



# Universidad Nacional Autónoma de Chota

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Unidad de Investigación

RESOLUCIÓN DE COORDINACIÓN N° 001-2024-FCA/UNACH

“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia,  
y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”



## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El que suscribe, Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional Autónoma de Chota, **hace constar** que la tesis de investigación Titulada “**Calidad del agua de consumo humano en función a los parámetros microbiológicos y parasitológicos en el distrito de Huambos, provincia de Chota**”; desarrollado por la **Bach. Alicia Castro Tantaleán** de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental, **asesorado por la Dra. Azucena Chávez Collantes y coasesorado por el M.Sc. Eisner Will Castillo Rojas**; presenta un **ÍNDICE DE SIMILITUD DEL 24%**, 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, 02 de octubre de 2024.

Atentamente

**M. Sc. Rubén Iván Marchena Chanduvi**  
Director de la Unidad de Investigación  
de la Facultad de Ciencias Agrarias

# Alicia Castro Tantaleán

## IT-CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD-UIFCA



INFORME DE TESIS 2024



PROYECTOS Y TESIS 2024



Universidad Nacional Autónoma de Chota

### Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::1:3028388271

Fecha de entrega

2 oct 2024, 11:36 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

2 oct 2024, 11:40 a.m. GMT-5

Nombre de archivo

Castro\_Tantalean\_Alicia\_Tesis\_-\_T.docx

Tamaño de archivo

22.6 MB

71 Páginas

11,267 Palabras

61,380 Caracteres




## 24% Similitud general

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

### Filtrado desde el informe


- ▶ Bibliografía

### Fuentes principales

- 22%  Fuentes de Internet
- 14%  Publicaciones
- 9%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

### Marcas de integridad

#### N.º de alerta de integridad para revisión




-  **Texto oculto**  
8 caracteres sospechosos en N.º de páginas  
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

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

- 22%  Fuentes de Internet
- 14%  Publicaciones
- 9%  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	hdl.handle.net	3%
2	Internet	repositorio.unu.edu.pe	1%
3	Internet	repositorio.upsc.edu.pe	1%
4	Internet	apirepositorio.unh.edu.pe	1%
5	Internet	repositorio.ucv.edu.pe	1%
6	Trabajos del estudiante	Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez	1%
7	Internet	cdn.www.gob.pe	1%
8	Internet	repositorio.utea.edu.pe	1%
9	Internet	repositorio.undac.edu.pe	1%
10	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga	0%
11	Internet	dspace.unitru.edu.pe	0%



12	Trabajos del estudiante	UTEC Universidad de Ingeniería & Tecnología	0%
13	Internet	distancia.udh.edu.pe	0%
14	Internet	qdoc.tips	0%
15	Internet	repositorio.udh.edu.pe	0%
16	Internet	repositorio.unap.edu.pe	0%
17	Internet	repositorio.unc.edu.pe	0%
18	Trabajos del estudiante	uncedu	0%
19	Internet	repositorio.uncp.edu.pe	0%
20	Internet	repositorio.unsm.edu.pe	0%
21	Internet	repositorio.unh.edu.pe	0%
22	Publicación	SERV GEOGRAFICOS Y MEDIO AMBIENTE SAC. "Plan de Cese Temporal de Activida...	0%
23	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de Trujillo	0%
24	Internet	repositorio.lamolina.edu.pe	0%
25	Internet	www.coursehero.com	0%

26	Publicación	SNC LAVALIN PERU S.A.. "Primer ITS de la Unidad Minera Cerro Lindo-IGA0002171...	0%
27	Internet	repositorio.ulc.edu.pe	0%
28	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion	0%
29	Publicación	Irene Hortelano Martín. "Determinación del riesgo para el consumidor de la pres...	0%
30	Trabajos del estudiante	Universidad Tecnologica de los Andes	0%
31	Internet	doaj.org	0%
32	Internet	patents.google.com	0%
33	Internet	ri.ues.edu.sv	0%
34	Internet	1library.co	0%
35	Internet	backend.aprende.sep.gob.mx	0%
36	Trabajos del estudiante	Pontificia Universidad Catolica del Peru	0%
37	Internet	repositorio.unas.edu.pe	0%
38	Publicación	#N/A. "PAP de la Plataforma DOM-1 - Pozo Fortuna 1XD – ST3, en el Lote 116-IGA0...	0%
39	Publicación	Kevin Omar S.A.C.. "EIA-SD para el Desarrollo de la Acuicultura de la Mediana y Gr...	0%

40	Publicación	PROYECTOS Y ESTUDIOS MUNDIALES DE INVERSION SOCIEDAD ANONIMA CERRA...	0%
41	Internet	www.researchgate.net	0%
42	Publicación	DIAZ DIAZ JOSELITO. "Plan de Abandono del Proyecto Ex Central Térmica San Ign...	0%
43	Internet	otaywater.gov	0%
44	Internet	repositorio.uct.edu.pe	0%
45	Internet	repositorio.unsa.edu.pe	0%
46	Internet	repositorio.upagu.edu.pe	0%
47	Internet	www.repositorio.unach.edu.pe	0%
48	Publicación	Gustavo Strieder Scherer, Diego Averaldo Guiguet Leal, Juliane Araújo Greinert G...	0%
49	Publicación	SERV GEOGRAFICOS Y MEDIO AMBIENTE SAC. "Plan de Cese Temporal de Activida...	0%
50	Publicación	WALSH PERU S.A. INGENIEROS Y CIENTIFICOS CONSULTORES. "PMA Modificación ...	0%
51	Publicación	Sanchez, Alvaro Holger Sanchez. "Restauracion De Los Canales Eutrofizados De A...	0%
52	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo	0%
53	Internet	repositorio.unp.edu.pe	0%

54	Publicación	INSIDEO SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - INSIDEO S.A.C.. "ITS Mejora Tecnológica...	0%
55	Trabajos del estudiante	Universidad Privada del Norte	0%
56	Internet	revistas.ucv.edu.pe	0%
57	Trabajos del estudiante	Universidad San Francisco de Quito	0%
58	Internet	derechos.org.ve	0%
59	Internet	idoc.tips	0%
60	Internet	poseidon.unalmed.edu.co	0%
61	Trabajos del estudiante	ucss	0%
62	Internet	www.camisea.com.pe	0%
63	Internet	www.cepis.org.pe	0%
64	Publicación	Bussi. "Effects of peach or hybrid rootstocks on growth and cropping of two culti...	0%
65	Publicación	Claudia A. Tortone, Delia S. Oriani, Ana S. Staskevich, Alejandra S. Oriani et al. "Di...	0%
66	Publicación	DOMUS CONSULTORIA AMBIENTAL S.A.C.. "ITS para la Mejora y Ampliación del Ce...	0%
67	Publicación	Franco Trigo, Lucia. "Participatory Research for the Development of Community P...	0%

68	Publicación	Juina, Oscar Hernan Quijia. "Eficiencia Energetica en el Sistema De Abastecimient...	0%
69	Publicación	Larocque, Florence. "Policy Diffusion and Drinking Water Services in Latin Americ...	0%
70	Publicación	Tomás Darío Marín-Velásquez, Edwin Julio Cóndor-Salvatierra. "Capacidad de rete...	0%
71	Trabajos del estudiante	Universidad Continental	0%
72	Internet	bilinguismoinfantil.wordpress.com	0%
73	Internet	cybertesis.unmsm.edu.pe	0%
74	Internet	pesquisa.bvsalud.org	0%
75	Internet	repositorio.msp.gob.do	0%
76	Internet	repositorio.unjfsc.edu.pe	0%
77	Internet	repositorio.uta.edu.ec	0%
78	Internet	www.agcba.gov.ar	0%
79	Internet	www.mywatershedwatch.org	0%
80	Internet	addi.ehu.es	0%
81	Internet	bolfor.chemonics.net	0%

82	Internet	catalonica.bnc.cat	0%
83	Internet	eol.org	0%
84	Internet	forum.mexique-fr.com	0%
85	Internet	greshamoregon.gov	0%
86	Internet	repositorio.cesmecca.mx	0%
87	Internet	repositorio.unprg.edu.pe	0%
88	Internet	revistas.unal.edu.co	0%
89	Internet	www.4m.com.hk	0%
90	Internet	www.activat.com.co	0%
91	Internet	www.slideshare.net	0%
92	Publicación	"Origen analógico del proceso de formulación estratégica y su efecto en la magni...	0%
93	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional del Centro del Peru	0%
94	Publicación	WALSH PERU S.A. INGENIEROS Y CIENTIFICOS CONSULTORES. "MEIA para el Proye...	0%
95	Internet	chodal18.com	0%

96	Internet	docplayer.es	0%
97	Internet	fr.slideshare.net	0%
98	Internet	journalingeniar.org	0%
99	Internet	portal.unas.edu.pe	0%
100	Internet	prezi.com	0%
101	Internet	tesis.usat.edu.pe	0%
102	Internet	www.agualatinoamerica.com	0%
103	Internet	www.scribd.com	0%
104	Publicación	SERV GEOGRAFICOS Y MEDIO AMBIENTE SAC. "ITS del Proyecto Ampliación del Pr...	0%

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y AMBIENTAL**



**Calidad del agua de consumo humano en función a los parámetros microbiológicos y parasitológicos en el distrito de Huambos, provincia de Chota**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**

**INGENIERO FORESTAL Y AMBIENTAL**

**AUTOR**

Alicia Castro Tantaleán

**ASESOR**

Dra. Azucena Chávez Collantes

Una firma manuscrita en azul que parece decir "Azucena C.".

Dra. Azucena Chávez Collantes  
CIP N°203685

**COASESOR**

M.Sc. Eisner Will Castillo Rojas

Una firma manuscrita en azul que parece decir "Eisner Will Castillo Rojas".

Ing. Eisner Will Castillo Rojas

**CHOTA – PERÚ**

**2024**

## Acta de sustentación de tesis

### ANEXO 01

#### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

ACTA N° 012-2024/EPIFA-FCA/UNACH

Siendo las 11:20 horas, del día 4 de julio de 2024, reunidos en el Auditorio de la Carrera Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental-UNACH; los miembros del Jurado de la Tesis titulada: "**Calidad del Agua de Consumo Humano en Función a los Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos en el Distrito de Huambos, Provincia de Chota**", integrado por:


1. Dr. Pedro Javier Mansilla Córdova   Presidente
2. M.Sc. Wilber Hugo Flores Rodriguez   Secretario
3. M.Sc. Ever Núñez Bustamante       Vocal

La Tesis es sustentada por la **Bachiller Alicia Castro Tantaleán**, con la finalidad de obtener el **Título Profesional de Ingeniero Forestal y Ambiental**, terminada la sustentación, con las preguntas formuladas por los integrantes del Jurado, y las respuestas otorgadas por la graduando; luego de deliberar, se acuerda **Aprobar** la tesis, calificándola con la nota de Catorce (14), se eleva la presente Acta al Coordinador de la Facultad de Ciencias Agrarias, a fin de que se le declare **EXPEDITO** para conferirle el **Título Profesional de Ingeniero Forestal y Ambiental**.

Chota, 4 de julio de 2024

  
.....  
Dr. Pedro Javier Mansilla Córdova  
Presidente

  
.....  
M.Sc. Wilber Hugo Flores Rodriguez  
Secretario

  
.....  
M.Sc. Ever Núñez Bustamante  
Vocal

### **Dedicatoria**

A Dios por guiarme siempre y darme la fuerza para levantarme en los momentos difíciles.

A mis queridos padres Santiago Castro Aguinaga y Sabina Tantaleán Cerna, a mis hermanos Elmer, José Israel, Adelaida, María Jesús y María Orfelina, por todo el soporte incondicional y necesario que me han ofrecido, para seguir adelante y no decaer frente a los problemas que se me han presentado. A mis abuelitas Santos Cerna Maldonado y Catalina Aguinaga Gil en el cielo.

*Alicia Castro Tantaleán*

### **Agradecimiento**

A la Universidad Nacional autónoma de Chota y a todos los docentes que han contribuido con sus conocimientos en mi formación profesional.

Agradecimiento especial a la Dra. Azucena Chávez Collantes asesora y a M.Sc. Eisner Will Castillo Rojas coasesor, por asesorarme en este proyecto de tesis y poder sobresalir con este objetivo, el poder titularme como Ingeniero Forestal y Ambiental.

Al personal del Laboratorio Regional del Agua, del Gobierno Regional de Cajamarca, por brindarme el apoyo correspondiente en los análisis requeridos para el desarrollo de la investigación. De la misma manera, al personal de la municipalidad distrital de Huambos y a toda mi familia por su apoyo en todo momento que lo he requerido.

*Alicia Castro Tantaleán*

## Índice de contenidos

Acta de sustentación de tesis.....	13
Dedicatoria.....	14
Agradecimiento.....	15
Índice de contenidos .....	16
Índice de tabla.....	19
Índice de figuras.....	20
Resumen.....	21
Abstract.....	22
<b>CAPITULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>23</b>
1.1. Planteamiento del problema.....	23
1.2. Formulación del problema .....	27
1.2.1. <i>Problema general</i> .....	27
1.2.2. <i>Problemas específicos</i> .....	27
1.3. Justificación .....	27
1.4. Objetivo.....	29
1.4.1. <i>Objetivo general</i> .....	29
1.4.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	29
<b>CAPITULO II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>30</b>
2.1. Antecedentes .....	30
2.1.1. <i>Internacionales</i> .....	30
2.1.2. <i>Nacionales</i> .....	32
2.1.3. <i>Locales</i> .....	33
2.2. Bases teoricas – científicas .....	34
2.2.1. <i>Agua</i> .....	34
2.2.2. <i>Calidad del agua</i> .....	35
2.2.3. <i>Calidad microbiológica del agua</i> .....	36
2.2.4. <i>Parámetros microbiológicos</i> .....	37
2.2.5. <i>Reglamento de la calidad del agua para consumo humano (D.S. N° 031-2010 S.A)</i> .....	40
2.2.6. <i>Estándares de calidad ambiental para agua</i> .....	40
2.2.7. <i>Enfermedades transmitidas por el agua contaminada</i> .....	42
2.3. Marco conceptual.....	43
2.3.1. <i>Microbiología</i> .....	43
2.3.2. <i>Contaminación</i> .....	43
2.3.3. <i>Coagulación</i> .....	43
2.3.5. <i>Punto de captación</i> .....	44

2.3.6. <i>Potabilización</i> .....	44
2.4. Hipótesis .....	44
2.5. Operacionalización de variables .....	45
CAPITULO III. MARCO METODOLÓGICO .....	47
3.1. Tipo y nivel de investigación .....	47
3.1.1. <i>Tipo de investigación</i> .....	47
3.1.2. <i>Nivel de investigación</i> .....	47
3.2. Diseño de la investigación .....	47
3.3. Método de investigación .....	48
3.3.1 <i>Ubicación de los puntos de monitoreo</i> .....	48
3.3.2 <i>Monitoreo de la captación, salidas de la planta de tratamiento, reservorio y viviendas</i> .	50
3.3.3 <i>Parámetros de monitoreo</i> .....	50
3.3.4 <i>Toma de muestras</i> .....	50
3.3.5 <i>Acondicionamiento, preservación y traslado de muestras</i> .....	50
3.4 Población, muestra y muestreo .....	51
3.4.1 <i>Población</i> .....	51
3.4.2 <i>Muestra</i> .....	51
3.4.3 <i>Muestreo</i> .....	51
3.5 Técnica e instrumentos de recolección de datos .....	51
3.5.1 <i>Técnica de recolección de datos</i> .....	51
3.5.2 <i>Instrumentos y materiales para la recolección de datos</i> .....	52
3.6 Técnicas de procesamiento y análisis de datos .....	52
3.6.1 <i>Técnica de procesamiento de datos</i> .....	52
3.6.2 <i>Análisis de datos</i> .....	53
3.7. Aspectos éticos.....	53
CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	54
4.1 Descripción de los resultados.....	54
4.1.1 <i>Concentración de los parámetros microbiológicos y parasitológicos</i> .....	54
4.1.2 <i>Concentración de los parámetros físicos y químicos</i> .....	58
4.1.3 <i>Comparación de los resultados con los indicadores de calidad</i> .....	60
4.2 Contrastación de hipótesis .....	65
4.3 Discusión de resultados.....	67
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	70
5.1. Conclusiones .....	70
5.2. Recomendaciones .....	71
CAPITULO VI. REFERENCIAS .....	72

CAPITULO VII. ANEXOS .....	82
7.1. Protocolo de monitoreo de agua para consumo humano .....	82
7.2. Análisis estadístico.....	84
7.3. Solicitud de permiso a la municipalidad de Huambos .....	87
7.4. Fotografías de las tomas de muestras de agua en diferentes puntos .....	88
7.5. Imágenes de los resultados de los análisis .....	90

## Índice de tabla

	Pág.
Tabla 1. Propiedades fisicoquímicas del agua .....	35
Tabla 2. Niveles de calidad del agua.....	36
Tabla 3. Calidad microbiológica del agua.....	37
Tabla 4. Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos.....	40
Tabla 5. Estándares de calidad ambiental .....	41
Tabla 6. Localización de los puntos de monitoreo.....	48
Tabla 7. Métodos de ensayo para los análisis en laboratorio.....	43
Tabla 8. Resultados de concentraciones del parámetro de coliformes totales .....	54
Tabla 9. Resultados de concentraciones del parámetro de coliformes termotolerantes.....	55
Tabla 10. Resultados de la concentración de <i>Escherichia coli</i> .....	56
Tabla 11. Resultados de la concentración de organismos de vida libre .....	56
Tabla 12. Resultados de la concentración de <i>Vibrio cholerae</i> . .....	56
Tabla 13. Resultados de la concentración de formas parasitarias .....	57
Tabla 14. Resultados del nivel de pH.....	58
Tabla 15. Resultados del nivel de temperatura. ....	58
Tabla 16. Resultados del nivel de turbidez. ....	59
Tabla 17. Comparación de valores promedios de formas parasitarias con los indicadores de calidad. ....	62
Tabla 18. Comparación de valores promedios de <i>Escherichia coli</i> con los indicadores de calidad. ....	63
Tabla 19. Comparación de valores promedios de <i>Vibrio cholerae</i> con los indicadores de calidad. ....	63
Tabla 20. Contrastación de hipótesis .....	66

## Índice de figuras

	Pág.
Figura 1. Localización de los puntos de monitoreo .....	49
Figura 2. Comparación de valores promedios de coliformes totales con los indicadores de calidad. ....	60
Figura 3. Comparación de valores promedios de coliformes termotolerantes con los indicadores de calidad. ....	61
Figura 4. Comparación de valores promedios de pH con los indicadores de calidad. ....	64
Figura 5. Comparación de valores promedios de turbiedad con los indicadores de calidad. ..	65
Figura 6. Toma de muestra de agua para los parámetros microbiológicos, parasitológicos, en el P1: Captación .....	88
Figura 7. Toma de muestra de agua para los parámetros microbiológicos, parasitológicos, en el P2: PTAP.....	88
Figura 8. Toma de muestra de agua para los parámetros microbiológicos, parasitológicos, en el P4: Vivienda intermedia jr. Ramon Castilla N° 104 .....	89
Figura 9. Toma de muestra de agua para los parámetros microbiológicos, parasitológicos, en el P5: Vivienda final, Jr. La Ermita S/N.....	89
Figura 10. Resultados de los análisis de laboratorio, fecha 11 de abril del 2023 .....	90
Figura 11. Resultados de los análisis de laboratorio, fecha 25 de abril del 2023 .....	93
Figura 12. Resultados de los análisis de laboratorio, fecha 09 de mayo del 2023.....	96
Figura 13. Resultados de los análisis de laboratorio, fecha 23 de mayo del 2023.....	98

## Resumen

La investigación tuvo como objetivo evaluar la calidad del agua de consumo humano, en función a los parámetros microbiológicos y parasitológicos en el distrito de Huambos, provincia de Chota. La investigación fue de tipo descriptiva de nivel comparativa y de diseño no experimental, se analizaron los parámetros de coliformes totales, formas parasitarias, *Vibrio cholerae*, coliformes termo tolerantes, organismos de vida libre y *Escherichia coli*, además, de los parámetros pH, temperatura y turbidez. Los análisis se realizaron en el Laboratorio Regional del Agua del Gobierno Regional Cajamarca, se realizaron cuatro monitoreos, en la captación, PTAP, reservorio, vivienda intermedia y vivienda final. Como resultados se reportó que los coliformes en la captación alcanzó un valor máximo de 48 UFC 100mL<sup>-1</sup> y en la vivienda final 47 UFC 100mL<sup>-1</sup>, los coliformes termotolerantes variaron de 12 UFC 100mL<sup>-1</sup> a 17 UFC 100mL<sup>-1</sup>, la *Escherichia coli* en todos los puntos de monitoreos fue <1,8 NMP100mL<sup>-1</sup>, la concentración de organismos de vida libre fue inferior a 1,0 NMP N° OrgL<sup>-1</sup>, se presentó ausencia de *Vibrio cholerae* y de formas parasitarias. Concluyendo que los parámetros de coliformes totales y coliformes termotolerantes sobrepasaron los LMP del D.S. N° 031 – 2010 – SA, con lo que se determinó que el agua no es apta para consumo humano y que requiere de un tratamiento de desinfección para ser potabilizada.

**Palabras clave:** Parámetros microbiológicos, calidad de agua, coliformes, estándar de calidad.

### Abstract

The objective of the research was to evaluate the quality of water for human consumption, based on the microbiological and parasitological parameters in the district of Huambos, province of Chota. The research was descriptive at a comparative level and had a non-experimental design. The parameters of total coliforms, parasitic forms, *Vibrio cholerae*, thermotolerant coliforms, free-living organisms and *Escherichia coli* were analyzed, in addition to the parameters pH, temperature and turbidity. The analyzes were carried out in the Regional Water Laboratory of the Cajamarca Regional Government, four monitoring sessions were carried out, in the catchment, PTAP, reservoir, intermediate housing and final housing. As results, it was reported that the coliforms in the catchment reached a maximum value of 48 UFC 100mL<sup>-1</sup> and in the final home 47 UFC 100mL<sup>-1</sup>, the thermotolerant coliforms varied from 12 UFC 100mL<sup>-1</sup> to 17 UFC 100mL<sup>-1</sup>, the *Escherichia coli* at all monitoring points was <1,8 NMP100mL<sup>-1</sup>, the concentration of free-living organisms was less than 1,0 NMP No. OrgL<sup>-1</sup>, there was an absence of *Vibrio cholerae* and parasitic forms. Concluding that the parameters of total coliforms and thermotolerant coliforms exceeded the LMP of the D.S. N° 031 – 2010 – SA, with which it was determined that the water is not suitable for human consumption and that it requires a disinfection treatment to be made drinkable.

**Key words:** Microbiological parameters, water quality, coliforms, quality standard.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Planteamiento del problema

La calidad del agua de consumo humano es un tema primordial para la salud pública (Correia et al., 2022). El agua contaminada con microorganismos patógenos o parásitos puede causar una amplia gama de enfermedades, desde la diarrea hasta enfermedades más graves, como el cólera, la hepatitis y fiebre tifoidea (Scalize et al., 2021). Estas enfermedades pueden causar la muerte de millones de personas cada año, principalmente en niños menores de 5 años (Scheler et al., 2022). Para abordar los problemas de calidad de agua por parámetros microbiológicos y parasitológicos, es necesario acceder un sistema de saneamiento seguro.

La calidad microbiológica del agua potable es sustancial para la salud pública. El agua potable contaminada puede causar enfermedades, como la diarrea, la infección del tracto urinario y la sepsis (Correia et al., 2022). Para avalar la calidad microbiológica del agua potable, es fundamental que las plantas de tratamiento de agua utilicen procesos de tratamiento adecuados, como la desinfección con cloro. También es importante que los consumidores tomen medidas para preservar el agua potable de la contaminación, como almacenar el agua en recipientes limpios y sellados (Scherer et al., 2022). Las regiones más afectadas son el África subsahariana, Asia meridional y el Pacífico occidental. En estas regiones, la falta de acceso a servicios de saneamiento seguro es un contrariedad generalizada (Petris et al., 2019). El 70% de la población no accede a servicios de saneamiento seguro. Esto significa que la gente no tiene acceso a instalaciones para la eliminación segura de sus excretas, lo que puede contaminar el agua potable y provocar enfermedades.

El problema de calidad del agua está ligado al escaso saneamiento, conexiones interrumpidas en las redes principales y conexiones domiciliarias, escaso control y tratamientos químicos que existen por parte de las Juntas Administrativas del Agua en las localidades y que son causantes de graves índices de enfermedades y decesos en infantes de edades inferiores a 5 años, con promedios de 340 000 muertes anualmente y 1000 muertes al día con enfermedades diarreicas; constituyéndose la tercera causa de muerte y 161 millones de niños sufren retraso de crecimiento y malnutrición crónica (Quispe et al., 2020).

El porcentaje de países con problemas de calidad de agua por parámetros microbiológicos y parasitológicos se ha reducido en los últimos años (Scalize et al., 2021). Sin embargo, todavía hay mucho por realizar para garantizar que todos tengan acceso a agua potable segura (Scalize et al., 2021). Según el informe de la OMS y el PNUMA, el porcentaje de países con problemas de calidad de agua por parámetros microbiológicos y parasitológicos se ha reducido de 97% en el año 2000 a un 70% en el 2022 (Organismo Mundial de la Salud, 2022). Sin embargo, aún queda considerable por hacer para responder que todos tengan acceso a agua potable segura (Franceschelli et al., 2022).

El 20% de los países de América Latina y el Caribe tienen inconvenientes de contaminación de agua potable por contaminación de parámetros microbiológicos y parasitológicos de los cuales destacan Bolivia (40%), Haití (50%), Nicaragua (40%) y Paraguay (50%) no acceden a servicios de saneamiento seguro (Kisa et al., 2020). Los problemas de calidad de agua por parámetros microbiológicos y parasitológicos se deben a diversos factores, como la falta de acceso a servicios de saneamiento, falta de educación sobre higiene y la pobreza que dificulta el acceso a agua potable segura (Balasooriya et al., 2023).

Los problemas de calidad de agua por parámetros microbiológicos y parasitológicos en América Latina son un problema de salud pública grave (Morgan et al., 2021). Lo que

demuestra que el porcentaje de personas que tienen problemas de disposición de agua por contaminación de parámetros microbiológicos y parasitológicos es elevado, especialmente en las regiones en desarrollo (Kisa et al., 2020). Estos problemas tienen un impacto negativo en la salud de las personas.

El Perú también presenta problemas de calidad de agua por parámetros microbiológicos y parasitológicos, el 20% de la población no cuenta con acceso a servicios de saneamiento seguros (rural 50%, 30% periurbana y 20% urbana) (Quispe et al., 2020). Esto significa que aproximadamente 10 millones de personas no tienen acceso a instalaciones para la eliminación segura de sus excretas, lo que puede contaminar el agua potable y provocar enfermedades (Rondón et al., 2022).

Los indicadores microbiológicos y parasitológicos son los que establecen la calidad del agua, estos organismos y microorganismos son provenientes de diferentes orígenes (Pichel et al., 2023). Las bacterias saprofitas, las bacterias frágiles, coliformes totales, coliformes fecales, *Escherichia coli*, bacterias mesófilas, *Giardia intestinal*, *Cryptosporidium spp* y estreptococos fecales, son los que más se localizan en el agua y los que poseen mayor resistencia a los procesos de desinfección (Caetano et al., 2023).

Actualmente la población del distrito de Huambos se abastece del servicio del agua para consumo humano de una zona muy lejana y según las observaciones se evidenció que las condiciones del área de captación, no son favorables puesto que existe presencia de animales vacunos, caprinos, aves y erosión del suelo. Otra situación importante es, que las condiciones del reservorio y la PTAP no tienen una limpieza adecuada y constante, además, no existe ningún tratamiento químico que se le da al agua que se consume; y con respecto al reglamento D.S N° 031 – 2010 – SA, del ministerio de salud sobre la calidad de agua para consumo humano de una población, debe cumplir con todos los valores establecidos en los

parámetros orgánicos, inorgánicos, microbiológicos, parasitológicos, organolépticos y radiactivos apropiados que lo haga apta para su consumo y en referencia a algunos antecedentes en este caso, se han tomado en consideración realizar esta investigación, sabiendo que el agua es fundamental para diversos ecosistemas y contribuye al desarrollo de las civilizaciones; si se desarrolla bien, servirá como un recurso renovable fundamental para el crecimiento socioeconómico y del ecosistema de salud y bienestar humano.

En el año 2019 el centro de salud San Agustín del distrito de Huambos registraron algunas enfermedades infecciosas y parasitarias, dentro de ellas se encontró un caso de enteritis debido a la salmonella, nueve casos de infección intestinal bacteriana no especificada, tres casos de intoxicación alimentaria bacteriana no especificada, un caso de giardiasis, 14 casos de infecciones intestinales debido a otros organismos sin especificar, tres casos de parasitosis intestinal sin especificar y 51 casos de enfermedades del sistema nervioso.

Para el año 2020, el Centro de salud San Agustín (2022), se reportaron enfermedades infecciosas y parasitarias de las cuales fueron, un caso de enteritis, debido a salmonella, cuatro casos de infección intestinal bacteriana no especificada, ocho casos de enfermedades infecciosas y parasitarias, un caso de enfermedad intestinal debido a protozoarios no especificados y ocho casos de infecciones intestinales, debido a organismos sin especificar.

En el 2021, se registró enfermedades infecciosas y parasitarias, con 13 casos de infecciones debido a organismos sin especificar, cuatro casos de parasitosis intestinal, un caso de enfermedad intestinal, ocasionado por protozoarios, ocho casos de gastroenteritis y colitis de origen infeccioso no especificado y cuatro casos de parasitosis intestinales sin especificar (Centro de Salud san Agustín, 2022).

La importancia de desarrollar una investigación en evaluar la calidad microbiológica del agua radica en que esta evaluación es esencial para garantizar la salud pública, debido,

que el agua potable que no cumple con los estándares microbiológicos puede causar una variedad de enfermedades transmitidas por el agua, como diarrea, cólera, tifoidea y disentería.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cuál es la calidad del agua de consumo humano en función a los parámetros microbiológicos y parasitológicos en el distrito de Huambos, provincia de Chota?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- ¿Cuál es la concentración de coliformes totales, coliformes termotolerantes, formas parasitarias, *Escherichia coli*, *Vibrio cholerae* y organismos de vida libre del agua de consumo humano en el distrito de Huambos, provincia de Chota?
- ¿Cuál es el valor de los parámetros pH, temperatura y turbidez del agua de consumo humano en el distrito de Huambos, provincia de Chota?
- ¿Los resultados obtenidos, cumplen con el reglamento de la calidad del agua para consumo humano, en el Decreto Supremo N° 031-2010- S A y el estándar de la calidad de agua Decreto Supremo N° 004-2017- MINAM?

## **1.3. Justificación**

El monitoreo de la calidad del agua potable es una tarea fundamental para avalar la seguridad del agua que consumimos (Verma y Sharma, 2022). El gobierno del Perú ha establecido regulaciones para las diferentes cuantificaciones de calidad del agua. Categoría 1 y subcategoría A1, del D.S. N°. 004-2017-Ministerio del Ambiente (MINAM), establecen los límites de los parámetros fisicoquímicos, inorgánicos, orgánicos, microbiológicos y parasitológicos para la calidad de las aguas superficiales que pueden ser tratadas con desinfección, y D.S. N° 031-2010- SA establece los límites de los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos, orgánicos, parasitológicos e inorgánicos del agua para consumo humano,

que son fundamentales para la regulación de la calidad de agua que permitan el cumplimiento de los indicadores de calidad (Delgado et al., 2022).

El agua potable es un recurso vital para la salud humana. Por ello, resulta fundamental evaluarla periódicamente para garantizar que sea segura para su consumo. Esta evaluación se basa en la medición de diversos parámetros, como la concentración de coliformes totales, formas parasitarias, *Vibrio cholerae*, coliformes termotolerantes, *Escherichia coli* y organismos de vida libre. La presencia de estos indicadores en niveles superiores a los establecidos por las autoridades sanitarias puede representar un riesgo para la salud, por lo que su detección debería impulsar medidas inmediatas para mejorar la calidad del agua (MINAM, 2017).

Para mantener y garantizar la disponibilidad de agua limpia y la calidad, se tiene que tener particularidades fisicoquímicas y microbiológicas de las muestras de agua, de acuerdo con los ECA, asegurando así, la salud pública y la salud ambiental de una población. La presente investigación se realizó con la finalidad de determinar la presencia de diferentes organismos y microorganismos en el agua que consume la población del distrito de Huambos. Es por ello, que se realizaron los análisis microbiológicos, parasitológicos y algunos parámetros físicos y químicos, para establecer la calidad de agua (MINAM, 2017).

La investigación también se justifica, por el aporte de datos que se han obtenido, de los diferentes análisis realizados en el Laboratorio Regional del Agua del gobierno Regional de Cajamarca, los que podrán ser usados por las autoridades competentes del distrito de Huambos, para la toma de acciones pertinentes para la mejora de la prestación del servicio y por ende mejorar la calidad de vida de la población. Asimismo, se justifica por el aporte científico, para el desarrollo de otras investigaciones a nivel teórico y de campo;

comprometiendo también a la UNACH, trabajar por la sociedad en su conjunto (MINAM, 2017).

#### **1.4. Objetivo**

##### **1.4.1. Objetivo general**

- Evaluar la calidad del agua de consumo humano, en función a los parámetros microbiológicos y parasitológicos en el distrito de Huambos, provincia de Chota.

##### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Determinar la concentración de coliformes totales, coliformes termotolerantes, formas parasitarias, *Escherichia coli*, *Vibrio cholerae* y organismos de vida libre del agua de consumo humano en el distrito de Huambos, provincia de Chota.
- Determinar los parámetros pH, temperatura, turbidez del agua de consumo humano en el distrito de Huambos, provincia de Chota.
- Comparar los resultados obtenidos, con el reglamento de calidad del agua para consumo humano, Decreto Supremo N° 031 – 2010 – SA y el estándar de calidad de agua, Decreto Supremo N° 004 – 2017-Ministerio del Ambiente.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

#### 2.1.1. Internacionales

Correia et al. (2022) en su investigación desarrollada en Brasil, realizaron un análisis fisicoquímico, microbiológico y parasitológico de agua para consumo humano en una comunidad Quilombola de Alagoas. El estudio fue transversal, experimental y cuantitativo, se analizaron los parámetros de, *Escherichia coli* coliformes termotolerantes y coliformes totales y análisis parasitológicos basados en la investigación de protozoos y helmintos intestinales. Como resultados reportaron presencia de coliformes totales, el 17,85% de las muestras (10), presentaron la presencia de estos microorganismos, con valores que oscilaron entre 21 NMP mL<sup>-1</sup> y 42 NMP mL<sup>-1</sup>, sin embargo, no se detectaron microorganismos parasitológicos. Concluyendo que el agua presenta riesgos para contraer enfermedades.

Scherer et al. (2022) evaluaron la calidad del agua potable en la triple frontera de Brasil antes y después de ser tratada en Plantas Potabilizadoras (ETA) y en Centros Municipales de Educación Infantil (MECEC). La investigación fue transversal, experimental y cuantitativa. Se monitorearon diferentes muestras de agua: Agua cruda (RW), agua tratada (TW) y agua del grifo de los MECEC, dando un total de 60 muestras. Los resultados reportaron que las muestras de agua (RW y TW) presentaron 52 aislados bacterianos, 33 de los cuales pertenecían a la familia *Enterobacteriaceae*. De estos, nueve fueron clasificados como *E. coli*. Las otras 24 bacterias que se aislaron de muestras de RW y se clasificaron como: *Salmonella* spp. (26%), *Serratia* spp. (12%), *Klebsiella* spp. (18%), *Citrobacter* spp. (12%), *Enterobacter* spp. (12%), *Acinetobacter* spp. (4%), *Proteus* spp. (4%) y *Hafnia* (4%). Concluyendo que el agua no cumple con los indicadores de calidad.

Kristanti et al. (2022) evaluaron los contaminantes microbiológicos en el agua potable, la investigación fue descriptiva de tipo revisión sistemática, como resultados reportaron que la contaminación del agua es por la presencia de bacterias patógenas (*Escherichia coli*, *Vibrio cholerae* y *Salmonella*), virus (*virus de la hepatitis A*, rotavirus y virus de la hepatitis E), parásitos (*Giardia*, *Entamoeba* y *Cyclospora*) y gusano parásito (*Ascaris lumbricoides*, *Ancylostoma duodenale* y *Strongyloides stercoralis*). Concluyeron que se deben implementar algunos tratamientos para eliminar la contaminación biológica del agua potable, como tratamientos de oxidación, radiación ultravioleta, destilación, filtración con carbón biológicamente activo, electroquímicos y nanotecnología.

Wolde (2022) en su investigación realizada en Etiopía, evaluó la calidad bacteriológica, parasitológica y el estado de seguridad de las fuentes de agua potable municipales tratadas. La investigación fue transversal de tipo cualitativa, se evaluaron las fuentes de agua potable como grifos públicos, embalses y manantiales. Se recolectaron 125 mL de agua potable de cada 2 951 muestras de todas las fuentes de agua y se analizaron para determinar su bacteriología mediante el método de cultivo de Presencia/Ausencia (PA). Como resultados reportaron que el 10% de todas las muestras fueron positivas para los parámetros bacteriológicos, de los cuales el 7% y el 3% fueron positivos para formas coliformes totales y formas coliformes fecales respectivamente. Por otro lado, todas las muestras analizadas parasitológicamente de reservorios seleccionados estaban libres de parásitos intestinales. Concluyó que la totalidad de las fuentes de agua potable de la ciudad de Addis Abeba tenían una calidad aceptable y eran seguras para beber.

Gastañaga (2018) en su investigación potabilidad del agua y salud pública en la ciudad de Deli, evaluó los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos aplicando la metodología de encuestas y posteriormente se analizaron dos muestras para pruebas organolépticas, químicas, radiactivas, parámetros residuales y microbiológicos, según la

norma IS 10500: 2012, se obtuvo como resultados un pH de 6,52 lo que indica que la muestra era ácida y estaba en el límite del rango permitido. La filtración por membrana y pruebas de MPN mostraron la presencia de *Escherichia Coli* en la UBW, muestra que lo hace, no apto para beber. En conclusión, las muestras de agua, no sólo se ajustaban a la IS 10500:2012, por que contenían sustancias tóxicas y fecales que son extremadamente dañinos para el cuerpo humano.

### **2.1.2. Nacionales**

Ferro et al. (2022) en su investigación realizada en Puno, analizaron la calidad del agua potable suministrada en Ilave., el estudio fue cuantitativa y de corte transversal. Como resultados reportaron que los parámetros microbiológicos estuvieron frecuentemente por encima de los valores recomendados, es decir, se detectaron coliformes en el agua tratada hasta 200 UFC 100 mL<sup>-1</sup>. Concluyendo que la contaminación fecal está afectando la mayor parte del sistema de distribución de agua.

Fernández (2019) en su investigación, evaluación microbiológica del agua potable del reservorio de Umuto, la investigación fue de carácter no experimental, donde se realizó la evaluación de la contaminación microbiológica del agua durante los meses de noviembre y diciembre del mismo año, se recogieron 18 muestras del reservorio y 18 muestras de residencias al azar y se analizaron para bacterias heterótrofas *Escherichia Coli*, colimetría fecal y colimetría total , una vez a la semana durante seis semanas. En conclusión, se comprobó que el agua de las residencias incluía más bacterias heterótrofas, con 1420 UFC mL<sup>-1</sup> en noviembre y 1386,7 UFC mL<sup>-1</sup> en diciembre, así como 35,3 UFC100 en noviembre y 53,7 UFC100 mL<sup>-1</sup> en diciembre de coliformes totales. Ninguna de las muestras contenía *Escherichia coli*, además cuando se compararon los resultados con las directrices del D.S. N°031-2010-SA, para la calidad del agua potable. Los resultados de los análisis indicaron que las muestras no eran aptas para el consumo humano.

Atencio (2018) estudió la calidad del agua y la percepción de los residentes en San Antonio de Rancas, Puno. Se analizaron muestras de agua de un reservorio y una vivienda para determinar si cumplían con las normas del Ministerio de Salud (D.S. N.º 031-2010-SA) y del Ministerio del Ambiente (D. S. N.º 004-2017-MINAM). Los parámetros de coliformes fecales y totales superaban los límites máximos permitidos. Concluyó que el agua de San Antonio de Rancas no es apta para el consumo humano y se necesitan medidas para mejorar la calidad del agua potable.

Paredes y Quinto (2016) en su investigación realizada en Junín, evaluaron la eficacia, fisicoquímica y microbiológica del agua para uso humano, donde se eligieron cuatro puntos para el muestreo: p1: Bocatoma, p2: Reservorio, p3: Casa en el sector Santo Domingo de Huaruyuc y P4: Casa en el sector Palca Centro. Los muestreos se realizaron durante dos meses y los análisis se llevaron a cabo en los laboratorios de la Universidad Agraria la Molina. Los criterios microbiológicos incluyeron recuentos de huevos de helmintos, larvas, quistes y ooquistes de protozoos, coliformes totales, *Escherichia coli* (NMP 100 mL<sup>-1</sup>) y coliformes fecales (NMP 100 mL<sup>-1</sup>). En conclusión, se determinó que en todas las muestras estudiadas existió bacterias heterótrofas, coliformes totales, *Escherichia coli*, huevos de helmintos, coliformes fecales, larvas, quistes y ooquistes de protozoos, así como cantidades superiores a los límites máximos permitidos para el agua destinada al uso humano.

### **2.1.3. Locales**

Mejía et al. (2023) en su investigación desarrollada en Jaén, analizaron la calidad microbiológica para consumo humano del distrito de Chontalí. La investigación fue transversal, experimental y cuantitativo, como derivaciones obtuvieron que las muestras tienen que ser  $< 1,8 \text{ 100 mL}^{-1}$ ; en cambio, que los resultados logrados fueron de  $6,8 \text{ 100 mL}^{-1}$  altos para coliformes totales, asimismo, los coliformes fecales alcanzó un promedio de 4,0

100 mL<sup>-1</sup> y para *E. coli*. Concluyeron que la disposición del agua no es apta para el consumo humano.

Larson et al. (2019) en Cajamarca, identificaron los patógenos fecales en agua potable obtenida de hogares rurales andinos, el estudio fue transversal, en el estudio se integró dentro de un ensayo controlado aleatorio comunitario entre 102 comunidades en las tierras altas del norte de la región de Cajamarca. Como resultados reportaron que, de 314 muestras, el 55,4 % se identificaron coliformes termotolerantes. Entre las muestras positivas a coliformes termotolerantes, se aisló *E. coli* en 37,3%, *Enterobacter* spp. en 5,1% *Klebsiella* sp., en 8,0%, y *Citrobacter* spp en 2,5%. Concluyendo que la alta prevalencia de contaminación fecal en el agua potable influye en la calidad del agua.

Saldaña (2018) en su investigación realizada en Bambamarca, estableció la calidad del agua para consumo humano en el distrito. La investigación fue no experimental de tipo descriptiva, se realizaron muestreos en 4 épocas de monitoreo durante los meses de agosto, septiembre y octubre, como resultados reportaron que el agua natural de la captación tres chorros presentaron 58 NMP 100 mL<sup>-1</sup> de coliformes totales, en la red de distribución oscilaron los coliformes totales: 8,50 NMP 100 mL<sup>-1</sup> y coliformes termotolerantes: 3,50 NMP 100 mL<sup>-1</sup>. Se concluyó que el agua natural de la captación Tres Chorros no cumple los ECA, debido a la presencia de coliformes totales por encima del límite permitido

## **2.2. Bases teóricas – científicas**

### **2.2.1. Agua**

Es una sustancia incolora, inodora e insípida en estado puro, cubre el 71% de la corteza terrestre. Es una sustancia muy importante para la vida (Ritchie et al., 2023). Es esencial para el funcionamiento de todos los procesos biológicos como la digestión, la circulación y la respiración. Asimismo, es necesario para el transporte de nutrientes y productos de desecho en organismos vivos (Varis y Keskinen, 2023).

El calor específico del agua es alto, lo que significa que se necesita mucha energía para elevar su temperatura (Li y Wu, 2019). Contribuye a regular la temperatura en los organismos vivos.

El líquido elemento se caracteriza por poseer alta tensión superficial, lo que le permite mojar la superficie (Varis y Keskinen, 2023).

**Tabla 1**

*Propiedades fisicoquímicas del agua*

<b>Propiedad</b>	<b>Física</b>	<b>Química</b>
Estado	Líquido, sólido (hielo) o gaseoso (vapor)	Fórmula: H <sub>2</sub> O
Color	Incoloro	Masa molar: 18,01528 g mol <sup>-1</sup>
Olor	Inodoro	Índice de refracción: 1,333
Sabor	Insípido	Punto de ionización: 1,985 V
Densidad	997 kg m <sup>-3</sup> (a 4 °C)	Constante dieléctrica: 78,3
Punto de fusión	0 °C	pH: 7
Punto de ebullición	100 °C	
Calor específico	4,184 J g <sup>-1</sup> . K	
Tensión superficial	72,8 mN m <sup>-1</sup>	
Viscosidad	0,001 Pa·s	

*Nota:* Li y Wu (2019)

### 2.2.2. *Calidad del agua*

La calidad del agua se describe a las características físicas, biológicas y químicas que la hacen adecuada para el consumo humano. La OMS y otras organizaciones internacionales la definen como las condiciones del agua, tanto natural como alterada por la actividad humana, en relación a sus propiedades fisicoquímicas y microbiológicas. Para determinar si el agua es potable, se comparan sus características con los criterios de calidad establecidos. Estos criterios incluyen parámetros como el pH, la turbidez, la presencia de bacterias, y la concentración de minerales.

**Tabla 2***Niveles de calidad del agua*

<b>Calidad del agua</b>	<b>Parámetros</b>
Excelente	Todos los parámetros están dentro de los límites establecidos.
Buena	La mayoría de los parámetros están dentro de los límites establecidos, pero uno o dos parámetros pueden estar fuera de los límites.
Regular	Algunos parámetros están fuera de los límites, pero no representan un riesgo significativo para la salud humana.
Pobre	Varios parámetros están fuera de los límites, lo que representa un riesgo potencial para la salud humana.
Inaceptable	Los parámetros están fuera de los límites y representan un riesgo grave para la salud humana.

*Nota:* Luvhimbi et al. (2022).

**2.2.3. Calidad microbiológica del agua**

Es una medida de la presencia de microorganismos patógenos (Tiwari et al., 2022). Los microorganismos patógenos son aquellos que pueden causar enfermedades en los humanos (Kumar et al., 2022).

En la mayoría de los casos, la calidad microbiológica del agua incluye análisis microbiológicos, que constituye un indicador de contaminación fecal, pero también puede incluirse algunos casos que se determina diferentes concentraciones de patógenos específicos (Sokolova et al., 2022). Las instituciones encargadas de la vigilancia pueden controlar la pureza microbiológica del agua potable, como los cambios rápidos en la calidad del agua, las averías ocasionales del sistema que pueden ser ocasionadas en algunas oportunidades por las precipitaciones (Faouzi et al., 2023).

**Tabla 3***Calidad microbiológica del agua*

<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Límite máximo</b>
Coliformes totales	NMP 100 mL <sup>-1</sup>	< 1
<i>Escherichia coli</i>	NMP 100 mL <sup>-1</sup>	< 0,1
Enterococos fecales	NMP 100 mL <sup>-1</sup>	< 1
<i>Giardia lamblia</i>	UFC 100 mL <sup>-1</sup>	< 1
<i>Cryptosporidium parvum</i>	UFC 100 mL <sup>-1</sup>	< 1

**Nota:** Faouzi et al. (2023)

El D.S. N° 004-2017-MINAM establece estándares microbiológicos estrictos al igual que el Decreto Supremo N° 031 – 2010 – SA.

#### **2.2.4. Parámetros microbiológicos**

Se refiere a todo tipo de patógenos que se encuentran en el agua, como bacterias, virus, protozoos, *Vibrio cholerae*, *tifus*, etc. Estos microbios suelen ingresar en el agua mediante las heces y otros restos orgánicos que dejan los seres humanos y los animales (Ye et al., 2022). Los parámetros microbiológicos más prevalentes son los estreptococos fecales, los coliformes fecales y los coliformes totales, por lo que las bacterias coliformes son un excelente guía para determinar la salubridad del agua (Farhat et al., 2022).

##### **- Virus (*Vibrio cholerae*)**

Es un bacilo gran negativo, que pertenece a la familia vibrionaceae, flagelado, móvil, no forma esporas y su tamaño oscila entre 2 a 5 micras. Sobrevive a temperaturas entre 22°C y 40° C (Teschler et al., 2022). Existe antecedentes que la presencia de *Vibrio Cholerae* se desarrollan en ambientes cálidos y salinos (Muddasir et al., 2023).

##### **- Bacterias heterotróficas**

Es el grupo más importante que descompone la materia orgánica, transfiriendo energía a los siguientes niveles tróficos del ecosistema (Kristanti et al., 2022). Las bacterias heterotróficas son un grupo de bacterias que adquieren su energía de la

descomposición de materia orgánica (Saima et al., 2023). Se encuentran en una amplia variedad de hábitats, incluyendo el agua. Se alimentan de materia orgánica muerta, como plantas y animales en descomposición, y liberan nutrientes al medio ambiente que pueden ser utilizados por otros organismos (Moideen et al., 2022).

- **Coliformes totales**

Se encuentran de forma natural en el medio ambiente, pero también pueden estar presentes en las heces de los animales (Petculescu et al., 2022). La presencia en los cuerpos de agua muestra que el agua puede estar contaminada con heces, lo que puede ser inseguridad para la salud (Morris et al., 2022).

Son bacterias que consiguen fermentar la lactosa a 35-37 °C provocando gas, ácido y aldehído. Esta característica se utiliza para su detección y cuantificación (Petculescu et al., 2022).

- **Coliformes termotolerantes**

Los coliformes termotolerantes, como *Escherichia coli* (*E. coli*), habitan el tracto intestinal de humanos y animales (Morris et al., 2022). Su presencia en el agua indica una posible contaminación fecal, la cual puede ser un riesgo para la salud humana (Saalidong et al., 2022).

- ***Escherichia coli***

La *E. coli* es una bacteria versátil que se encuentra en el tracto gastrointestinal humano, con algunas cepas que causan enfermedades como diarrea, infecciones del tracto urinario e incluso afecciones potencialmente mortales como el síndrome hemolítico-urémico (SHU) (Poolman et al., 2023). Es conocida por causar enfermedades transmitidas por alimentos y agua a través de la producción de toxinas Shiga, lo que lleva a síntomas como colitis hemorrágica y SHU. Más allá de su patogenicidad, *E. coli* se estudia ampliamente para aplicaciones biotecnológicas

debido a su genoma bien caracterizado y capacidades metabólicas, lo que la convierte en una valiosa fábrica de células microbianas para producir varios compuestos, incluidas proteínas recombinantes y biocombustibles (Valle y Bolívar, 2021). También se están realizando esfuerzos para desarrollar vacunas contra cepas patógenas de *E. coli* para combatir infecciones y reducir los problemas de resistencia a los antibióticos (Poolman et al., 2023)..

## - **Formas parasitarias**

### **Protozoos**

Existen en forma de parásitos, como los ooquistes, quistes y trofozoítos, la mayoría permanecen en el transcurso de filtración del sistema de tratamiento de agua y son resistentes a la cloración (Petronella et al., 2022). Causan enfermedades diarreicas. Los protozoos, que más existen son: *Giardia*, *Proteus histolytica*, *Pasteurella*, *Toxoplasma*, *Blastocystis*, *Enterobacteria biloba*, Gusano intestinal, *Cryptosporidium*. Otras especies de cocos también son, *Cystoisospora belli* y *Cyclospora cayetanensis* (J. R. Khan et al., 2022).

**Helmintos:** A ellos hay que añadir poca dosis infecciosa, firmeza a la desecación de los huevos de estos parásitos, que consiguen perdurar durante fases muy largas en el medio externo. Son parásitos que causan elevados índices de mortalidad en humanos y son muy tenaces a los cambios de pH, temperatura y humedad en el medio externo. Son especies de invertebrados de cuerpo alargado y simetría bilateral (Chikhlyayev y Ruchin, 2022). Las tres categorías principales de helmintos son los platelmintos, los nemátodos y los anélidos. De ellos, los platelmintos y los nemátodos son los más importantes y tienen repercusiones en la salud humana y animal.

**Patógenos emergentes:** son microorganismos que han surgido recientemente como una amenaza para la salud pública. Estos microorganismos pueden ser nuevos para la

ciencia, o pueden ser patógenos conocidos que están adquiriendo nuevas características que los hacen más virulentos o resistentes a los tratamientos (Nnachi et al., 2022).

### 2.2.5. Reglamento de la calidad del agua para consumo humano (D.S. N° 031-2010 S.A)

Es un documento legal que establece los parámetros de calidad del agua para consumo humano en el Perú. Este reglamento fue aprobado por el Ministerio de Salud (MINSA) en el año 2010 y tiene como objetivo garantizar la inocuidad, prevenir los factores de riesgos sanitarios, mejorar la salud, proteger y bienestar de la población.

**Tabla 4**

*Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos*

N°	Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1	Bacterias heterotróficas	NMP mL <sup>-1</sup> a 35°C	500
2	<i>Escherichia coli</i>	UFC 100 mL <sup>-1</sup> a 44,5°C	0
3	Protozoarios patógenos, larvas de helmintos, ooquistes y quistes	N.º org L <sup>-1</sup>	0
4	Bacterias fecales y termotolerantes	UFC 100 mL <sup>-1</sup> a 44,5°C	0
5	Bacterias coliformes totales	UFC 100 mL <sup>-1</sup> a 35°C	0
6	Organismos de vida libre, protozoarios, rotíferos, copépodos y nemátodos	N.º org L <sup>-1</sup>	0
7	Virus	UFC mL <sup>-1</sup>	0

*Nota:* D.S. N° 031-2010 S.A

### 2.2.6. Estándares de calidad ambiental para agua

El D.S. N° 004-2017-MINAM es una herramienta fundamental para proteger la calidad del agua en Perú. Al establecer límites permisibles para la cantidad de contaminantes en el agua, este decreto ayuda a garantizar la salud de las personas y el medio ambiente.

**Tabla 5***Estándares de calidad ambiental*

<b>Parámetro Microbiológicos</b>	<b>Unidad</b>	<b>Sub Categoría A</b>	<b>Sub Categoría B</b>	<b>Sub Categoría C</b>
Coliformes totales	UFC 100 mL <sup>-1</sup>	0	0	0
<i>Escherichia coli</i>	UFC 100 mL <sup>1</sup>	0	0	0
Enterococos fecales	UFC 100 mL <sup>-1</sup>	0	0	0
<i>Giardia lamblia</i>	Ausencia en 100 mL	Ausencia en 100 mL	Ausencia en 100 mL	
<i>Cryptosporidium parvum</i>	Ausencia en 100 mL	Ausencia en 100 mL	Ausencia en 100 mL	
Huevos y larvas de helmintos	Ausencia en 100 mL	Ausencia en 100 mL	Ausencia en 100 mL	

**Nota:** D.S. N° 004 – 2017-MINAM**2.2.6.1. Categorías de Los ECA para Agua**

Las categorías de agua, según los ECA para agua del D.S. N° 004-2017-MINAM, se definen de acuerdo a su uso potencial:

**- Categoría 1. Poblacional y recreacional**

Las aguas de la categoría A, aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable son las que tienen un uso potencial para el abastecimiento de agua para consumo humano, también se encuentra la subcategoría B, Aguas superficiales destinadas para recreación. Estas aguas deben cumplir con los ECA más estrictos, ya que son las que tienen un mayor riesgo para la salud humana (D.S. N° 004-2017-MINAM).

Dentro de esta categoría 1, se encuentran las subcategorías A y B. En la subcategoría A, se encuentra el agua destinada para la producción de agua potable, previamente realizando tratamientos químicos, convencionales y tratamientos avanzados. En la subcategoría B, son aguas superficiales escogidas para recreación (D.S. N° 004-2017-MINAM).

- **Categoría 2. Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales.**

Dentro de esta categoría se encuentra una subcategoría C, donde se puede realizar diferentes actividades marino costeras como: Extracción y cultivo de moluscos, especies hidrobiológicas, equinodermos, actividades industriales o de saneamiento (D.S. N° 004-2017-MINAM).

- **Categoría 3. Riego de vegetales y bebida de animales**

Dentro de esta categoría encontramos la subcategoría D, donde se puede realizar actividades de riego para vegetales y consumo de animales (D.S. N° 004-2017-MINAM).

- **Categoría 4. Conservación del ambiente acuático**

Ultima categoría que contiene a una subcategoría, que abarca a aguas de lagunas, lagos, ríos, ecosistemas costeros y marinos (D.S. N° 004-2017-MINAM).

### ***2.2.7. Enfermedades transmitidas por el agua contaminada***

El agua puede contaminarse con desechos humanos, de animales y químicos; esto ocurre cuando el agente contaminante está presente en el agua ingerida. Numerosas enfermedades infecciosas, como el cólera, la fiebre tifoidea, la *Salmonella*, *Shigella*, *Giardiasis* *Amebiasis*, la hepatitis A y E, y los trastornos tóxicos provocados por metales pesados, nitratos, cianuros, insecticidas, pesticidas, flúor, yodo y selenio son ejemplos de actividades microbianas (Lanrewaju et al., 2022). La esquistosomiasis y la fascioliasis son otras dos enfermedades helmínticas que se propagan por contacto con la piel (Kristanti et al., 2022).

- **Cólera:** Es una infección intestinal aguda, causada por el virus *Vibrio cholerae* puede ser mortal, se presenta en forma de diarrea brusca, vómitos, deshidratación, colapso circulatorio (Naidu y Lulu, 2022).

- **Salmonelosis:** Enfermedad causada por la bacteria *Salmonella sp*, se presenta en forma de síndrome séptico, paratifoidea y fiebre tifoidea. La salmonelosis causa una de las enfermedades más comunes de gastroenteritis en bebés y niños. Con índice de aumento en épocas de calor (Hernández et al., 2011).

## **2.3. Marco conceptual**

### **2.3.1. Microbiología**

Esta rama estudia la forma, estructura, fisiología, reproducción, metabolismo y reconocimiento (Siqueira y Rôças, 2022). La microbiología comprende las actividades nocivas y beneficiosas de los microorganismos. La importancia de la microbiología en el agua de consumo humano es que sea pura y libre de bacterias patógenas. La microbiología del agua implica obtener agua de la más alta calidad y el uso de microorganismos para regenerar las aguas residuales y hacerlas útiles (Apella y Araujo, 2019)

### **2.3.2. Contaminación**

Se entiende por contaminación, cuando las sustancias o las fuentes de energía están presentes en cantidades inadecuadas para ellas y tienen el potencial de dañar tanto a los seres humanos como al medio ambiente (Fida et al., 2023). La contaminación puede ser causada por actividades humanas o naturales. Las actividades humanas que contribuyen a la contaminación incluyen la industria, la agricultura, el transporte y la gestión de residuos. Las actividades naturales que contribuyen a la contaminación incluyen las erupciones volcánicas, los incendios forestales y las tormentas (Panis et al., 2022).

### **2.3.3. Coagulación**

Este proceso consiste en la adición de productos químicos para provocar la agregación de las partículas en suspensión, lo que facilita su eliminación (Suquet et al., 2021).

### **2.3.4. Desinfección**

La desinfección es una de las fases más significativos del proceso de potabilización, ya que se encarga de eliminar los microorganismos patógenos, como bacterias, virus y parásitos. El método de desinfección más utilizado es con cloro.

### ***2.3.5. Punto de captación***

Se le denomina así a la fuente de abastecimiento. En agua cruda puede provenir de aguas superficiales como ríos, canales, lagos, posos o manantiales. Cuando sea mejor su calidad, menor será el tratamiento de depuración que se necesita (Yeboah et al., 2022). En algunas ocasiones los pozos de acopio de agua cruda se construye para garantizar que se suministre agua dentro de un cierto periodo de tiempo cuando se reduce el suministro (Lindmark et al., 2022).

### ***2.3.6. Potabilización***

Es el conjunto de tratamientos que se le da, al agua que una población consume, en una planta de tratamiento para hacer que el agua sea apta para el consumo y garantizar su calidad. De acuerdo con la calidad del agua cruda, se deben tomar varias medidas para garantizar la calidad del agua cruda (Peydayesh & Mezzenga, 2021). Este proceso consiste en eliminar las sustancias que pueden ser perjudiciales para la salud, como bacterias, virus, parásitos, metales pesados, sustancias químicas y residuos orgánicos (Hu et al., 2019).

## **2.4. Hipótesis**

La calidad del agua de consumo humano en función a los parámetros microbiológicos y parasitológicos en el distrito de Huambos, provincia de Chota, NO cumplen con los parámetros establecidos en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA y el estándar de calidad de agua, Decreto Supremo N° 004 – 2017-Ministerio del Ambiente.

## 2.5. Operacionalización de variables

Variable	Dimensiones	Indicadores	Técnicas e instrumentos
<b>VD:</b> Calidad del agua de consumo humano	Cumplimiento de la norma D.S N° 031- 2010- SA y el estándar de calidad de agua D.S N° 004-2017- MINAM.	Excede/No excede los valores normados	Comparación de normativa
<b>VI:</b> Parámetros microbiológicos y parasitológicos.	Análisis de los parámetros microbiológicos y parasitológicos en el laboratorio.	Coliformes totales  Coliformes termotolerantes  <i>Escherichia Coli</i>  <i>Vibrio cholerae</i>  Organismos de vida libre  Formas parasitarias	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A, B, C. 23rd Ed. 2017: sta técnica se basa en la fermentación de azúcares por bacterias coliformes en tubos de ensayo. Se utiliza para determinar la presencia de coliformes totales y coliformes fecales en muestras de agua.  SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C, E. 23rd Ed. 2017: describe una técnica de fermentación en tubos múltiples para detectar e identificar bacterias coliformes fecales dentro del grupo más grande de bacterias coliformes.  SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A, B,C,E,G2. 23rd Ed. 2017:.. Este método se basa en la capacidad de estas bacterias de fermentar ciertos azúcares, produciendo gas y alterando el pH del medio de cultivo.  SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Parte 9260 H., Artículos 2, 3 d 1 (excepto prueba de látex e inmovilización microscópica), 6a, 7 (sin identificación del serogrupo O139)  SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10200 C.1, F.2. a, c.1, 23rd Ed.2017 / SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10200 G, 23nd Ed.2017. Este método consiste en dejar reposar la muestra de agua durante un período determinado para que los organismos planctónicos se depositen en el fondo del recipiente.  Evaluación de riesgos para la salud por el uso de aguas residuales en la agricultura: Método de Faust para la concentración de parásitos mediante centrifugación y flotación

---

Parámetros influyentes	Cumplimiento de la norma D.S N°031-2010-SA y el estándar de calidad de agua D. S N° 004- 2017-MINAM.	PH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 4500-H+.B. 23rd Ed. 2017. pH Value: Electrometric Method.
		Temperatura	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 23rd Ed. 2017: Temperature. Laboratory and Field Methods.
		Turbiedad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 2130. B. 23rd Ed. 2017. Turbidity. Nephelometric Method.

---

## CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

### 3.1. Tipo y nivel de investigación

#### 3.1.1. Tipo de investigación

La investigación fue de tipo descriptivo (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018), ya que especificó las características y concentraciones, de los diferentes parámetros microbiológicos, parasitológicos y físicos analizados; y correlacional por la asociación que tiene la variable dependiente y la variable independiente.

#### 3.1.2. Nivel de investigación

La investigación fue de nivel comparativa (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018), debido a que los análisis se realizaron con el propósito de conocer la relación de las variables VD: Calidad del agua de consumo humano y VI: Parámetros microbiológicos y parasitológicos en las muestras.

### 3.2. Diseño de la investigación

La investigación fue de diseño no experimental (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018), debido a que no se manipuló de manera intencional las variables; y corresponde a un diseño transeccional o transversal, debido a que las evaluaciones se desarrollaron entre los meses de abril y mayo del año 2023, con el fin de comparar los resultados con el D.S N° 031 – 2010 – SA y el Estándar de Calidad de Agua, D. S. N° 004 – 2017- del Ministerio del Ambiente.

Como parte del diseño de la investigación, se desarrolló actividades enmarcadas de gabinete, campo y análisis en el laboratorio según el protocolo de procedimiento para la toma de muestras establecidos en la Resolución Directoral N°160-2015-DIGESA/SA (MINSa, 2015) y que se detalla en los anexos.

### 3.3. Método de investigación

#### 3.3.1 Ubicación de los puntos de monitoreo

Siguiendo las directrices del reglamento de calidad del agua para consumo humano (R.D. N°160-2015-DIGESA/SA), se implementaron cinco puntos de monitoreo. A continuación, se presenta la ubicación de cada uno de ellos:

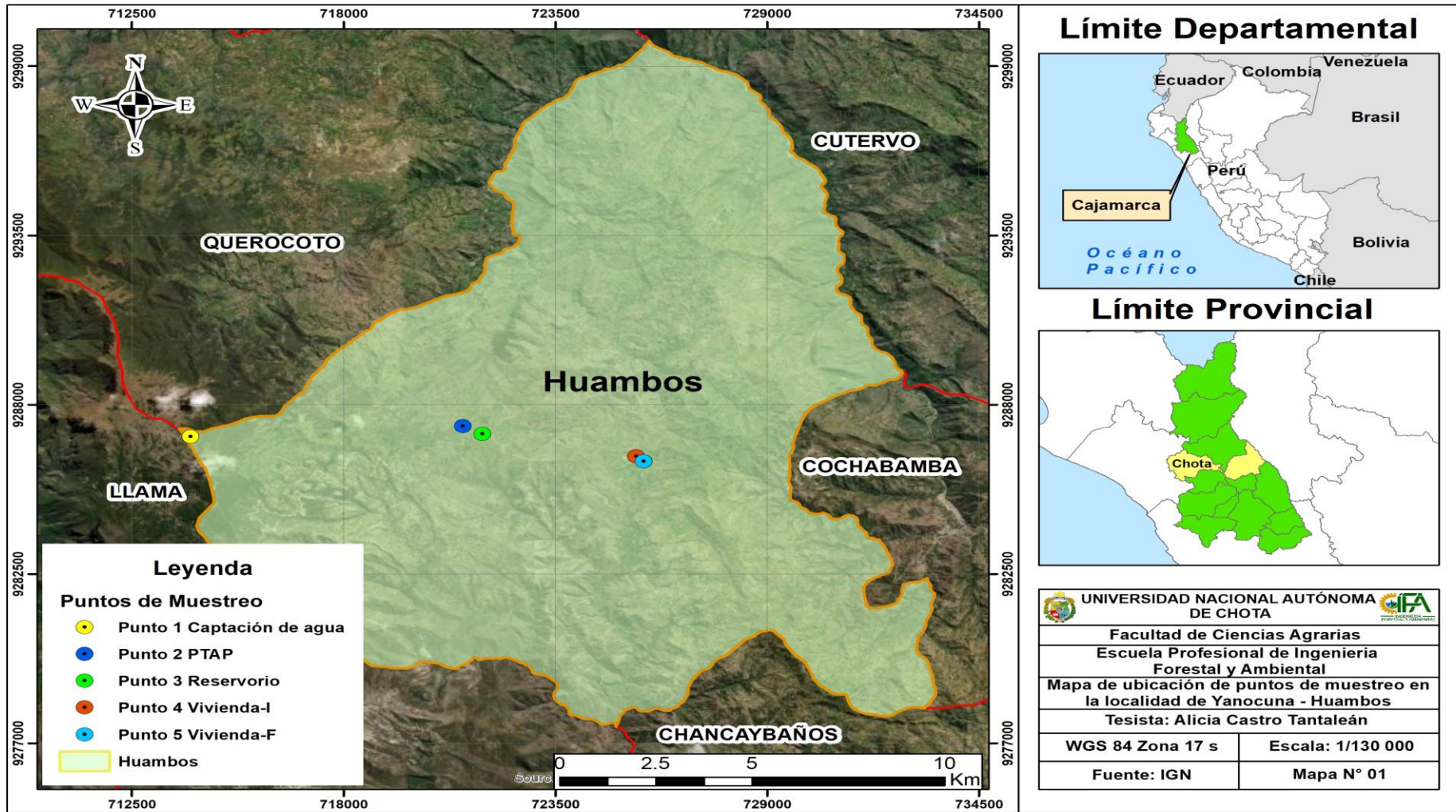
**Tabla 6**

*Localización de los puntos de monitoreo*

Puntos	Lugar	Coordenadas		Altitud msnm
		Este	Norte	
P1	Captación	713273,38	9287504,9	3 258
P2	Salida del sistema de tratamiento de agua.	721609,83	9287055,3	2 497
P3	Reservorio	721307,84	9287032,0	2 496
P4	Vivienda en el área intermedia de la red de distribución. Jr. Ramón Castilla N° 104	722309,63	9286030,0	2 283
	Vivienda en el área más extrema de la red de distribución Jr. La Ermita S/N	725795,44	9286162,3	2 269

Figura 1

Localización de los puntos de monitoreo



### **3.3.2 Monitoreo de la captación, salidas de la planta de tratamiento, reservorio y viviendas**

Se realizó el monitoreo durante los meses de abril y mayo con una frecuencia de 15 días, para el análisis de los parámetros microbiológicos y parasitológicos, asimismo, de los parámetros físicos y químicos.

### **3.3.3 Parámetros de monitoreo**

En los puntos de monitoreo se colectaron 40 muestras para el análisis de los parámetros microbiológicos y parasitológicos como coliformes totales, formas parasitarias, organismos de vida libre, *Escherichia coli*, coliformes termotolerantes y *Vibrio cholerae* y organismos de vida libre. Asimismo, se analizaron muestras de los parámetros fisicoquímicos de pH, turbidez y temperatura del sistema de agua potable.

### **3.3.4 Toma de muestras**

La toma de muestras de agua potable para el análisis de parámetros microbiológicos se llevó a cabo utilizando frascos de vidrio de 250 ml previamente esterilizados por el Laboratorio Regional de Agua. Los frascos contaban con tapas herméticas para garantizar la integridad de las muestras. Para el análisis de los parámetros pH, temperatura y turbidez, se colectaron muestras en frascos de plástico con capacidad de 250 mL.

### **3.3.5 Acondicionamiento, preservación y traslado de muestras**

Este proceso se realizó siguiendo la cadena de custodia, con la finalidad de evitar que los microorganismos o las sustancias químicas se alteren durante el almacenamiento o el transporte. Las muestras fueron trasladadas en un cooler con la finalidad de proteger de la luz, el calor y las vibraciones. Para el etiquetado de las muestras se consideró la información de fecha y hora de la toma de muestra, punto de muestreo y nombre del responsable de la toma de muestra.

### **3.4 Población, muestra y muestreo**

#### **3.4.1 Población**

Estuvo conformado por el agua del sistema de agua potable que abastece a la ciudad de Huambos.

#### **3.4.2 Muestra**

La muestra se tomó en 5 puntos de monitoreo, tal como lo indica la Resolución Directoral N°160-2015-DIGESA/SA.

#### **3.4.3 Muestreo**

El muestreo de la investigación fue de tipo no probabilístico (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018) pues la elección de las muestras dependió del criterio del investigador, según la facilidad del lugar de donde se recolectó las muestras. Se incluyó en las muestras todos los pasos predeterminados, hasta culminar el muestreo.

### **3.5 Técnica e instrumentos de recolección de datos**

#### **3.5.1 Técnica de recolección de datos**

La técnica de recolección de datos del sistema de agua potable, se aplicó un conjunto de procedimientos que se utilizaron para recopilar información sobre el estado del sistema de agua potable.

**Técnicas de campo:** estas técnicas se utilizaron para recopilar información en el sitio del sistema de agua potable, como la toma de muestras de agua y la inspección del sistema de la red de conducción.

**Técnicas de laboratorio:** estas técnicas se utilizaron para analizar las muestras de agua que se tomaron del sistema de agua potable, donde se realizó el análisis microbiológico, el análisis parasitológico y el análisis físico.

### **3.5.2 Instrumentos y materiales para la recolección de datos**

Los instrumentos y materiales de campo que se utilizaron para la recolección de datos fueron:

Frascos de vidrio de 250 mL: Previamente esterilizados por el Laboratorio Regional de Agua y con tapa hermética para evitar la contaminación de la muestra.

Guantes estériles: Para proteger las manos del recolector y evitar la transferencia de microorganismos a la muestra.

Etiqueta de identificación: Para registrar información relevante sobre la muestra, como la ubicación del punto de muestreo, la fecha y hora de recolección, y el nombre del recolector.

Marcador permanente: Para escribir en la etiqueta de identificación.

Desinfectante: Para limpiar y desinfectar las superficies de trabajo y los equipos utilizados durante la recolección de muestras.

Agua destilada estéril: Para enjuagar los frascos de vidrio antes de esterilizarlos (si es necesario).

## **3.6 Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

### **3.6.1 Técnica de procesamiento de datos**

Los datos de los parámetros de coliformes totales, formas parasitarias, organismos de vida libre, *Escherichia coli*, coliformes termotolerantes, *Vibrio cholerae* y organismos de vida libre, pH, temperatura y turbidez del sistema de agua potable, fueron organizados en una hoja de cálculo Excel, por fecha y número de muestreo de acuerdo a los resultados obtenidos en el laboratorio regional de agua.

### **3.6.2 Análisis de datos**

Para el análisis de los datos microbiológicos y fisicoquímicos, se aplicó la estadística descriptiva en el programa estadístico SPSS versión 29.0, donde se calcularon el máximo, promedio, mínimo y frecuencias de los parámetros coliformes totales, formas parasitarias, organismos de vida libre, *Escherichia coli*, coliformes termotolerantes, *Vibrio cholerae*, organismos de vida libre, pH, temperatura y turbidez del sistema de agua potable, que fueron interpretados y comparados con el D.S. N° 031 – 2010 – SA y el Estándar de Calidad de Agua, D.S. N° 004 – 2017- del Ministerio del Ambiente.

### **3.7. Aspectos éticos**

Se mantuvo la confidencialidad de la información durante todo el proceso de investigación. Solo se utilizó para el estudio en cuestión y contó con la aprobación total de los administradores del lugar donde se realizó. La participación fue gratuita y no implicó ningún riesgo para los participantes. Las conclusiones y sugerencias son responsabilidad exclusiva del investigador, y los datos solo se recopilaron para este estudio.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 4.1 Descripción de los resultados

#### 4.1.1 Concentración de los parámetros microbiológicos y parasitológicos

La concentración de los parámetros microbiológicos y parasitológicos en el agua potable son indicadores importantes de la calidad del agua. A continuación, se describe la concentración de los valores de los parámetros coliformes totales, coliformes termotolerantes, formas parasitarias, *Escherichia coli* y *Vibrio cholerae*.

**Tabla 7**

*Resultados de las concentraciones del parámetro de coliformes totales*

Monitoreo	Puntos de monitoreo				
	P1	P2	P3	P4	P5
	Captación	PTAP	Reservorio	Vivienda intermedia	Vivienda final
Unidad	UFC 100mL <sup>-1</sup>	UFC 100mL <sup>-1</sup>	UFC 100mL <sup>-1</sup>	UFC 100mL <sup>-1</sup>	UFC 100mL <sup>-1</sup>
M-1	48	42	45	40	41
M-2	40	40	40	42	46
M-3	40	40	46	44	40
M-4	40	42	40	43	47
<b>Promedio</b>	<b>42</b>	<b>41</b>	<b>43</b>	<b>42</b>	<b>44</b>
<b>Máximo</b>	<b>48</b>	<b>42</b>	<b>46</b>	<b>44</b>	<b>47</b>
<b>Mínimo</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>

En la Tabla 7 se presenta los resultados de la concentración de los coliformes totales del análisis de agua del distrito de Huambos, los valores promedios oscilaron entre 41 UFC 100mL<sup>-1</sup> y 44 UFC 100mL<sup>-1</sup>, el mayor valor se reportó en la captación con 48 UFC 100mL<sup>-1</sup>, en cambio, el menor valor promedio fue de 40 UFC 100mL<sup>-1</sup>, siendo común en los cinco puntos de monitoreo.

Los resultados indican una contaminación fecal en el sistema de distribución de agua potable, la cual se intensifica en el reservorio y la vivienda final. La presencia de coliformes totales en el sistema de distribución de agua potable representa un problema de salud pública

**Tabla 8***Resultados de concentración del parámetro de coliformes termotolerantes*

Monitoreo	Puntos de monitoreo				
	P1 Captación	P2 PTAP	P3 Reservorio	P4 Vivienda intermedia	P5 Vivienda final
Unidad	UFC 100mL <sup>-1</sup>	UFC 100mL <sup>-1</sup>	UFC 100mL <sup>-1</sup>	UFC 100mL <sup>-1</sup>	UFC 100mL <sup>-1</sup>
M-1	18	15	17	11	13
M-2	17	12	14	10	10
M-3	16	15	17	12	15
M-4	15	13	15	15	17
<b>Promedio</b>	<b>17</b>	<b>14</b>	<b>16</b>	<b>12</b>	<b>14</b>
<b>Máximo</b>	<b>18</b>	<b>15</b>	<b>17</b>	<b>15</b>	<b>17</b>
<b>Mínimo</b>	<b>15</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>10</b>	<b>10</b>

En la Tabla 8 se muestran los resultados de la concentración de los coliformes termotolerantes del análisis de agua del distrito de Huambos, el mayor valor se reportó en la captación 18 UFC 100mL<sup>-1</sup>, y los menores valores se obtuvieron en las viviendas intermedias y final (10 UFC 100mL<sup>-1</sup>). Resultados similares se obtuvo por Correa et al. (2022) quienes encontraron coliformes totales en el 17,85% de las muestras de agua para consumo humano en una comunidad de Brasil, con valores entre 21 NMP mL<sup>-1</sup> y 42 NMP mL<sup>-1</sup>, por su parte, Scherer et al. (2022) detectaron coliformes totales en agua cruda y tratada en la triple frontera de Brasil, antes y después del tratamiento en plantas potabilizadoras.

La concentración de coliformes termotolerantes en los sistemas de redes de agua potable puede aumentar debido a varios factores, como el tratamiento inadecuado del agua, la contaminación posterior al tratamiento y el crecimiento de coliformes dentro de la red (Da Silva et al., 2024). Los estudios realizados por Mohammed et al. (2021), Zhou et al. (2023), Khan et al. (2022) han demostrado que los coliformes termotolerantes se incrementan en la red de distribución por diversos factores como la temperatura del agua, el tipo y nivel de desinfectante, los niveles de AOC, el control de la corrosión y las características operativas se

han relacionado con la aparición de bacterias coliformes en el agua potable, lo que destaca las complejas interacciones que influyen en el recrecimiento de coliformes dentro de los sistemas de distribución.

**Tabla 9**

*Resultados de la concentración de Escherichia coli*

Monitoreo	Puntos de monitoreo				
	P1	P2	P3	P4	P5
	Captación	PTAP	Reservorio	Vivienda intermedia	Vivienda final
Unidad	UFC 100mL <sup>-1</sup>	UFC 100mL <sup>-1</sup>	UFC 100mL <sup>-1</sup>	UFC 100mL <sup>-1</sup>	UFC 100mL <sup>-1</sup>
M-1	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8
M-2	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8
M-3	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8
M-4	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8
<b>Promedio</b>	<b>&lt;1,8</b>	<b>&lt;1,8</b>	<b>&lt;1,8</b>	<b>&lt;1,8</b>	<b>&lt;1,8</b>

En la Tabla 9, se muestran los valores promedios de *Escherichia coli* del análisis de agua del distrito de Huambos, en los cinco puntos de monitoreo el valor de concentración fue inferior a 1,8 UFC100mL<sup>-1</sup>.

**Tabla 10**

*Resultados de la concentración de organismos de vida libre*

Monitoreo	Puntos de monitoreo				
	P1	P2	P3	P4	P5
	Captación	PTAP	Reservorio	Vivienda intermedia	Vivienda final
Unidad	Nº OrgL <sup>-1</sup>	Nº OrgL <sup>-1</sup>	Nº OrgL <sup>-1</sup>	Nº OrgL <sup>-1</sup>	Nº OrgL <sup>-1</sup>
M-1	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
M-2	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
M-3	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
M-4	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
<b>Promedio</b>	<b>&lt;1,0</b>	<b>&lt;1,0</b>	<b>&lt;1,0</b>	<b>&lt;1,0</b>	<b>&lt;1,0</b>

En la Tabla 10, se muestran los resultados de la concentración de organismos de vida libre en el análisis de agua del distrito de Huambos, en los cinco puntos de monitoreo el valor

de concentración fue inferior a 1,0 NMP N° OrgL<sup>-1</sup>. Lo que implica que no hay ninguna cantidad significativa de organismos vivos.

**Tabla 11**

*Resultados de la concentración de Vibrio cholerae*

Monitoreo	Puntos de monitoreo				
	P1	P2	P3	P4	P5
	Captación	PTAP	Reservorio	Vivienda intermedia	Vivienda final
M-1	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
M-2	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
M-3	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
M-4	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
<b>Promedio</b>	<b>Ausencia</b>	<b>Ausencia</b>	<b>Ausencia</b>	<b>Ausencia</b>	<b>Ausencia</b>

En la Tabla 11, se presenta los resultados de la concentración de *Vibrio cholerae*, en los cinco puntos de monitoreo existió ausencia de este microorganismo, lo que representa que la muestra de agua está libre de contaminación.

**Tabla 12**

*Resultados de la concentración de formas parasitarias*

Monitoreo	Puntos de monitoreo				
	P1	P2	P3	P4	P5
	Captación	PTAP	Reservorio	Vivienda intermedia	Vivienda final
Unidad	N° OrgL <sup>-1</sup>	N° OrgL <sup>-1</sup>	N° OrgL <sup>-1</sup>	N° OrgL <sup>-1</sup>	N° OrgL <sup>-1</sup>
M-1	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
M-2	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
M-3	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
M-4	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
<b>Promedio</b>	<b>&lt;1,0</b>	<b>&lt;1,0</b>	<b>&lt;1,0</b>	<b>&lt;1,0</b>	<b>&lt;1,0</b>

En la Tabla 12, se muestra los resultados de la concentración de formas parasitarias del análisis de agua del distrito de Huambos, en los cinco puntos de monitoreo el valor de concentración fue inferior a 1,0 N° OrgL<sup>-1</sup>.

#### 4.1.2 Concentración de los parámetros físicos y químicos

**Tabla 13**

*Resultados del nivel de pH*

Monitoreo	Puntos de monitoreo				
	P1 Captación	P2 PTAP	P3 Reservorio	P4 Vivienda intermedia	P5 Vivienda final
M-1	7,32	7,35	7,26	7,30	7,37
M-2	7,34	7,35	7,30	7,32	7,36
M-3	7,35	7,36	7,34	7,30	7,35
M-4	7,32	7,35	7,30	7,37	7,36
<b>Promedio</b>	<b>7,33</b>	<b>7,35</b>	<b>7,30</b>	<b>7,32</b>	<b>7,36</b>
<b>Máximo</b>	<b>7,35</b>	<b>7,36</b>	<b>7,34</b>	<b>7,37</b>	<b>7,37</b>
<b>Mínimo</b>	<b>7,32</b>	<b>7,35</b>	<b>7,26</b>	<b>7,3</b>	<b>7,35</b>

En la Tabla 13, se muestra los resultados de los análisis obtenidos del parámetro pH, de las cuatro fechas monitoreadas en los 5 puntos, se determinó que los valores promedios oscilaron entre 7,30 y 7,36. El mayor valor alcanzado fue en la vivienda final alcanzó un valor de 7,37; en cambio, el menor valor fue en el reservorio (7,26).

**Tabla 14**

*Resultados del nivel de temperatura*

Monitoreo (Unidad)	Puntos de monitoreo				
	P1 Captación	P2 PTAP	P3 Reservorio	P4 Vivienda intermedia	P5 Vivienda final
M-1 (°C)	19,8	19,5	19,7	19,8	19,6
M-2 (°C)	19,7	19,6	19,7	19,8	19,5
M-3 (°C)	19,8	19,7	19,8	19,7	19,6
M-4 (°C)	19,7	19,5	19,6	19,6	19,6
<b>Promedio</b>	<b>19,75</b>	<b>19,58</b>	<b>19,70</b>	<b>19,73</b>	<b>19,58</b>
<b>Máximo</b>	<b>19,8</b>	<b>19,7</b>	<b>19,8</b>	<b>19,8</b>	<b>19,6</b>
<b>Mínimo</b>	<b>19,7</b>	<b>19,5</b>	<b>19,6</b>	<b>19,6</b>	<b>19,5</b>

Los valores de temperatura, oscilaron entre 19,58 °C y 19,75 °C (Tabla 14). La temperatura del agua puede afectar el crecimiento de bacterias y otros microorganismos patógenos (Bozorg et al., 2021). Las temperaturas altas favorecen el crecimiento de bacterias,

mientras que las temperaturas bajas pueden inhibir su crecimiento. Por lo tanto, la temperatura del agua es un factor importante a tener en cuenta para garantizar la seguridad del agua para el consumo humano (Summers, 2020). Las normas de calidad del agua suelen establecer un rango de temperatura aceptable para el agua potable. En el Perú, las normas de calidad del agua potable establecen que la temperatura debe estar entre 10 y 25 °C en el efluente (D.S. N° 031-2010- S A) y cuerpo receptor (D.S N° 004-2017- MINAM).

**Tabla 15**

*Resultados del nivel de turbidez*

Monitoreo (Unidad)	Puntos de monitoreo				
	P1 Captación	P2 PTAP	P3 Reservorio	P4 Vivienda intermedia	P5 Vivienda final
M-1 (UNT)	0,23	0,22	0,35	0,30	0,25
M-2 (UNT)	0,25	0,23	0,3	0,35	0,25
M-3 (UNT)	0,26	0,22	0,26	0,33	0,32
M-4 (UNT)	0,23	0,3	0,35	0,3	0,26
<b>Promedio</b>	<b>0,24</b>	<b>0,24</b>	<b>0,32</b>	<b>0,32</b>	<b>0,27</b>
<b>Máximo</b>	<b>0,26</b>	<b>0,3</b>	<b>0,35</b>	<b>0,35</b>	<b>0,32</b>
<b>Mínimo</b>	<b>0,23</b>	<b>0,22</b>	<b>0,26</b>	<b>0,3</b>	<b>0,25</b>

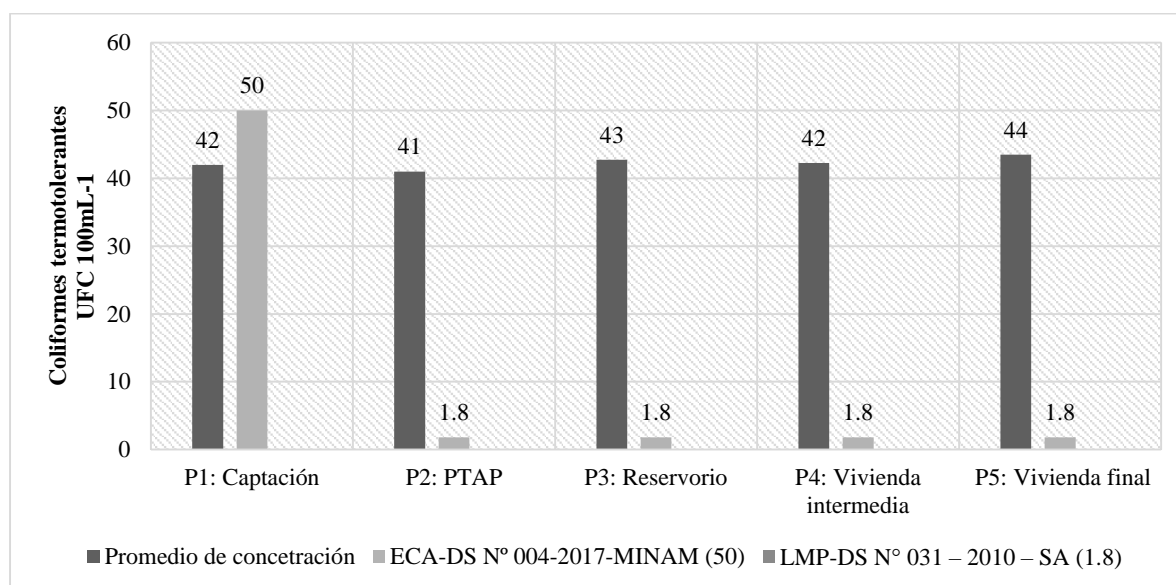
Los valores de turbidez oscilaron entre 0,24 UNT y 0,32 UNT. El mayor valor de turbidez se obtuvo en el reservorio (0,35 UNT) y el menor valor presentado fue en la PTAP (0,22 UNT).

El nivel de turbidez en la red de tuberías de un sistema de agua potable varía debido a múltiples factores como las partículas en suspensión pueden provocar corrosión y abrasión en las tuberías, reduciendo su vida útil y aumentando el riesgo de fugas.

### 4.1.3 Comparación de los resultados con los indicadores de calidad

**Figura 2**

*Comparación de valores promedios de coliformes totales con los indicadores de calidad*



Los resultados presentados en la Figura 2 indican que, de acuerdo con el ECA-DS N° 004-2017-MINAM, los niveles de coliformes totales en la etapa de captación se encuentran por debajo del estándar de calidad establecido. Sin embargo, en la PTAP, el reservorio y las viviendas, se detectaron concentraciones de coliformes totales que oscilaron entre 41 y 44 UFC 100mL<sup>-1</sup>, superando significativamente los límites máximos permisibles establecidos en la LMP-DS N° 031 – 2010 – SA. Estos resultados sugieren que el agua representa riesgo para la salud humana.

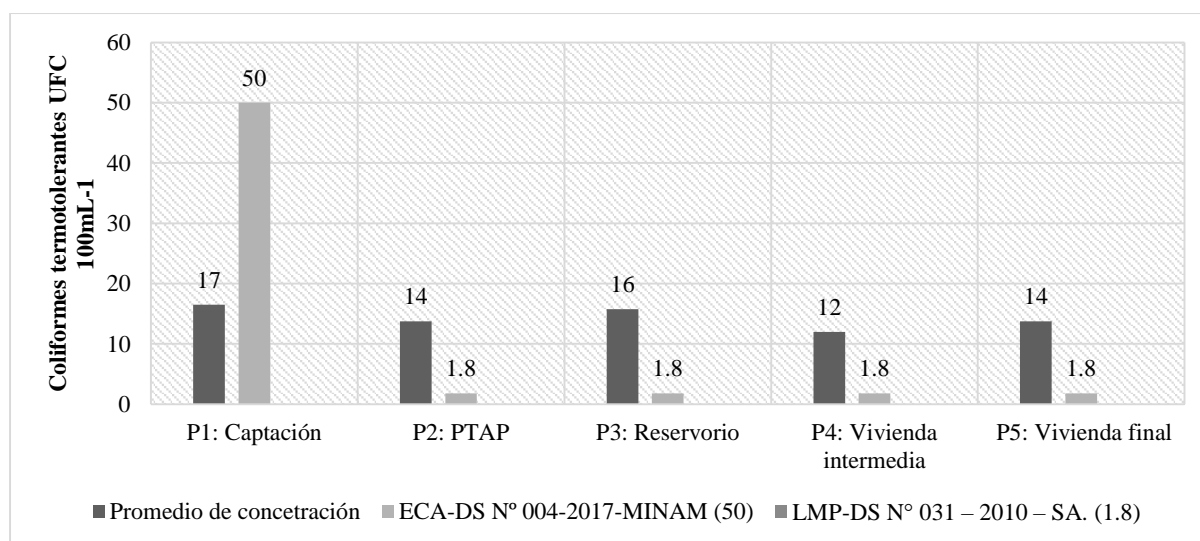
Varias investigaciones coincidieron con lo reportado en nuestro estudio determinando que la presencia de coliformes totales se debe a la presencia de patógenos oportunistas de plomería de instalaciones (OPPP) como *Aeromonas spp.*, *Acinetobacter spp.* y *Legionella spp.* en los sistemas de agua potable (Hayward et al., 2022). Asimismo, estudio realizado por Reitter et al. (2021) reportaron que en los reservorios, el aumento repentino de bacterias coliformes, como *Enterobacter asburiae* y *Lelliottia spp.*, durante los meses de verano y esto estuvo atribuido a temperaturas más altas del agua y cambios en las comunidades

microbianas. Estos estudios resaltan la importancia de monitorear y abordar la contaminación microbiana para cumplir con los estándares de calidad del agua y salvaguardar la salud pública.

Resultados similares reportaron Mejía et al. (2023) en Jaén, en cambio, en Puno Ferro et al. (2022), en Huancayo Fernández (2019), en Bambamarca Saldaña (2018), en sus estudios sobre la calidad microbiológica del agua potable los valores de coliformes totales superaron los LMP y ECA, establecidos por la normativa peruana. Lo que representa que el agua está contaminada y genera riesgo para la salud pública.

### Figura 3

*Comparación de valores promedios de coliformes termotolerantes con los indicadores de calidad.*



En la Figura 3 se muestra que de acuerdo con el ECA-DS N° 004-2017-MINAM, el valor promedio de 17 UFC 100mL<sup>-1</sup> en la etapa de captación es inferior al estándar de calidad. Sin embargo, los resultados obtenidos en la planta de tratamiento de agua potable (PTAP), el reservorio y las viviendas intermedias y finales superan los límites establecidos en la LMP-DS N° 031 – 2010 – SA. Estos resultados sugieren que el agua a lo largo del proceso de distribución, representa un riesgo para la salud pública.

Los coliformes termotolerantes en la red de distribución pueden pasar la LMP-DS No. 031 — 2010 — SA debido a su capacidad para soportar altas temperaturas, lo que puede provocar la contaminación de fuentes de agua destinadas al consumo humano (Da Silva et al., 2024). Estos organismos, como *Escherichia coli*, pueden desarrollar una termotolerancia mejorada a través de varios mecanismos genéticos, lo que les permite sobrevivir y persistir en entornos desafiantes (McGuire y Nano, 2023).

**Tabla 16**

*Comparación de valores promedios de formas parasitarias con los indicadores de calidad.*

Unidades (N° OrgL <sup>-1</sup> )	Puntos de monitoreo				
	P1 Captación	P2 PTAP	P3 Reservorio	P4 Vivienda intermedia	P5 Vivienda final
Promedio (N° OrgL <sup>-1</sup> )	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
DS N° 031 –2010– SA.	0	0	0	0	0
ECA-DS N.º 004-2017	0	0	0	0	0

En la Tabla 16, se muestra que las muestras del parámetro formas parasitarias analizadas en laboratorio, se encuentran dentro de los lineamientos (<1,0 N° OrgL<sup>-1</sup>) equivalentes a cero; permitidos del reglamento de la calidad del agua para consumo humano, según lo establecido LMP establecidos en el D.S. N° 031 – 2010 – SA y los ECA establecidos en el D.S. N° 004- 2017- MINAM. Resultados similares reportaron Pinzón et al. (2020) en Colombia, en sus análisis de agua no se evidenció la presencia de formas parasitarias cumpliendo con lo establecido con los lineamientos del OMS. Valores que indican que el agua está libre de formas parasitarias.

**Tabla 17**

*Comparación de valores promedios de Escherichia coli con los indicadores de calidad.*

Unidades (NMP100mL <sup>-1</sup> )	Puntos de monitoreo				
	P1	P2	P3	P4	P5
	Captación	PTAP	Reservorio	Vivienda intermedia	Vivienda final
Promedio	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8
DS N° 031 –2010– SA.	0	0	0	0	0
ECA-DS N.° 004-2017	0	0	0	0	0

En la Tabla 17, se evidenció los valores promedios de *Escherichia coli*, donde se evidencia que no se aprecian estructuras biológicas en las muestras; determinando así que cumple con los LMP establecido en el D.S. N° 031-2010- SA y también los LMP del D.S. N.° 004-2017-MINAM. Resultados similares reportó Fernández (2019) en Huancayo, en cambio, Scherer et al. (2022) en su estudio en Brasil, Mejía et al. (2021) en Jaén los resultados del análisis de calidad sobrepasaron los indicadores de calidad.

**Tabla 18**

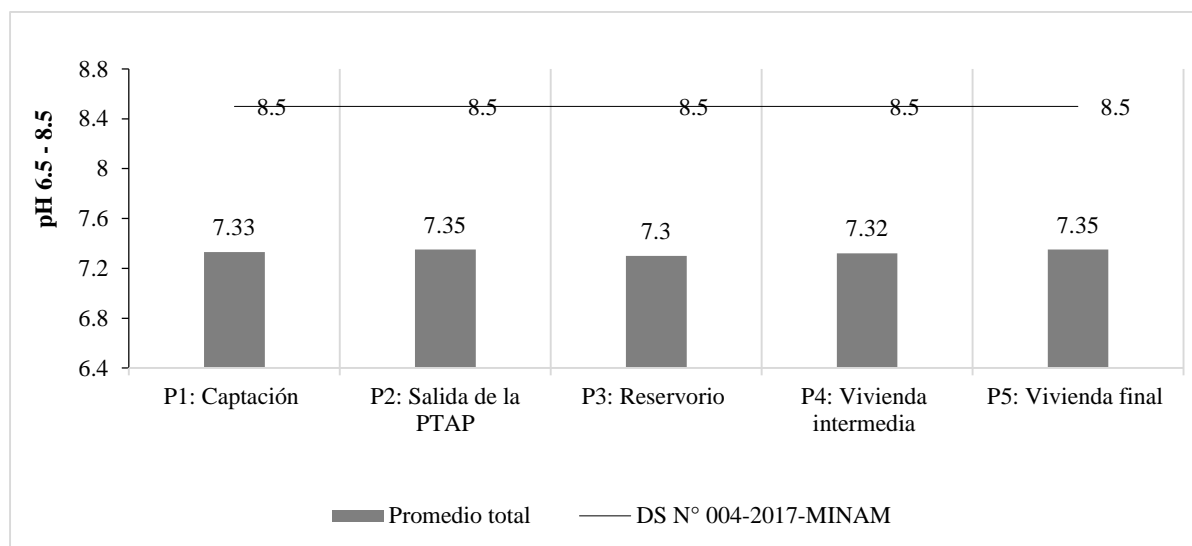
*Comparación de valores promedios de Vibrio cholerae con los indicadores de calidad.*

Unidades (NMP100mL <sup>-1</sup> )	Puntos de monitoreo				
	P1	P2	P3	P4	P5
	Captación	PTAP	Reservorio	Vivienda intermedia	Vivienda final
Promedio	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8
DS N° 03–2010– SA.	0	0	0	0	0
ECA-DS N° 004-2017	0	0	0	0	0

En la Tabla 18, se evidenció los valores promedios de *Vibrio cholerae* donde se reportó que no se aprecian estructuras biológicas en las muestras; determinando así que cumple con los LMP establecido en el D.S. N° 031-2010- SA y también los ECA del D.S. N.° 004-2017-MINAM.

**Figura 4**

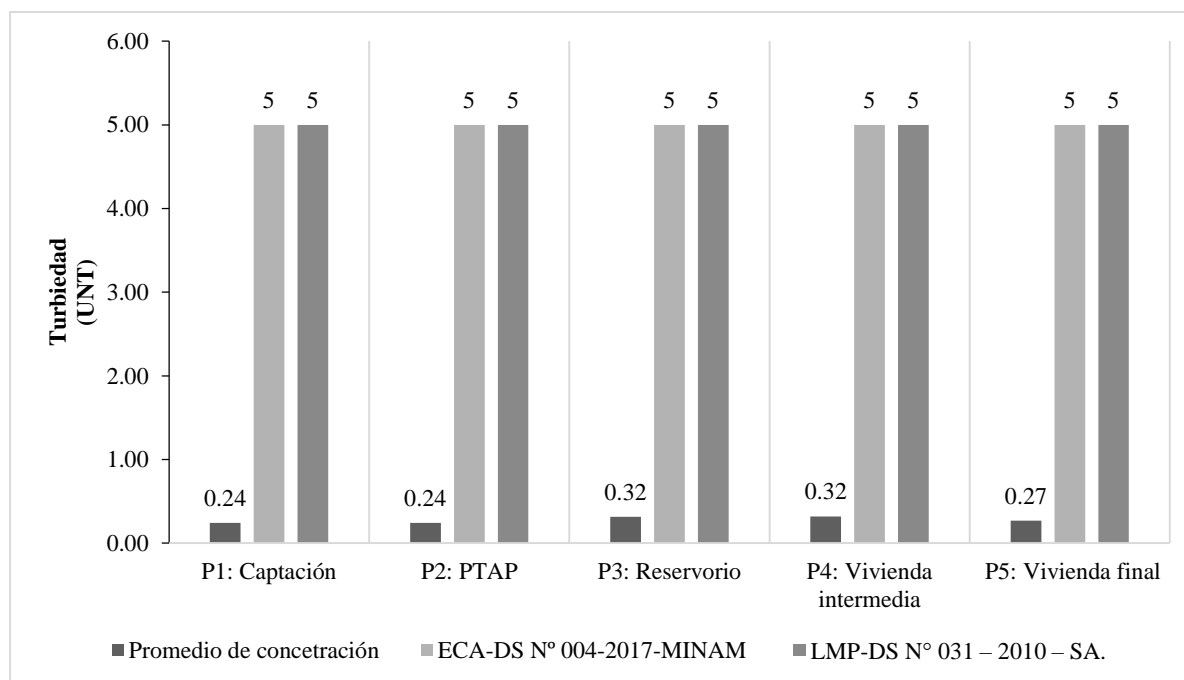
*Valores promedios de pH en los puntos de monitoreo*



En la Figura 4 muestra los promedios del parámetro pH, de los 5 puntos monitoreados, donde el valor menor se ha identificado en el P3 con 7,30 y el mayor en los P2 y P5 con 7,35; estos parámetros cumplen con los LMP establecido en el D.S. N° 031-2010-SA y también los LMP del D.S. N.º 004-2017-MINAM. Resultados similares reportaron Correia et al. (2022) en su investigación realizada en Brasil y Gastañaga (2018) en Lima, obtuvieron valores que cumplen los lineamientos de calidad nacional e internacional (OMS).

**Figura 5**

*Comparación de valores promedios de turbiedad con los indicadores de calidad.*



En la Figura 5, muestra los resultados de los análisis del parámetro turbidez, en los 5 puntos de monitoreo, donde se observa que no excede al valor determinado por el laboratorio que es, LCM (5 UNT), por lo tanto, se encuentra dentro de los lineamientos señalados en los LMP establecido en el D.S. N° 031-2010- SA y los ECA del D.S. N.º 004-2017-MINAM. Resultados similares presentaron Scherer et al. (2022) en su análisis de calidad de agua; en cambio, en Brasil Correia et al. (2022) obtuvo lo contrario, los valores máximos reportados superaron los valores establecidos por los lineamientos de la OMS.

#### 4.2 Contrastación de hipótesis

La hipótesis planteada para la investigación fue: La calidad del agua de consumo humano en función a los parámetros microbiológicos y parasitológicos en el distrito de Huambos, provincia de Chota, NO cumplen con los parámetros establecidos en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA y el estándar de calidad de agua, Decreto Supremo N° 004 – 2017- Ministerio del Ambiente.

**Tabla 19***Contrastación de hipótesis*

Parámetros	Unidades	Mín.	Máx.	$\bar{x}$	$\sigma$	LMP	ECA
Coliformes totales	UFC 100mL <sup>-1</sup>	40	48	42,3	$\pm 2,74$	No cumple	Cumple
Coliformes termotolerantes	UFC 100mL <sup>-1</sup>	10	18	14,35	$\pm 2,41$	No cumple	Cumple
<i>Escherichia coli</i>	NMP 100mL <sup>-1</sup>	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	Cumple	Cumple
Organismos de vida libre	N° OrgL <sup>-1</sup>	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	Cumple	Cumple
<i>Vibrio cholerae</i>	NMP100 mL <sup>-1</sup>		Ausencia			Cumple	Cumple
<i>Formas parasitarias</i>	N° OrgL <sup>-1</sup>	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	Cumple	Cumple
PH	-	7,26	7,37	7,3	$\pm 0,03$	Cumple	Cumple
Temperatura	°C	19,8	19,5	19,67	$\pm 0,10$	Cumple	Cumple
Turbidez	UNT	0,22	0,35	0,28	$\pm 0,05$	Cumple	Cumple

De los resultados obtenidos mediante los análisis realizados en Laboratorio, se determinó que la calidad del agua de consumo humano del distrito de Huambos, no cumplen con los límites máximos permisibles establecidos en el reglamento de la calidad del agua, específicamente los parámetros coliformes totales y coliformes termotolerantes en los 5 puntos monitoreados y en las 4 fechas establecidas, en comparación al Decreto Supremo N° 031-2010-SA. Los resultados de los demás parámetros analizados como coliformes totales, coliformes termotolerantes, *Escherichia Coli*, *Vibrio cholerae*, organismos de vida libre, formas parasitarias, pH, temperatura y turbidez, están dentro del ECA, aprobados por el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, categoría 1: De uso poblacional y recreacional. Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua.

Debido que los parámetros de coliformes totales y coliformes termotolerantes sobrepasaron los LMP del D.S. N° 031 – 2010 – SA, con lo que se acepta la hipótesis nula y se determinó que el agua no es apta para consumo humano y que requiere de un tratamiento de desinfección para ser potabilizada.

### 4.3 Discusión de resultados

Los valores promedios de coliformes totales oscilaron entre 41 UFC 100mL<sup>-1</sup> y 44 UFC 100mL<sup>-1</sup>. Valores similares reportaron Correia et al. (2022) en su investigación realizada en Brasil, obtuvieron que los coliformes totales, oscilaron entre 21 UFC mL<sup>-1</sup> y 42 UFC mL<sup>-1</sup>. Por su parte, Wolde (2022) en Etiopía obtuvieron que el 7% de las muestras analizadas fueron positivos para coliformes totales. En cambio, en Puno Ferro et al. (2022) en su análisis de calidad de agua consiguieron mayores valores, donde, los coliformes variaron hasta 200 NMP 100 mL<sup>-1</sup>. En otros contextos también se obtuvo resultados similares, en Huancayo Fernández (2019) en su análisis microbiológico del agua potable, obtuvieron que los coliformes totales variaron de 35,3 UFC100 mL<sup>-1</sup> y 53,7 UFC100 mL<sup>-1</sup>; por su parte, en Bambamarca Saldaña (2018) determinó que los coliformes alcanzaron un valor promedio de 58 NMP 100 mL<sup>-1</sup>, en cambio, en Jaén Mejía et al. (2023) reportaron menor valor promedio de coliformes totales alcanzando un valor de 6,8 100 mL<sup>-1</sup>. Valores que indican que el agua ha sido contaminada con materia fecal, lo que puede representar un riesgo para la salud. Asimismo, en la zona rural las principales fuentes de contaminación son excrementos animales, la falta de infraestructura, uso de pesticidas, fertilizantes y el riego por escorrentía, Los valores promedios de coliformes totales oscilaron entre 12 NMP 100mL<sup>-1</sup> y 17 NMP 100mL<sup>-1</sup>. Resultados similares reportó Kiplagat (2023) en Kenia obtuvo que el agua potable en los hogares presentó niveles de coliformes termotolerantes (TTC) de 10 NMP 100mL<sup>-1</sup>; en Bambamarca, Saldaña (2018) analizó la calidad de agua y reportó que los coliformes termotolerantes alcanzaron un valor promedio de 3,50 NMP 100 mL<sup>-1</sup>. Asimismo, en Cajamarca Larson et al. (2019) obtuvieron valores entre 10 NMP 100mL<sup>-1</sup> y 17 NMP 100mL<sup>-1</sup>. Estos valores indican a presencia de contaminación fecal en el agua, debido que los coliformes termotolerantes son un grupo de bacterias que se encuentran en el tracto digestivo de los humanos y los animales.

Los resultados de la concentración de *Escherichia coli* fue inferior a  $1,8 \text{ NMP } 100\text{mL}^{-1}$ . Resultados similares reportó Fernández (2019) en Huancayo obtuvo que ninguna de las muestras contenía *Escherichia coli*. Lo contrario, reportaron Scherer et al. (2022) en su estudio en Brasil sobre calidad del agua potable obtuvieron que nueve muestras dieron positivo para *E. coli*. Asimismo, Mejía et al. (2021) en su análisis microbiológico del agua para consumo humano en Jaén obtuvieron que el valor promedio de *Escherichia Coli* fue  $4 \text{ } 100 \text{ mL}^{-1}$ .

Resultados de la concentración de organismos de vida libre fue inferior a  $1,0 \text{ NMP } \text{N}^{\circ} \text{ OrgL}^{-1}$ . Resultados similares Reportó Fernández (2019) en Huancayo, Mejía et al. (2021) en Jaén, evaluaron la calidad de agua y determinaron que no existió la presencia de concentración de organismos de vida libre.

La presencia de *Vibrio cholerae* en el agua puede ser una indicación de contaminación fecal. La contaminación fecal del agua puede provocar enfermedades transmitidas por el agua, como el cólera (Maje et al., 2020). Para garantizar que el agua sea segura para beber, es importante que las autoridades de salud pública monitoreen regularmente la calidad del agua y tomen medidas para prevenir la contaminación con *Vibrio cholerae* (Maguvu et al., 2020).

Resultados de la concentración de formas parasitarias fue inferior a  $1,0 \text{ N}^{\circ} \text{ OrgL}^{-1}$ . Resultados similares reportaron Pinzón et al. (2020) en Colombia, obtuvieron que en una población de 1000 personas, de las cuales 500 consumían agua potable con una concentración de formas parasitarias inferior a  $1,0 \text{ N}^{\circ} \text{ OrgL}^{-1}$ . Los resultados indican que las muestras de agua no contienen formas parasitarias detectables. Esto significa que el agua es segura para beber y usar para otros fines. La concentración de formas parasitarias inferior a  $1,0 \text{ N}^{\circ} \text{ OrgL}^{-1}$  es un parámetro de calidad del agua potable que se utiliza para evaluar el riesgo de transmisión de enfermedades parasitarias (Summers, 2020). Este parámetro se basa en la medición de la cantidad de huevos, quistes o larvas de parásitos presentes en un litro de agua

(Bozorg et al., 2021). Los estudios realizados en calidad de agua potable han demostrado que una concentración de formas parasitarias inferior a  $1,0 \text{ N}^\circ \text{ OrgL}^{-1}$  reduce significativamente el riesgo de transmisión de enfermedades parasitarias (Anual et al., 2020).

El nivel de pH osciló entre 7,30 y 7,36 , valores inferiores reportaron Correia et al. (2022) en su investigación realizada en Brasil determinaron que los valores oscilaron entre 4,3 y 7,0. Asimismo, Gastañaga (2018) en su análisis de calidad de agua el pH presentó un valor promedio de 6,52. Las normas de calidad del agua potable establecen un rango de pH aceptable de 6,5 a 8,5 (D.S. N° 031-2010- S A, D.S N° 004-2017- MINAM). Este rango es lo suficientemente amplio para garantizar que el agua sea segura para el consumo humano (Bozorg et al., 2021). En general, el pH del agua potable es un factor importante a tener en cuenta para garantizar la calidad microbiológica del agua.

Los valores de turbidez oscilaron entre 0,24 UNT y 0,32 UNT. En Brasil, los resultados reportados por Correia et al. (2022) fueron mayores, la turbidez osciló de 1,0 UNT a 7,4 UNT; de la misma manera, Scherer et al. (2022) en su análisis de calidad de agua reportaron los valores de turbidez de 2,0 UNT a 4,0 UNT.

## CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

La evaluación de la calidad del agua de consumo humano, en función a los parámetros microbiológicos y parasitológicos en el distrito de Huambos, dieron como resultado que los coliformes totales y coliformes termotolerantes sobrepasaron los LMP, indicando que el agua presenta riesgo para la salud humana.

Se determinó que la concentración de coliformes totales osciló entre 41 UFC 100mL<sup>-1</sup> y 44 UFC 100mL<sup>-1</sup>, los coliformes termotolerantes presentaron valores de 12 UFC 100mL<sup>-1</sup> y 17 UFC 100mL<sup>-1</sup>, el nivel de formas parasitarias fue menor a 1,0 N° OrgL<sup>-1</sup>, la *Escherichia coli* fue inferior a 1,8 UFC 100mL<sup>-1</sup>, existió ausencia de *Vibrio cholerae* y el nivel de organismos de vida libre fue menor a 1,0 N° OrgL<sup>-1</sup>.

Se determinó que los valores promedios de pH oscilaron entre 7,30 y 7,36, la temperatura promedio fue de 19,67 °C y la turbidez varió de 0,24 UNT y 0,32 UNT.

Al comparar los resultados obtenidos, los parámetros coliformes totales y coliformes termotolerantes sobrepasaron los LMP del D.S. N° 031 – 2010 – SA y los parámetros Coliformes totales, Coliformes termotolerantes, *Escherichia coli*, Organismos de vida libre, *Vibrio cholerae*, Formas parasitarias, pH, Temperatura y Turbidez, cumplieron los ECAs del D.S. N° 004 – 2017-MINAM.

## 5.2. Recomendaciones

La municipalidad distrital de Huambos tiene la responsabilidad de realizar trabajos en bien de la población , como tratamiento del agua de consumo humano, empleando tratamientos químicos con hipoclorito sódico o cálcico, cloro residual, entre otros; ya que los resultados de los análisis realizados en el Laboratorio Regional del Agua del Gobierno Regional de Cajamarca determinó la presencia de coliformes totales y coliformes termotolerantes, que no son aptos para el agua que consume la población y se tiene que garantizar el servicio.

La municipalidad distrito de Huambos debe estar en coordinación con las instituciones tanto locales y provinciales, encargadas del manejo adecuado del sistema de agua para consumo de la población del distrito de Huambos y realicen el seguimiento y control de los parámetros tanto microbiológicos, fisicoquímicos y organolépticos para mejorar y brindar un buen servicio evitando cualquier tipo de infección tanto en niños o personas de diferentes edades a causa de agentes contaminantes presentes en el cuerpo agua.

Esta investigación, debe servir como base de información, para que las autoridades correspondientes y hagan otras investigaciones.

## CAPITULO VI. REFERENCIAS

- Anual, Z., Wan Azmi, W. N. F., Azmi, W., Nurul Izzah, A., Sham, N., Rozita, W., Wan Mahiyuddin, W. R., Veloo, Y., & Abdullah, N. 'Aini. (2020). *Drinking Water Quality in Malaysia: A Review on Its Current Status*. <https://doi.org/10.19080/IJESNR.2020.24.556132>
- Apella, M. C., & Araujo, P. Z. (2019). Microbiología de agua. Conceptos básicos. *Solar Safe Water*, 2, 33-50. <https://doi.org/10.31819/9783954871568-002>
- Atencio, H. (2018). Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local en la población de la localidad de San Antonio de Rancas, del distrito de Simón Bolívar, Provincia y Región Pasco- 2018. *Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión*. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/428>
- Balasooriya, B. M. J. K., Rajapakse, J., & Gallage, C. (2023). A review of drinking water quality issues in remote and indigenous communities in rich nations with special emphasis on Australia. *Science of The Total Environment*, 903, 166559. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.166559>
- Bozorg, O., Delpasand, M., & Loáiciga, H. A. (2021). 10—Water quality, hygiene, and health. En O. Bozorg-Haddad (Ed.), *Economical, Political, and Social Issues in Water Resources* (pp. 217-257). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90567-1.00008-5>
- Caetano, S., Correia, C., Vidal, A. F. T., Matos, A., Ferreira, C., & Cravo, A. (2023). Fate of microbial contamination in a South European Coastal Lagoon (Ria Formosa) under the influence of treated effluents dispersal. *Journal of Applied Microbiology*, 134(8), lxad166. <https://doi.org/10.1093/jambio/lxad166>
- Chikhlyayev, I. V., & Ruchin, A. B. (2022). Ecological Analysis and Biodiversity of the Helminth Community of the Pool Frog *Pelophylax lessonae* (Amphibia: Anura) from Floodplain and Forest Water Bodies. *Diversity*, 14(4), Article 4. <https://doi.org/10.3390/d14040247>
- Correia, M. S., Santos, E. N. A., Magalhães, P. K. A., Santos, A. M., Messias, M. I. C. S. de, Santos Júnior, J. C., Carvalho Neto, A. P. M., Souza, M. A., Fonseca, S. A., Ferreira Júnior, G. C., Cavalcanti, M. G. S., Costa, J. G., Miranda, P. R. B., & Rocha, T. J. M. (2022).

- Physicochemical, microbiological and parasitological analysis of water for human consumption in a quilombola community in Alagoas. *Brazilian Journal of Biology*, 82, e260905. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.260905>
- Da Silva, F. O., Camargo, A. F., & Treichel, H. (2024). Thermotolerant coliform bacteria present in water bodies. *Brazilian Applied Science Review*, 8(1), 42-67. <https://doi.org/10.34115/basrv8n1-003>
- Delgado, A., López, C., Jacinto, N., Chungas, M., & Andrade-Arenas, L. (2022). How to determinate water quality using an artificial intelligent model based on grey clustering? *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 28(1), 450. <https://doi.org/10.11591/ijeecs.v28.i1.pp450-459>
- Faouzi, J., Rezouki, S., Bourhia, M., Moubchir, T., Abbou, M. B., Baammi, S., Khallouki, F., Aboul-Soud, M. A. M., Giesy, J. P., Benbacer, L., Eloutassi, N., & Lahkimi, A. (2023). Assessment of impacts of industrial effluents on physico-chemical and microbiological qualities of irrigation water of the Fez Rriver, Morocco. *Environmental Geochemistry and Health*, 45(6), 3933-3946. <https://doi.org/10.1007/s10653-022-01449-9>
- Farhat, N., Kim, L., Mineta, K., Alarawi, M., Gojobori, T., Saikaly, P., & Vrouwenvelder, J. (2022). Seawater desalination based drinking water: Microbial characterization during distribution with and without residual chlorine. *Water Research*, 210, 117975. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2021.117975>
- Fernández, E. V. (2019). Análisis microbiológico del agua potable del reservorio de Umuto El Tambo 2018. *Universidad Peruana Los Andes*. <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/1081>
- Ferro, P., Rossel-Bernedo, L. J., Ferró-Gonzáles, A. L., & Vaz-Moreira, I. (2022). Quality Control of Drinking Water in the City of Ilave, Region of Puno, Peru. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(17), Article 17. <https://doi.org/10.3390/ijerph191710779>

- Fida, M., Li, P., Wang, Y., Alam, S. M. K., & Nsabimana, A. (2023). Water Contamination and Human Health Risks in Pakistan: A Review. *Exposure and Health*, 15(3), 619-639. <https://doi.org/10.1007/s12403-022-00512-1>
- Franceschelli, A., Bonadonna, L., Cacciò, S. M., Sannella, A. R., Cintori, C., Gargiulo, R., Coccia, A. M., Paradiso, R., Iaconelli, M., Briancesco, R., & Tripodi, A. (2022). An outbreak of cryptosporidiosis associated with drinking water in north-eastern Italy, August 2019: Microbiological and environmental investigations. *Eurosurveillance*, 27(35), 2200038. <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2022.27.35.2200038>
- Gastañaga, M. del C. (2018). Agua, saneamiento y salud. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 35(2), 181-182. <https://doi.org/10.17843/rpmpesp.2018.352.3732>
- Hayward, C., Ross, K. E., Brown, M. H., Bentham, R., & Whiley, H. (2022). The Presence of Opportunistic Premise Plumbing Pathogens in Residential Buildings: A Literature Review. *Water*, 14(7), 1129. <https://doi.org/10.3390/w14071129>
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas: cuantitativa, cualitativa y mixta*. Mc Graw Hill educación. <http://repositorio.uasb.edu.bo/handle/54000/1292>
- Hu, Z., Zhang, L., Zhong, L., Zhou, Y., Xue, J., & Li, Y. (2019). Preparation of an antibacterial chitosan-coated biochar-nanosilver composite for drinking water purification. *Carbohydrate Polymers*, 219, 290-297. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2019.05.017>
- Khan, I. U. H., Murdock, A., Mahmud, M., Cloutier, M., Benoit, T., Bashar, S., Patidar, R., Mi, R., Daneshfar, B., Farenhorst, A., & Kumar, A. (2022). Quantitative Assessment of First Nations Drinking Water Distribution Systems for Detection and Prevalence of Thermophilic *Campylobacter* Species. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(17), 10466. <https://doi.org/10.3390/ijerph191710466>
- Khan, J. R., Hossain, Md. B., Chakraborty, P. A., & Mistry, S. K. (2022). Household drinking water *E. coli* contamination and its associated risk with childhood diarrhea in Bangladesh. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(21), 32180-32189. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-18460-9>

- Kiplagat, J. (2023). *Characterization of Thermotolerant Escherichia Coli and Associated Risk Factors with Contamination of Source and Household Drinking Water in Kericho District, Kenya* [Thesis, JKUAT-COHES]. <http://localhost/xmlui/handle/123456789/6145>
- Kisa, A., Reiner Jr, R. C., Deshpande, A., Miller-Petrie, M. K., Kisa, S., Lindstedt, P. A., & WaSH Collaborators, L. B. of D. (2020). Mapping geographical inequalities in access to drinkingwater and sanitation facilities in low-income andmiddle-income countries, 2000–17. *The Lancet Global Health*. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(20\)30278-3](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(20)30278-3)
- Kristanti, R. A., Hadibarata, T., Syafrudin, M., Yılmaz, M., & Abdullah, S. (2022). Microbiological Contaminants in Drinking Water: Current Status and Challenges. *Water, Air, & Soil Pollution*, 233(8), 299. <https://doi.org/10.1007/s11270-022-05698-3>
- Kumar, T., Naik, S., & Jujjavarappu, S. E. (2022). A critical review on early-warning electrochemical system on microbial fuel cell-based biosensor for on-site water quality monitoring. *Chemosphere*, 291, 133098. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.133098>
- Lanrewaju, A. A., Enitan-Folami, A. M., Sabiu, S., Edokpayi, J. N., & Swalaha, F. M. (2022). Global public health implications of human exposure to viral contaminated water. *Frontiers in Microbiology*, 13. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2022.981896>
- Larson, A., Hartinger, S. M., Riveros, M., Salmon-Mulanovich, G., Hattendorf, J., Verastegui, H., Huaylinos, M. L., & Mäusezahl, D. (2019). Antibiotic-Resistant Escherichia coli in Drinking Water Samples from Rural Andean Households in Cajamarca, Peru. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 100(6), 1363-1368. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.18-0776>
- Li, P., & Wu, J. (2019). Drinking Water Quality and Public Health. *Exposure and Health*, 11(2), 73-79. <https://doi.org/10.1007/s12403-019-00299-8>
- Lindmark, M., Cherukumilli, K., Crider, Y. S., Marcenac, P., Lozier, M., Voth-Gaeddert, L., Lantagne, D. S., Mihelcic, J. R., Zhang, Q. M., Just, C., & Pickering, A. J. (2022). Passive In-Line Chlorination for Drinking Water Disinfection: A Critical Review. *Environmental Science & Technology*, 56(13), 9164-9181. <https://doi.org/10.1021/acs.est.1c08580>
- Luvhimbi, N., Tshitangano, T. G., Mabunda, J. T., Olaniyi, F. C., & Edokpayi, J. N. (2022). Water quality assessment and evaluation of human health risk of drinking water from source to point

- of use at Thulamela municipality, Limpopo Province. *Scientific Reports*, 12(1), Article 1. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-10092-4>
- Maguvu, T. E., Bezuidenhout, C. C., Kritzinger, R., Tsholo, K., Plaatjie, M., Molale-Tom, L. G., Mienie, C. M., & Coertze, R. D. (2020). Combining physicochemical properties and microbiome data to evaluate the water quality of South African drinking water production plants. *PLOS ONE*, 15(8), e0237335. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0237335>
- Maje, M. D., Kaptchouang Tchatchouang, C. D., Manganyi, M. C., Fri, J., & Ateba, C. N. (2020). Characterisation of *Vibrio* Species from Surface and Drinking Water Sources and Assessment of Biocontrol Potentials of Their Bacteriophages. *International Journal of Microbiology*, 2020, e8863370. <https://doi.org/10.1155/2020/8863370>
- McGuire, B. E., & Nano, F. E. (2023). Whole-genome sequencing analysis of two heat-evolved *Escherichia coli* strains. *BMC Genomics*, 24(1), 154. <https://doi.org/10.1186/s12864-023-09266-9>
- Mejía, L. M. M., Herrera, M. E. Z., & García, D. L. O. C. (2021). Análisis microbiológico del agua para consumo humano de la población del centro poblado pachapiriana, distrito de chontalí, provincia de Jaén– 2019. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(6), Article 6. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v5i6.1355](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i6.1355)
- Mejía, L. M., Zelada, M. E., & Carbajal-García, L. O. (2023). Microbiological analysis of water for human consumption of the population of the Pachapiriana population center, chontalí district, jaén province – 2019. *Seven Editora*. <https://sevenpublicacoes.com.br/index.php/editora/article/view/1991>
- Mohammed, H., Tornyeviadzi, H. M., & Seidu, R. (2021). Modelling the impact of water temperature, pipe, and hydraulic conditions on water quality in water distribution networks. *Water Practice and Technology*, 16(2), 387-403. <https://doi.org/10.2166/wpt.2021.002>
- Moideen, S. K., Anas, A., Sobhanan, J., Zhao, H., & Biju, V. (2022). Photoeradication of aquatic pathogens by curcumin for clean and safe drinking water. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 432, 114104. <https://doi.org/10.1016/j.jphotochem.2022.114104>

- Morgan, C. E., Bowling, J. M., Bartram, J., & Kayser, G. L. (2021). Attributes of drinking water, sanitation, and hygiene associated with microbiological water quality of stored drinking water in rural schools in Mozambique and Uganda. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 236, 113804. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2021.113804>
- Morris, C. L., Pokhrel, L. R., Williams, A., & Iverson, G. (2022). Understanding factors influencing total coliform and E. coli sampling outcomes in new private water wells in North Carolina, USA. *Groundwater for Sustainable Development*, 17, 100759. <https://doi.org/10.1016/j.gsd.2022.100759>
- Muddasir, Qasim, I., Najeeb-ur-Rehman, Ahmed, M. W., Khan, M. I., Bukhari, H., Mohamed, M. A. S., Ibrahim, A. O., Bashir, F. M., & Eldin, S. M. (2023). Degradation of *Vibrio cholerae* from drinking water by the underwater capillary discharge. *Open Physics*, 21(1). <https://doi.org/10.1515/phys-2022-0243>
- Naidu, A., & Lulu, S. (2022). Mucosal and systemic immune responses to *Vibrio cholerae* infection and oral cholera vaccines (OCVs) in humans: A systematic review. *Expert Review of Clinical Immunology*, 18(12), 1307-1318. <https://doi.org/10.1080/1744666X.2022.2136650>
- Nnachi, R. C., Sui, N., Ke, B., Luo, Z., Bhalla, N., He, D., & Yang, Z. (2022). Biosensors for rapid detection of bacterial pathogens in water, food and environment. *Environment International*, 166, 107357. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107357>
- Organismo Mundial de la Salud (OMS). (2022). *Miles de millones de personas se quedarán sin acceso a servicios de agua potable, saneamiento e higiene antes de 2030 a menos que el progreso se multiplique por cuatro, advierten la OMS y UNICEF*. <https://www.who.int/es/news/item/01-07-2021-billions-of-people-will-lack-access-to-safe-water-sanitation-and-hygiene-in-2030-unless-progress-quadruples-warn-who-unicef>
- Panis, C., Candioto, L. Z. P., Gaboardi, S. C., Gurzenda, S., Cruz, J., Castro, M., & Lemos, B. (2022). Widespread pesticide contamination of drinking water and impact on cancer risk in Brazil. *Environment International*, 165, 107321. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107321>

- Paredes, R. C., & Quinto, J. F. (2016). Evaluación fisicoquímica y microbiológica del agua de consumo humano en el Distrito de Palca Provincia de Tarma Región Junín. *Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión*. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/166>
- Petculescu, I., Hynds, P., Brown, R. S., McDermott, K., & Majury, A. (2022). An assessment of total coliforms and associated thresholds as water quality indicators using a large Ontario private drinking water well dataset. *Science of The Total Environment*, 846, 157478. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157478>
- Petris, A., Gonçalves, M. J., Roratto, P. A., & Goulart, J. A. G. (2019). Physicochemical, microbiological and parasitological characterization of the filter backwash water from a water treatment plant of Blumenau—SC and alternatives for treatment and reuse. *Revista Ambiente & Água*, 14, e2372. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2372>
- Petronella, F., Biase, D. D., Zaccagnini, F., Verrina, V., Lim, S.-I., Jeong, K.-U., Miglietta, S., Petrozza, V., Scognamiglio, V., P. Godman, N., R. Evans, D., McConney, M., & Sio, L. D. (2022). Label-free and reusable antibody-functionalized gold nanorod arrays for the rapid detection of *Escherichia coli* cells in a water dispersion. *Environmental Science: Nano*, 9(9), 3343-3360. <https://doi.org/10.1039/D2EN00564F>
- Peydayesh, M., & Mezzenga, R. (2021). Protein nanofibrils for next generation sustainable water purification. *Nature Communications*, 12(1), Article 1. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-23388-2>
- Pichel, N., Hymnô de Souza, F., Sabogal-Paz, L. P., Shah, P. K., Adhikari, N., Pandey, S., Shrestha, B. M., Gaihre, S., Pineda-Marulanda, D. A., Hincapie, M., Luwe, K., Kumwenda, S., Aguilar-Conde, J. C., Cortes, M. A. L. R. M., Hamilton, J. W. J., Byrne, J. A., & Fernandez-Ibañez, P. (2023). Field-testing solutions for drinking water quality monitoring in low- and middle-income regions and case studies from Latin American, African and Asian countries. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 11(6), 111180. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2023.111180>
- Pinzón, Á. M., Gaona, M. A., Bouwmans, M., Chávarro, L. C., Chafloque, J., Zuluaga, C., Aguirre, A., & Espinosa, A. F. (2020). Acceso a agua potable, protección ambiental y parasitismo

- intestinal infantil en El Codito. Bogotá, Colombia. *Revista de Salud Pública*, 21, 42-48. <https://doi.org/10.15446/rsap.v21n1.50305>
- Poolman, J. T., Geurtsen, J., & Weerdenburg, E. (2023). *Escherichia coli*. En *Reference Module in Biomedical Sciences* (p. B9780323999670000508). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-99967-0.00050-8>
- Quispe, A., Fernández, S., Acharte Lume, L., & Pérez-Foguet, A. (2020). Status of Water Quality for Human Consumption in High-Andean Rural Communities: Discrepancies between Techniques for Identifying Trace Metals. *J*, 3(2), Article 2. <https://doi.org/10.3390/j3020014>
- Reitter, C., Petzoldt, H., Korth, A., Schwab, F., Stange, C., Hamsch, B., Tiehm, A., Lagkouvardos, I., Gescher, J., & Hügler, M. (2021). *Seasonal Dynamics in the Number and Composition of Coliform Bacteria in Drinking Water Reservoirs*. <https://doi.org/10.1101/2021.02.16.428560>
- Ritchie, H., Spooner, F., & Roser, M. (2023). Clean Water. *Our World in Data*. <https://ourworldindata.org/clean-water>
- Rondón, J., Gavidia, C. M., González, R., & Ramos, D. (2022). Water Quality and Microbiological Contamination across the Fish Marketing Chain: A Case Study in the Peruvian Amazon (Lagoon Yarinacocha). *Water*, 14(9), Article 9. <https://doi.org/10.3390/w14091465>
- Saima, S., Ferdous, J., Sultana, R., Rashid, R. B., Almeida, S., Begum, A., & Jensen, P. K. M. (2023). Detecting Enteric Pathogens in Low-Risk Drinking Water in Dhaka, Bangladesh: An Assessment of the WHO Water Safety Categories. *Tropical Medicine and Infectious Disease*, 8(6), Article 6. <https://doi.org/10.3390/tropicalmed8060321>
- Saldaña, E. J. (2018). Determinación de la calidad del agua para consumo humano en el distrito de Bambamarca, provincia de Hualgayoc, región Cajamarca – 2017. *Universidad Privada del Norte*. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14209>
- Scalize, P. S., Gabriel, E. F. M., Lima, F. S., Arruda, P. N., Lopes, H. T. L., Paula Reis, Y., Carneiro, L. C., Bezerra, N. R., Fiaccadori, F. S., & Baumann, L. R. F. (2021). Physicochemical, microbiological quality, and risk assessment of water consumed by a quilombola community in midwestern Brazil. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(27), 35941-35957. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13146-8>

- Scherer, G. S., Leal, D. A. G., Greinert Goulart, J. A., Araújo, R. S., Beux, M. R., & Moreira, N. M. (2022). Parasitological, microbiological, and antimicrobial resistance profiles of raw and drinking water in a tourist city in the tri-border region of South America. *Journal of Water and Health*, 20(2), 385-395. <https://doi.org/10.2166/wh.2022.256>
- Siqueira, J. F., & Rôças, I. N. (2022). Present status and future directions: Microbiology of endodontic infections. *International Endodontic Journal*, 55(S3), 512-530. <https://doi.org/10.1111/iej.13677>
- Sokolova, E., Ivarsson, O., Lillieström, A., Speicher, N. K., Rydberg, H., & Bondelind, M. (2022). Data-driven models for predicting microbial water quality in the drinking water source using E. coli monitoring and hydrometeorological data. *Science of The Total Environment*, 802, 149798. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149798>
- Summers, J. K. (2020). *Water Quality: Science, Assessments and Policy*. BoD – Books on Demand.
- Suquet, J., Godo-Pla, Ll., Valentí, M., Ferràndez, L., Verdaguer, M., Poch, M., Martín, M. J., & Monclús, H. (2021). Assessing the effect of catchment characteristics to enhanced coagulation in drinking water treatment: RSM models and sensitivity analysis. *Science of The Total Environment*, 799, 149398. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149398>
- Teschler, J. K., Nadell, C. D., Drescher, K., & Yildiz, F. H. (2022). Mechanisms Underlying Vibrio cholerae Biofilm Formation and Dispersion. *Annual Review of Microbiology*, 76(1), 503-532. <https://doi.org/10.1146/annurev-micro-111021-053553>
- Tiwari, A., Ahmed, W., Oikarinen, S., Sherchan, S. P., Heikinheimo, A., Jiang, G., Simpson, S. L., Greaves, J., & Bivins, A. (2022). Application of digital PCR for public health-related water quality monitoring. *Science of The Total Environment*, 837, 155663. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155663>
- Valle, A., & Bolívar, J. (2021). Escherichia coli, the workhorse cell factory for the production of chemicals. En *Microbial Cell Factories Engineering for Production of Biomolecules* (pp. 115-137). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821477-0.00012-X>

- Varis, O., & Keskinen, M. (2023). *Population at Water Risk in World's International River Basins* (EGU23-6341). EGU23. Copernicus Meetings. <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu23-6341>
- Verma, M., & Sharma, A. (2022). Implimentation of The Tool for Centralized Water Quality Sampling Collection and Analysis. *Journal of Indian Association for Environmental Management (JIAEM)*, 42(1), Article 1. <https://doi.org/10.56042/jiaem.v42i1.40423>
- Wolde, A. M. (2022). *Public Health Microbiological Quality and Safety Assessment of Addis Ababa City Drinking Water Sources, Addis Ababa, Ethiopia* [Preprint]. In Review. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1627382/v1>
- Ye, C., Xian, X., Bao, R., Zhang, Y., Feng, M., Lin, W., & Yu, X. (2022). Recovery of microbiological quality of long-term stagnant tap water in university buildings during the COVID-19 pandemic. *Science of The Total Environment*, 806, 150616. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150616>
- Yeboah, S. I. I. K., Antwi-Agyei, P., & Domfeh, M. K. (2022). Drinking water quality and health risk assessment of intake and point-of-use water sources in Tano North Municipality, Ghana. *Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development*, 12(2), 157-167. <https://doi.org/10.2166/washdev.2022.152>
- Zhou, Q., Bian, Z., Yang, D., & Fu, L. (2023). Stability of Drinking Water Distribution Systems and Control of Disinfection By-Products. *Toxics*, 11(7), 606. <https://doi.org/10.3390/toxics11070606>

## CAPÍTULO VII. ANEXOS

### 7.1. Protocolo de monitoreo de agua para consumo humano

#### Actividades de gabinete

- Solicitud de permisos al representante de la municipalidad.
- Coordinaciones con representantes de Laboratorio Regional del Agua, del Gobierno Regional de Cajamarca.
- Revisión de información.
- Análisis de datos posterior al trabajo de campo

#### Actividades de campo

- Reconocimiento de los puntos de muestreo
- Colocamos los EPPS correspondientes como botas, guardapolvo, guantes, mascarillas, esto se realizó para cada punto de muestreo.
- Una vez colocado todos los elementos correspondientes para la adquisición de muestra se procedió a tomar el envase de vidrio (para los parámetros microbiológicos y parasitológicos), se destapó con el mayor cuidado y se llenó un aproximado de  $\frac{3}{4}$  de su capacidad, finalmente se tapó y se colocó a la caja térmica para su posterior traslado al laboratorio, previamente rotulado. Este procedimiento se ha realizado en los tres primeros puntos P1: Captación, P2: PTAP y P3: Reservorio.
- Para la recolección en las piletas de las casas seleccionadas, P4: Vivienda intermedia y P5: Vivienda en la parte final de la red de distribución; se esterilizó el caño con alcohol, se abrió el caño por un tiempo de 3 minutos antes y se procedió a recoger el agua en el envase de vidrio un aproximado de  $\frac{3}{4}$ . Se tapó correctamente, se procedió a rotular y finalmente se colocó en la caja térmica.
- Para los parámetros pH, temperatura y turbidez se procedió a tomar el envase de plástico, se destapó con el mayor cuidado se enjuago una vez y se procedió a llenarlo

un aproximado de  $\frac{3}{4}$  de su capacidad, finalmente se tapó, se rotulo y se colocó a la caja térmica para su posterior traslado hacia el laboratorio. Este procedimiento se realizó en los tres primeros puntos P1: Captación, P2: PTAP y P3: Reservorio.


- Para la recolección de muestras de los parámetros, pH, temperatura y turbidez en las piletas de las casas seleccionadas, P4: Vivienda intermedia Jr. Ramón Castilla N° 104 y P5: Vivienda en la parte final de la red de distribución; primero se esterilizó el caño con alcohol y algodón, se abrió el caño unos 3 minutos antes de tomar la muestra, pasado el tiempo se procedió a enjuagar una vez el envase y recoger el agua un aproximado de  $\frac{3}{4}$ . Se tapó correctamente, se procedió a rotular y finalmente se colocó en la caja térmica para luego trasladarlo al laboratorio.
- Finalmente se retiró todo el traje de protección para finalizar la acción del tomado de muestra.

**Las actividades de laboratorio se detallan en la Tabla 7**

## 7.2. Análisis estadístico

\*Sin título1 [ConjuntoDatos0] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda



	C.T	C.TT	E.Coli	pH	T	Tb	V.C	O.L	F.P	var
1	48,00	18,00	1,00	7,32	19,80	,23	1,00	1,00	1,00	
2	48,00	17,00	1,00	7,34	19,70	,25	1,00	1,00	1,00	
3	46,00	16,00	1,00	7,35	19,80	,26	1,00	1,00	1,00	
4	45,00	18,00	1,00	7,32	19,70	,23	1,00	1,00	1,00	
5	42,00	15,00	1,00	7,35	19,50	,22	1,00	1,00	1,00	
6	48,00	12,00	1,00	7,35	19,60	,23	1,00	1,00	1,00	
7	40,00	15,00	1,00	7,36	19,70	,22	1,00	1,00	1,00	
8	42,00	13,00	1,00	7,35	19,50	,30	1,00	1,00	1,00	
9	45,00	17,00	1,00	7,26	19,70	,35	1,00	1,00	1,00	
10	40,00	14,00	1,00	7,30	19,70	,30	1,00	1,00	1,00	
11	46,00	17,00	1,00	7,34	19,80	,26	1,00	1,00	1,00	
12	48,00	15,00	1,00	7,30	19,60	,35	1,00	1,00	1,00	
13	40,00	11,00	1,00	7,30	19,80	,30	1,00	1,00	1,00	
14	42,00	10,00	1,00	7,32	19,80	,35	1,00	1,00	1,00	
15	44,00	12,00	1,00	7,30	19,70	,33	1,00	1,00	1,00	
16	43,00	15,00	1,00	7,37	19,60	,30	1,00	1,00	1,00	
17	48,00	16,00	1,00	7,37	19,60	,25	1,00	1,00	1,00	
18	46,00	16,00	1,00	7,36	19,50	,25	1,00	1,00	1,00	
19	45,00	15,00	1,00	7,35	19,60	,32	1,00	1,00	1,00	
20	47,00	17,00	1,00	7,36	19,60	,26	1,00	1,00	1,00	
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										

<

Vista de datos Vista de variables

The screenshot shows the IBM SPSS Statistics Editor de datos interface. A table of variables is visible, and a dialog box titled 'Etiquetas de valor' is open. The dialog box contains a list of values and labels, with '1,00 = <1,8' and '2,00 = >1,8' selected. The dialog box also has buttons for 'Aceptar', 'Cancelar', 'Ayuda', 'Ortografía', 'Aceptar', 'Cancelar', and 'Ayuda'.

## Prueba T

### Estadísticas para una muestra

	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Coliformes totales	20	44,6500	2,87045	,64185
Coliformes termotolerantes	20	14,9500	2,30503	,51542
Escherichea coli	20	1,0000	,00000 <sup>a</sup>	,00000
Valor de pH	20	7,3335	,02961	,00662
Temperatura	20	19,6650	,10400	,02325
Turbiedad	20	,2780	,04526	,01012
Vibro Cholerae	20	1,0000	,00000 <sup>a</sup>	,00000
Organismos libres	20	1,0000	,00000 <sup>a</sup>	,00000
Formas parasitarias	20	1,0000	,00000 <sup>a</sup>	,00000

a. t no se puede calcular porque la desviación estándar es 0.

### Prueba para una muestra

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Coliformes totales	69,564	19	<.001	44,65000	43,3066	45,9934
Coliformes termotolerantes	29,005	19	<.001	14,95000	13,8712	16,0288
Valor de pH	1107,722	19	<.001	7,33350	7,3196	7,3474
Temperatura	845,629	19	<.001	19,66500	19,6163	19,7137
Turbiedad	27,469	19	<.001	,27800	,2568	,2992

### Tamaños de efecto de una muestra

		Standardizer <sup>a</sup>	Estimación de puntos	Intervalo de confianza al 95%	
				Inferior	Superior
Coliformes totales	d de Cohen	2,87045	15,555	10,629	20,472
	corrección de Hedges	2,99033	14,931	10,203	19,651
Coliformes termotolerantes	d de Cohen	2,30503	6,486	4,390	8,572
	corrección de Hedges	2,40130	6,226	4,214	8,228
▶ Valor de pH	d de Cohen	,02961	247,694	169,586	325,704
	corrección de Hedges	,03084	237,764	162,787	312,647
Temperatura	d de Cohen	,10400	189,088	129,460	248,642
	corrección de Hedges	,10834	181,508	124,270	238,674
Turbiedad	d de Cohen	,04526	6,142	4,152	8,122
	corrección de Hedges	,04715	5,896	3,986	7,797

a. El denominador utilizado en la estimación de tamaños del efecto.

La d de Cohen utiliza la desviación estándar de muestra.

La corrección de Hedges utiliza la desviación estándar de muestra, más un factor de corrección.

### 7.3. Solicitud de permiso a la municipalidad de Huambos

**SOLICITO:** Permiso para realizar muestras de la red hídrica de agua potable del distrito de Huambos.

**SEÑOR: Mariano Bustamante Díaz**  
Alcalde del distrito de Huambos.

Yo, **ALICIA CASTRO TANTALEÁN**, ex estudiante de la Universidad Nacional Autónoma de Chota, identificada con DNI N.º 73646228, con N.º de celular 901471130, natural de la comunidad de Mitoconga distrito de Huambos, provincia de Chota, me presento ante usted respetuosamente para tener que saludarle y al mismo tiempo manifestarle lo siguiente:

Que, requiriendo hacer investigación científica y determinar resultados para mi proyecto de tesis "Calidad microbiológica y parasitológica del agua de consumo humano en el distrito de Huambos, provincia de Chota", solicito a usted y/o también los encargados del área correspondiente que se me seda el permiso correspondiente para realizar toma de muestras de agua en 3 puntos ya identificados ( P1: Captación, P2: Salida del sistema de tratamiento de agua, P3: A la salida de la infraestructura del almacenamiento (reservorio) durante 2 meses, dichos resultados serán de total **confidencialidad** con la entidad municipal y se utilizarán solamente para determinar mi proyecto investigación con fines de titulación en la carrera de ingeniería forestal y ambiental.

POR LO EXPUESTO:

Ruego a usted Sr. alcalde acceder mi petición por considerarla sumamente necesaria.

Huambos, 21 de marzo del 2023.

  
ALICIA CASTRO TANTALEÁN  
DNI N° 73646228

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUAMBOS	
MESA DE PARTES	
EXP	FECHA:
359	4:34PM 21/03/23
N° FOLIOS	FIRMA
01	

#### 7.4. Fotografías de las tomas de muestras de agua en diferentes puntos

##### Figura 6

*Toma de muestra de agua para los parámetros microbiológicos, parasitológicos, en el P1:  
Captación*



##### Figura 7

*Toma de muestra de agua para los parámetros microbiológicos, parasitológicos, en el P2:  
PTAP*



**Figura 8**

*Toma de muestra de agua para los parámetros microbiológicos, parasitológicos, en el P4:*

*Vivienda intermedia jr. Ramon Castilla N° 104*

**Figura 9**

*Toma de muestra de agua para los parámetros microbiológicos, parasitológicos, en el P5:*


*Vivienda final, Jr. La Ermita S/N*



## 7.5. Imágenes de los resultados de los análisis

Figura 10

Resultados de los análisis de laboratorio, fecha 11 de abril del 2023

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA		GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA		INACAL	
LABORATORIO REGIONAL AGUA		LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA CON REGISTRO N° LE-084		Registro N° LE - 084	
<b>INFORME DE ENSAYO N°</b>					
<b>IE 0423203</b>					
<b>DATOS DEL CLIENTE</b>					
Razon Social/Nombre	ALICIA CASTRO TANTALEAN				
Dirección	Jr. Ramón Castilla s/n - Huambos				
Persona de contacto	-	Correo electrónico	lichacastrot05@gmail.com		
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>					
Fecha del Muestreo	11.04.23	Hora de Muestreo	11:00 - 17:00		
Responsable de la toma de muestra	Cliente	Plan de muestreo N°	-		
Procedimiento de Muestreo	-				
Tipo de Muestreo	Puntual				
Número de puntos de muestreo	05				
Ensayos solicitados	Fisicoquímicos- Microbiológicos				
Breve descripción del estado de la muestra	Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservación y conservación				
Referencia de la Muestra:	Calidad del Agua de Consumo Humano en Función a los Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos en el Distrito de Huambos, Provincia de Chota.				
<b>DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO</b>					
N° Contrato	SC-232	Cadena de Custodia	CC - 203 - 23		
Fecha y Hora de Recepción	12.04.23	08:05	Inicio de Ensayo	12.04.23	08:20
Reporte Resultado	21.04.23	16:10			
 Edder Neyra Uscio Responsable de Laboratorio CIP: 147028					
LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA					
Cajamarca, 21 de abril de 2023					
Página: 1 de 3					



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA  
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA  
CON REGISTRO N° LE-084



## INFORME DE ENSAYO N°

IE 0423203

ENSAYOS			FISICOQUÍMICOS				
Código de la Muestra	P1: Captación	P2: Salida de la PTAP	P3: Reservorio	P4: Vivienda Intermedia	P5: Vivienda Final		
Código Laboratorio	0423203-01	0423203-02	0423203-03	0423203-04	0423203-05		
Matriz	Natural	Natural	Natural	Natural	Natural		
Descripción	Subterránea	Subterránea	Subterránea	Subterránea	Subterránea		
Localización de la Muestra	Yanocuna-Huambos	Yanocuna-Huambos	Yanocuna-Huambos	Distrito Huambos	Distrito Huambos		
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados				
Temperatura (T°)	°C	N.A.	19.8	19.5	19.7	19.8	19.6
pH a 25°C	pH	NA	7.32	7.35	7.26	7.30	7.37
Turbidez	NTU	0.09	0.23	0.22	0.35	0.30	0.25

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

ENSAYOS			MICROBIOLÓGICOS				
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados				
Coliformes Totales	NMP/100mL	1.8	48	42	45	40	48
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1.8	18	15	17	11	16
Escherichia coli	NMP/100mL	1.8	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8
(*) Organismos de Vida Libre	N° Org/L	1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
(*) Vibrio cholerae	Presencia/100 mL	N.A.	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
(*) Formas Parasitarias	N° Org/L	1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0

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

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Temperatura	°C	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 23rd Ed. 2017; Temperature. Laboratory and Field Methods
Potencial de Hidrógeno (pH) a 25°C	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017; pH Value: Electrometric Method.
Turbidez	NTU	SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 2130, B, 23rd Ed. 2017; Turbidity. Nephelometric Method
Coliformes Totales	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C, 23rd Ed. 2017; 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, 23rd Ed. 2017; 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,G2, 23rd Ed. 2017; Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Other Escherichia coli Procedures.
(*) Organismos de Vida Libre	N° Org/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10200 C.1, F.2, a, c.1, 23rd Ed 2017 / SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10200 G, 23rd Ed 2017; Plankton, Concentration Techniques. Phytoplankton Counting Techniques / Plankton, Zooplankton, Counting Techniques.
(*) Vibrio cholerae	Presencia/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF-Part 9260 H, Items 2, 3 d 1 (excepto prueba de latex e inmovilización microscópica)), 6a, 7(Sin identificación del serogrupo O139), 23rd Ed. 2017; Detection of pathogenic bacteria. Vibrio
(*) Formas Parasitarias	N° Org/L	Concentración por centrifugación - Floculación: Método de Faust. Evaluación de riesgos para la salud por el uso de aguas residuales en agricultura. Manual de metodologías para el análisis microbiológico de aguas residuales y productos agrícolas. OPS/CEPIS. Margarita Aurazo. Lima, Perú. 1993.

Cajamarca, 21 de abril de 2023

DEL AGUA



Página: 2 de 3



**LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA**  
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA  
CON REGISTRO N° LE-084



**INFORME DE ENSAYO N°**

**IE 0423203**

**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 los 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 acreditacion 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, 21 de abril de 2023

LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA



Página: 3 de 3

Figura 11

Resultados de los análisis de laboratorio, fecha 25 de abril del 2023

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA					
LABORATORIO REGIONAL AGUA			LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA CON REGISTRO N° LE-084		
			INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado Registro N° LE - 084		
INFORME DE ENSAYO N°					
IE 0433203					
DATOS DEL CLIENTE					
Razon Social/Nombre	ALICIA CASTRO TANTALEAN				
Dirección	Jr. Ramón Castilla s/n - Huambos				
Persona de contacto	-	Correo electrónico	lichacastrot05@gmail.com		
DATOS DE LA MUESTRA					
Fecha del Muestreo	25.04.23	Hora de Muestreo	9:30 - 4:00		
Responsable de la toma de muestra	Cliente	Plan de muestreo N°	-		
Procedimiento de Muestreo	-				
Tipo de Muestreo	Puntual				
Número de puntos de muestreo	05				
Ensayos solicitados	Fisicoquímicos- Microbiológicos				
Breve descripción del estado de la muestra	Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservación y conservación				
Referencia de la Muestra:	Calidad del Agua de Consumo Humano en Función a los Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos en el Distrito de Huambos, Provincia de Chota.				
DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO					
N° Contrato	SC - 332	Cadena de Custodia	CC - 203 - 23		
Fecha y Hora de Recepción	26.04.23	08:05	Inicio de Ensayo	26.04.23	08:30
Reporte Resultado	01.05.23	16:10			
 Edder Neyra Uaiso Responsable de Laboratorio CIP: 147028					
LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA Cajamarca, 01 de mayo de 2023					
Página: 1 de 3					
LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA - GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO LUIS ALBERTO SANCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE. CAJAMARCA - PERU					



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA  
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE-084



## INFORME DE ENSAYO N°

IE 0433203

ENSAYOS			FISICOQUÍMICOS					
Código de la Muestra	P1: Captación	P2: Salida de la PTAP	P3: Reservorio	P4: Vivienda Intermedia	P5: Vivienda Final			
Código Laboratorio	0423203-01	0423203-02	0423203-03	0423203-04	0423203-05			
Matriz	Natural	Natural	Natural	Natural	Natural			
Descripción	Subterránea	Subterránea	Subterránea	Subterránea	Subterránea			
Localización de la Muestra	Yanocuna-Huambos	Yanocuna-Huambos	Yanocuna-Huambos	Distrito Huambos	Distrito Huambos			
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Temperatura (T°)	°C	N.A.	197	196	197	198	195	-
pH a 25°C	pH	NA	7.34	7.35	7.30	7.32	7.36	-
Turbidez	NTU	0.09	0.25	0.23	0.30	0.35	0.25	-

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

ENSAYOS			MICROBIOLÓGICOS					
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Coliformes Totales	NMP/100mL	1.8	48	48	40	42	46	-
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1.8	17	12	14	10	16	-
Escherichia coli	NMP/100mL	1.8	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	-
(*) Organismos de Vida Libre	N° Org/L	1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	-
(*) Vibrio cholerae	Presencia/100 mL	N.A.	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	-
(*) Formas Parasitarias	N° Org/L	1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	-

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

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Temperatura	°C	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 23rd Ed. 2017: Temperature. Laboratory and Field Methods
Potencial de Hidrógeno (pH) a 25°C	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017. pH Value: Electrometric Method.
Turbidez	NTU	SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 2130, B, 23rd Ed. 2017. Turbidity. Nephelometric Method
Coliformes Totales	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C, 23rd Ed. 2017: 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, 23rd Ed. 2017: 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,G2, 23rd Ed. 2017: Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Other Escherichia coli Procedures.
(*) Organismos de Vida Libre	N° Org/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10200 C.1, F.2 a, c.1, 23rd Ed 2017 / SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10200 G, 23rd Ed.2017. Plankton. Concentration Techniques. Phytoplankton Counting Techniques / Plankton, Zooplankton, Counting Techniques.
(*) Vibrio cholerae	Presencia/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF-Part 9260 H, Items 2, 3 d 1(excepto prueba de latex e inmovilización microscópica), 6a, 7(Sin identificación del serogrupo O139), 23rd Ed. 2017: Detection of pathogenic bacteria Vibrio
(*) Formas Parasitarias	N° Org/L	Concentración por centrifugación - Flotación: Método de Faust. Evaluación de riesgos para la salud por el uso de aguas residuales en agricultura. Manual de metodologías para el análisis microbiológico de aguas residuales y productos agrícolas. OPS/CEPIS. Margarita Aurazo. Lima, Perú. 1993.

Cajamarca, 01 de mayo de 2023



Página: 2 de 3



**LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA**  
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE-084



**INFORME DE ENSAYO N°**

**IE 0433203**

**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 los 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, 01 de mayo de 2013

**LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA**



Página: 3 de 3

Figura 12

Resultados de los análisis de laboratorio, fecha 09 de mayo del 2023

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA		GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA		INACAL	
		LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA CON REGISTRO N° LE-084			
<b>LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA</b>					
<b>INFORME DE ENSAYO N°</b>					
<b>IE 0443203</b>					
<b>DATOS DEL CLIENTE</b>					
Razon Social/Nombre	ALICIA CASTRO TANTALEAN				
Dirección	Jr. Ramón Castilla s/n - Huambos				
Persona de contacto	-	Correo electrónico	lichacastro05@gmail.com		
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>					
Fecha del Muestreo	09.05.23	Hora de Muestreo	10.00-16.00		
Responsable de la toma de muestra	Cliente	Plan de muestreo N°	-		
Procedimiento de Muestreo	-				
Tipo de Muestreo	Puntual				
Número de puntos de muestreo	05				
Ensayos solicitados	Fisicoquímicos- Microbiológicos				
Breve descripción del estado de la muestra	Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservación y conservación				
Referencia de la Muestra:	Calidad del Agua de Consumo Humano en Función a los Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos en el Distrito de Huambos, Provincia de Chota.				
<b>DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO</b>					
N° Contrato	SC- 432	Cadena de Custodia	CC - 203 - 23		
Fecha y Hora de Recepción	09.05.23	08:05	Inicio de Ensayo	09.05.23	8:30
Reporte Resultado	22.05.23	15:20			
 Eider Neyra Vaiso Responsable de Laboratorio CIP: 147028					
LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA					
Cajamarca, 22 de mayo de 2023					
Página: 1 de 3					



**LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA**  
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA  
CON REGISTRO N° LE-084



## INFORME DE ENSAYO N°

IE 0443203

ENSAYOS			FISICOQUÍMICOS					
Código de la Muestra	P1: Captación	P2: Salida de la PTAP	P3: Reservorio	P4: Vivienda Intermedia	P5: Vivienda Final			
Código Laboratorio	0423203-01	0423203-02	0423203-03	0423203-04	0423203-05			
Matriz	Natural	Natural	Natural	Natural	Natural			
Descripción	Subterránea	Subterránea	Subterránea	Subterránea	Subterránea			
Localización de la Muestra	Yanocuna-Huambos	Yanocuna-Huambos	Yanocuna-Huambos	Distrito Huambos	Distrito Huambos			
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Temperatura (T°)	°C	N.A.	19.8	19.7	19.8	19.7	19.6	-
pH a 25°C	pH	NA	7.35	7.36	7.34	7.30	7.35	-
Turbidez	NTU	0.09	0.26	0.22	0.26	0.33	0.32	-

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

ENSAYOS			MICROBIOLÓGICOS					
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Coliformes Totales	NMP/100mL	1.8	46	40	46	44	45	-
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1.8	16	15	17	12	15	-
Escherichia coli	NMP/100mL	1.8	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	-
(*) Organismos de Vida Libre	N° Org/L	1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	-
(*) Vibrio cholerae	Presencia/100 mL	N.A.	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	
(*) Formas Parasitarias	N° Org/L	1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	-

*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*

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Temperatura	°C	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 23rd Ed. 2017: Temperature. Laboratory and Field Methods
Potencial de Hidrógeno (pH) a 25°C	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017: pH Value: Electrometric Method.
Turbidez	NTU	SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 2130, B, 23rd Ed. 2017: Turbidity. Nephelometric Method
Coliformes Totales	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A, B, C, 23rd Ed. 2017: 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, 23rd Ed. 2017: 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, G2, 23rd Ed. 2017: Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Other Escherichia coli Procedures.
(*) Organismos de Vida Libre	N° Org/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10200 C.1, F.2, a, c.1, 23rd Ed. 2017 / SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10200 G, 23rd Ed. 2017: Plankton. Concentration Techniques. Phytoplankton Counting Techniques / Plankton. Zooplankton. Counting Techniques.
(*) Vibrio cholerae	Presencia/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF-Part 9260 H, items 2, 3 d 1(excepto prueba de latex e inmovilización microscópica), 6a, 7(Sin identificación del serogrupo O139), 23rd Ed. 2017: Detection of pathogenic bacteria. Vibrio
(*) Formas Parasitarias	N° Org/L	Concentración por centrifugación - Flotación. Método de Faust. Evaluación de riesgos para la salud por el uso de aguas residuales en agricultura. Manual de metodologías para el análisis microbiológico de aguas residuales y productos agrícolas. OPS/CEPIS. Margarita Aurazo. Lima, Perú. 1993.

**DEL AGUA** Cajamarca, 22 de mayo de 2023



Página: 2 de 3



**LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA**  
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA  
CON REGISTRO N° LE-084



**INFORME DE ENSAYO N°**

IE 0443203

**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 los 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, 22 de mayo de 2023


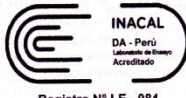

LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA



Página: 3 de 3

Figura 13

Resultados de los análisis de laboratorio, fecha 23 de mayo del 2023

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA			
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA			
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-084			
			
<b>INFORME DE ENSAYO N°</b>			
IE 0443203			
<b>DATOS DEL CLIENTE</b>			
Razon Social/Nombre	ALICIA CASTRO TANTALEAN		
Dirección	Jr. Ramón Castilla s/n - Huambos		
Persona de contacto		Correo electrónico	lichacastrot05@gmail.com
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>			
Fecha del Muestreo	23.05.23	Hora de Muestreo	10:00-16:00
Responsable de la toma de muestra	Cliente	Plan de muestreo N°	-
Procedimiento de Muestreo	-		
Tipo de Muestreo	Puntual		
Número de puntos de muestreo	05		
Ensayos solicitados	Fisicoquímicos- Microbiológicos		
Breve descripción del estado de la muestra	Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservacion y conservación		
Referencia de la Muestra:	Calidad del Agua de Consumo Humano en Función a los Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos en el Distrito de Huambos, Provincia de Chota.		
<b>DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO</b>			
N° Contrato	SC- 432	Cadena de Custodia	CC - 203 - 23
Fecha y Hora de Recepción	24.05.23	08:10	Inicio de Ensayo 24.05.23 08:30
Reporte Resultado	05.05.23	16:00	
 Eider Neyra Uaiso Responsable de Laboratorio CIP: 147028			
LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA			
Cajamarca, 05 de junio de 2023			
Página: 1 de 3			
BORATORIO REGIONAL DEL AGUA - GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO LUIS ALBERTO SANCHEZ S/N. UR. EL ROSQUE CAJAMARCA, PERU			



**LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA**  
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA  
CON REGISTRO N° LE-084



**INFORME DE ENSAYO N°**

**IE 0443203**

ENSAYOS			FISICOQUÍMICOS					
Código de la Muestra	P1: Captación	P2: Salida de la PTAP	P3: Reservorio	P4: Vivienda Intermedia	P5: Vivienda Final	-		
Código Laboratorio	0423203-01	0423203-02	0423203-03	0423203-04	0423203-05	-		
Matriz	Natural	Natural	Natural	Natural	Natural	-		
Descripción	Subterránea	Subterránea	Subterránea	Subterránea	Subterránea	-		
Localización de la Muestra	Yanocuna-Huambos	Yanocuna-Huambos	Yanocuna-Huambos	Distrito Huambos	Distrito Huambos	-		
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Temperatura (T°)	°C	N.A.	19.7	19.5	19.6	19.6	19.6	-
pH a 25°C	pH	NA	7.32	7.35	7.30	7.37	7.36	-
Turbidez	NTU	0.09	0.23	0.30	0.35	0.30	0.26	-

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

ENSAYOS			MICROBIOLÓGICOS					
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Coliformes Totales	NMP/100mL	1.8	45	42	48	43	47	-
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1.8	18	13	15	15	17	-
Escherichia coli	NMP/100mL	1.8	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	-
(*) Organismos de Vida Libre	N° Org/L	1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	-
(*) Vibrio cholerae	Presencia/100 mL	N.A.	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	-
(*) Formas Parasitarias	N° Org/L	1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	-

*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*

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Temperatura	°C	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 23rd Ed. 2017; Temperature Laboratory and Field Methods
Potencial de Hidrógeno (pH) a 25°C	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017, pH Value: Electrometric Method.
Turbidez	NTU	SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 2130, B, 23rd Ed. 2017, Turbidity: Nephelometric Method
Coliformes Totales	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C, 23rd Ed. 2017; 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, 23rd Ed. 2017; 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,G2, 23rd Ed. 2017; Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Other Escherichia coli Procedures.
(*) Organismos de Vida Libre	N° Org/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10200 C.1, F.2 a, c, 1, 23rd Ed. 2017 / SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10200 G, 23rd Ed. 2017; Plankton. Concentration Techniques. Phytoplankton Counting Techniques / Plankton, Zooplankton. Counting Techniques.
(*) Vibrio cholerae	Presencia/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF-Part 9260 H, items 2, 3 d 1(excepto prueba de latex e inmovilización microscópica)), 6a, 7(Sin identificación del serogrupo O139), 23rd Ed. 2017; Detection of pathogenic bacteria. Vibrio
(*) Formas Parasitarias	N° Org/L	Concentración por centrifugación - Floculación; Método de Faust. Evaluación de riesgos para la salud por el uso de aguas residuales en agricultura. Manual de metodologías para el análisis microbiológico de aguas residuales y productos agrícolas. OPS/CEPIS, Margarita Aurazo, Lima, Perú, 1993

Cajamarca, 05 de junio de 2023



Página: 2 de 3



**LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA**  
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA  
CON REGISTRO N° LE-084



**INFORME DE ENSAYO N°**

IE 0443203

**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 los 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, 05 de junio de 2023

**LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA**



Página: 3 de 3