecimiento de salud: _____								
II. MEDICIÓN DEL CLORO RESIDUAL EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO								
2.1 Planta de Tratamiento de agua potable / Reservoirio								
N°	Punto de toma de la muestra	Fecha Muestreo	Hora de Muestreo	Cloro Residual (mg/L)				
1	Salida de PTAP							
2	Reservorio - 1	<u>27/04/2024</u>	<u>4:15 pm</u>	<u>0</u>				
3	Reservorio - 2							
4	Reservorio - 3							
5	Pozo de bombeo							
6								
2.2 Red de Distribución								
N°	Ubicación del punto de muestreo	Punto de toma de la muestra	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Cloro Residual (mg/L)	Datos del usuario		
						Nombres y apellidos	N° DNI	Firma del usuario
1	Red	grifo/primera vivienda	<u>27/04/24</u>	<u>4:29 pm</u>	<u>0</u>	<u>Zenaida Bustamante Bravo</u>	<u>27422031</u>	
2	Red	grifo/vivienda intermedia	<u>27/04/24</u>	<u>4:43 pm</u>	<u>0</u>	<u>Jose Mario Irigoin Becerra</u>	<u>27368146</u>	
3	Red	grifo/ultima vivienda	<u>27/04/24</u>	<u>5:05 pm</u>	<u>0</u>	<u>Humbelina Colunche Ibaro</u>	<u>46795197</u>	
III. OBSERVACIONES								
1.- _____								
2.- _____								
3.- _____								
Técnico en Salud Ambiental de la IPRESS y Fiscal de la OC y/o Promotor de Salud del Poblado u Operador:  <u>Abel Bustamante Campos</u> <u>931 279 062</u> (nombre, firma y cargo) DNI: <u>931 279 062</u> Nº celular								
Responsable del monitoreo (Área Técnica Municipal/Monitor):  <u>Monitor: Cristian A. Bustamante Bustamante</u> <u>953 363 647</u> (nombre, firma y cargo) DNI: <u>73416933</u> Nº celular								
Fecha: <u>27/04/2024</u>								

Nota: En caso la IPRESS o el AGT no puedan realizar el monitoreo del cloro residual, el Fiscal de la OC o el Promotor de Salud del Centro Poblado deberá acompañar y firmar el presente documento, dando fe de la veracidad de la información.



ANEXO N°13
FORMATO DE REPORTE DE CONTROL DE CLORO RESIDUAL

I. UBICACIÓN									
Nombre del sistema:		La Shita	Centro Poblado:		Santa Rosa Bajo	Fecha:			31/05/2024
DISTRITO:		Chota	Provincia:		Chota	Departamento:			Cajamarca
Establecimiento de salud:									
II. MEDICIÓN DEL CLORO RESIDUAL EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO									
2.1. Planta de Tratamiento de agua potable / Reservorio									
N°	Punto de toma de la muestra	Fecha Muestreo	Hora de Muestreo	Cloro Residual (mg/L)					
1	Salida de PTAP								
2	Reservorio - 1	31/05/2024	5:39 pm	0					
3	Reservorio - 2								
4	Reservorio - 3								
5	Pozo de bombeo								
6									
2.2. Red de Distribución									
N°	Ubicación del punto de muestreo	Punto de toma de la muestra	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Cloro Residual (mg/L)	Datos del usuario			
						Nombres y apellidos	N° DNI	Firma del usuario	
1	Red	grifo/primer vivienda	31/05/24	5:56 pm	0	Zenaida Bustamante Bravo	27422031		
2	Red	grifo/vivienda intermedia	31/05/24	6:14 pm	0	Jose Mario Irigoien Becerra	27368146		
3	Red	grifo/ultima vivienda	31/05/24	6:33 pm	0	Humbelina Colunche Idrogo	46795197		
III. OBSERVACIONES									
1.-									
2.-									
3.-									
<p>Técnico en Salud Ambiental de la IPRESS y/o Fiscal de la OC y/o Promotor de Salud del Poblado u Operador:</p> <p> (nombre, firma y cargo) Abel Bustamante Campos N° celular DNI: 27365981</p> <p>Responsable del monitoreo (Área Técnica Municipal/Monitor):</p> <p> (nombre, firma y cargo) Monitor: Cristhian A. Bustamante Bustamante N° celular DNI: 73416933</p> <p>Fecha: 31/05/2024</p>									

Nota: En caso la IPRESS o el AGT no puedan realizar el monitoreo del cloro residual, el Fiscal de la OC o el Promotor de Salud del Centro Poblado deberá acompañar y firmar el presente documento, dando fe de la veracidad de la información.

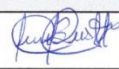
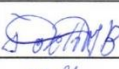

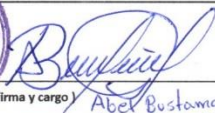



ANEXO N°13
FORMATO DE REPORTE DE CONTROL DE CLORO RESIDUAL

I. UBICACIÓN									
Nombre del sistema:		La Smita		Centro Poblado:	Santa Rosa Bajo		Fecha:	29/06/2024	
DISTRITO:		Chota		Provincia:	Chota		Departamento:	Cajamarca	
Establecimiento de salud:									
II. MEDICIÓN DEL CLORO RESIDUAL EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO									
2.1. Planta de Tratamiento de agua potable / Reservorio									
N°	Punto de toma de la muestra	Fecha Muestreo	Hora de Muestreo	Cloro Residual (mg/L)					
1	Salida de PTAP								
2	Reservorio - 1	29/06/24	02:31 pm	0					
3	Reservorio - 2								
4	Reservorio - 3								
5	Pozo de bombeo								
6									
2.2. Red de Distribución									
N°	Ubicación del punto de muestreo	Punto de toma de la muestra	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Cloro Residual (mg/L)	Datos del usuario			
						Nombres y apellidos	N° DNI	Firma del usuario	
1	Red	grifo/primer vivienda	29/06/24	2:47 pm	0	Zenaida Bustamante Bravo	27422031		
2	Red	grifo/vivienda intermedia	29/06/24	3:11 pm	0	Jose Mario Irigoin Becerra	27368146		
3	Red	grifo/ultima vivienda	29/06/24	3:32 pm	0	Humbelina Colonche Be Idrogo	46795197		
III. OBSERVACIONES									
1.-									
2.-									
3.-									
<p>Técnico en Salud Ambiental de la IPRESS y/o Fiscal de la OC y/o Promotor de Salud del Poblado u Operador:</p> <p> (nombre, firma y cargo) Abel Bustamante Campos Nº celular 931 279 062 DNI: 27365981</p> <p>Responsable del monitoreo (Área Técnica Municipal/Monitor):</p> <p> (nombre, firma y cargo) Monitor: Cristhian A. Bustamante Bustamante Nº celular 953 363 647 DNI: 73416933 Fecha: 29/06/2024</p>									

Nota: En caso la IPRESS o el AGT no puedan realizar el monitoreo del cloro residual, el Fiscal de la OC o el Promotor de Salud del Centro Poblado deberá acompañar y firmar el presente documento, dando fe de la veracidad de la información.

ANEXO N°13
FORMATO DE REPORTE DE CONTROL DE CLORO RESIDUAL

I. UBICACIÓN									
Nombre del sistema:		La Shita		Centro Poblado:	Santa Rosa Bajo		Fecha:	27/07/2024	
DISTRITO:		Chota		Provincia:	Chota		Departamento:		Cajamarca
Establecimiento de salud:									
II. MEDICIÓN DEL CLORO RESIDUAL EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO									
2.1 Planta de Tratamiento de agua potable / Reservorio									
N°	Punto de toma de la muestra	Fecha Muestreo	Hora de Muestreo	Cloro Residual (mg/L)					
1	Salida de PTAP								
2	Reservorio - 1	27/07/2024	3:35 pm	0					
3	Reservorio - 2								
4	Reservorio - 3								
5	Pozo de bombeo								
6									
2.2 Red de Distribución									
N°	Ubicación del punto de muestreo	Punto de toma de la muestra	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Cloro Residual (mg/L)	Datos del usuario			
						Nombres y apellidos	N° DNI	Firma del usuario	
1	Red	grifo/primera vivienda	27/07/24	3:49 pm	0	Zenaida Bustamante Bravo	27422021		
2	Red	grifo/vivienda intermedia	27/07/24	4:07 pm	0	Jose Mario Irigoien Becerra	27368146		
3	Red	grifo/ultima vivienda	27/07/24	4:31 pm	0	Humbelina Colonche Idrogo	46795197		
III. OBSERVACIONES									
1.-									
2.-									
3.-									
<p>Técnico en Salud Ambiental de la IPRESS y/o Fiscal de la OC y/o Promotor de Salud del Poblado u Operador:</p> <p> <u>Abel Bustamante Campos</u> 931 279 062 <small>(nombre, firma y cargo)</small> N° celular <small>DNI: 27365981</small></p> <p>Responsable del monitoreo (Área Técnica Municipal/Monitor):</p> <p> <u>Monitor: Cristhian A. Bustamante Bustamante</u> 953 363 47 <small>(nombre, firma y cargo)</small> N° celular <small>DNI: 73416933</small> Fecha: 27/03/2024</p>									

Nota: En caso la IPRESS o el AGT no puedan realizar el monitoreo del cloro residual, el Fiscal de la OC o el Promotor de Salud del Centro Poblado deberá acompañar y firmar el presente documento, dando fe de la veracidad de la información.



ANEXO N°13
FORMATO DE REPORTE DE CONTROL DE CLORO RESIDUAL

I. UBICACIÓN
 Nombre del sistema: La Shita Centro Poblado: Santa Rosa Bajo Fecha: 31/08/2024
 DISTRITO: Chota Provincia: Chota Departamento: Cajamarca
 Establecimiento de salud: _____

II. MEDICIÓN DEL CLORO RESIDUAL EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

2.1 Planta de Tratamiento de agua potable / Reservorio

N°	Punto de toma de la muestra	Fecha Muestreo	Hora de Muestreo	Cloro Residual (mg/L)
1	Salida de PTAP			
2	Reservorio - 1	31/08/2024	4:14 pm	0
3	Reservorio - 2			
4	Reservorio - 3			
5	Pozo de bombeo			
6				

2.2 Red de Distribución

N°	Ubicación del punto de muestreo	Punto de toma de la muestra	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Cloro Residual (mg/L)	Datos del usuario		
						Nombres y apellidos	N° DNI	Firma del usuario
1	Red	grifo/primera vivienda	31/08/24	4:37 pm	0	Zenaida Bustamante Bravo	27422031	
2	Red	grifo/vivienda intermedia	31/08/24	4:59 pm	0	Jose Mario Irigoien Becerra	27368146	
3	Red	grifo/ultima vivienda	31/08/24	5:21 pm	0	Humbelina Colunche Idrogo	46795197	

III. OBSERVACIONES
 1.-
 2.-
 3.-

Técnico en Salud Ambiental de la IPRESS y Fiscal de la OC y/o Promotor de Salud del Poblado u Operador:
 (Nombre, firma y cargo) Abel Bustamante Campos N° celular 931 279 062
 DNI: 27365981

Responsable del monitoreo (Área Técnica Municipal/Monitor):
 (Nombre, firma y cargo) Monitor: Cristian A. Bustamante Bustamante N° celular 953 363 647
 DNI: 73416933 Fecha: 31/08/2024

Nota: En caso la IPRESS o el AGT no puedan realizar el monitoreo del cloro residual, el Fiscal de la OC o el Promotor de Salud del Centro Poblado deberá acompañar y firmar el presente documento, dando fe de la veracidad de la información.



I. UBICACIÓN
 Nombre del sistema: La Shita Centro Poblado: Santa Rosa Bajo Fecha: 28/09/2024
 DISTRITO: Chota Provincia: Chota Departamento: Cajamarca
 Establecimiento de salud: _____

II. MEDICIÓN DEL CLORO RESIDUAL EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

2.1 Planta de Tratamiento de agua potable / Reservoirio

N°	Punto de toma de la muestra	Fecha Muestreo	Hora de Muestreo	Cloro Residual (mg/L)
1	Salida de PTAP			
2	Reservorio - 1	28/09/2024	5:07pm	0
3	Reservorio - 2			
4	Reservorio - 3			
5	Pozo de bombeo			
6				

2.2 Red de Distribución

N°	Ubicación del punto de muestreo	Punto de toma de la muestra	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Cloro Residual (mg/L)	Datos del usuario		
						Nombres y apellidos	N° DNI	Firma del usuario
1	Red	grifo/primera vivienda	28/09/24	5:31 pm	0	Zenaida Bustamante Bravo	27422031	
2	Red	grifo/vivienda intermedia	28/09/24	5:55 pm	0	Mario Irigoin Becerra	27368146	
3	Red	grifo/ultima vivienda	28/09/24	6:13 pm	0	Humbelina Colunche Idrogo	46795197	

III. OBSERVACIONES
 1.-
 2.-
 3.-

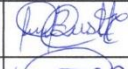



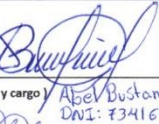

Técnico en Salud Ambiental de la IPRESS y/o Fiscal de la OC y/o Promotor de Salud del Poblado u Operador: Abel Bustamante Campos 931 279 062
 (nombre, firma y cargo) DNI: 27365981 N° celular

Responsable del monitoreo (Área Técnica Municipal/Monitor): Cristhian A. Bustamante Bustamante 953 363 647
 (nombre, firma y cargo) DNI: 73416933 N° celular

Fecha: 28/09/2024

Nota: En caso la IPRESS o el AGT no puedan realizar el monitoreo del cloro residual, el Fiscal de la OC o el Promotor de Salud del Centro Poblado deberá acompañar y firmar el presente documento, dando fe de la veracidad de la información.

ANEXO N°13
FORMATO DE REPORTE DE CONTROL DE CLORO RESIDUAL

I. UBICACIÓN								
Nombre del sistema: <u>La Guita</u>		Centro Poblado: <u>Santa Rosa Bajo</u>		Fecha: <u>26/10/2024</u>				
DISTRITO: <u>Chota</u>		Provincia: <u>Chota</u>		Departamento: <u>Cajamarca</u>				
Establecimiento de salud: _____								
II. MEDICIÓN DEL CLORO RESIDUAL EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO								
2.1 Planta de Tratamiento de agua potable / Reservoirio								
N°	Punto de toma de la muestra	Fecha Muestreo	Hora de Muestreo	Cloro Residual (mg/L)				
1	Salida de PTAP							
2	Reservorio - 1	<u>26/10/2024</u>	<u>2:31pm</u>	<u>0</u>				
3	Reservorio - 2							
4	Reservorio - 3							
5	Pozo de bombeo							
6								
2.2 Red de Distribución								
N°	Ubicación del punto de muestreo	Punto de toma de la muestra	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Cloro Residual (mg/L)	Datos del usuario		
						Nombres y apellidos	N° DNI	Firma del usuario
1	Red	grifo/primer vivienda	<u>26/10/24</u>	<u>2:47pm</u>	<u>0</u>	<u>Zenaida Bustamante Bravo</u>	<u>27422031</u>	
2	Red	grifo/vivienda intermedia	<u>26/10/24</u>	<u>3:05pm</u>	<u>0</u>	<u>Jose Mario Irigoin Becerra</u>	<u>27368146</u>	
3	Red	grifo/ultima vivienda	<u>26/10/24</u>	<u>3:27pm</u>	<u>0</u>	<u>Humbelina Coluche Idrogo</u>	<u>46795197</u>	
III. OBSERVACIONES								
1. _____								
2. _____								
3. _____								
Técnico en Salud Ambiental de la IPRESS y/o Fiscal de la OC y/o Promotor de Salud del Poblado u Operador:   <u>Abel Bustamante Campos</u> (nombre, firma y cargo) DNI: <u>7341693</u> Nº celular: <u>931 279 062</u>								
Responsable del monitoreo (Área Técnica Municipal/Monitor):  <u>Monitor: Cristhian A. Bustamante Bustamante</u> (nombre, firma y cargo) DNI: <u>73416933</u> Nº celular: <u>953 363 647</u> Fecha: <u>26/10/2024</u>								

Nota: En caso la IPRESS o el AGT no puedan realizar el monitoreo del cloro residual, el Fiscal de la OC o el Promotor de Salud del Centro Poblado deberá acompañar y firmar el presente documento, dando fe de la veracidad de la información.