



# Universidad Nacional Autónoma de Chota

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Unidad de Investigación

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

“Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”



## 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 “**Determinación de la calidad del agua para consumo humano captada de la niebla en la comunidad de Shotorco (Los Verdes), distrito y provincia de Chota - Cajamarca**”; desarrollada por **Jhonathan Ronalinho Fernández Maluquis** de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental, **asesorado por el M.Sc. Ismael Suárez Medina**; presenta un **ÍNDICE DE SIMILITUD DEL 18%**, 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 enero de 2025.

Atentamente

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




RIMCH/DUIFCA  
Interesado  
AFCA  
Archivo  
Chota 2025

CO-01-2024-UIFCA-UNACH

Correo: investigacionfca@unach.edu.pe

# JHONATHAN RONALDINHO FERNANDEZ MALUQUIS

## IT-CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD-UIFCA

-  INFORME DE TESIS 2024
-  PROYECTOS Y TESIS 2024
-  Universidad Nacional Autonoma de Chota

### Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::1:3123872752

Fecha de entrega

2 ene 2025, 7:26 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

2 ene 2025, 7:29 p.m. GMT-5

Nombre de archivo

FINAL\_DE\_TESIS\_JHONATHAN RONALDINHO\_FERN\_NDEZ\_MALUQUIS\_-\_T.docx

Tamaño de archivo

9.8 MB

76 Páginas

12,875 Palabras

66,862 Caracteres




# 18% Similitud general

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

## Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía

## Fuentes principales

- 17%  Fuentes de Internet
- 7%  Publicaciones
- 6%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

## Marcas de integridad

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

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

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

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

## Fuentes principales

- 17% Fuentes de Internet
- 7% Publicaciones
- 6% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

## Fuentes principales

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

1	Internet		
		repositorio.unc.edu.pe	3%
2	Internet		
		hdl.handle.net	2%
3	Internet		
		repositorio.undac.edu.pe	1%
4	Internet		
		repositorio.ucv.edu.pe	1%
5	Internet		
		repositorio.upsc.edu.pe	1%
6	Internet		
		repositorio.lamolina.edu.pe	0%
7	Internet		
		repositorio.unu.edu.pe	0%
8	Internet		
		es.scribd.com	0%
9	Publicación		
		KNIGHT PIESOLD CONSULTORES S.A.. "EIA del Proyecto Constancia-IGA0000697", ...	0%
10	Trabajos del estudiante		
		Universidad Anahuac México Sur	0%
11	Internet		
		m.repositorio.unj.edu.pe	0%

12	Internet	repositorio.unach.edu.pe	0%
13	Internet	www.pumagua.unam.mx	0%
14	Internet	pt.scribd.com	0%
15	Internet	www.coursehero.com	0%
16	Internet	bibliotecadigital.fia.cl	0%
17	Internet	repositorio.continental.edu.pe	0%
18	Internet	worldwidescience.org	0%
19	Internet	repositorio.ug.edu.ec	0%
20	Internet	repositorio.upn.edu.pe	0%
21	Internet	repositorio.unfv.edu.pe	0%
22	Internet	repositorio.unap.edu.pe	0%
23	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo	0%
24	Trabajos del estudiante	Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez	0%
25	Internet	biblioteca.usac.edu.gt	0%

26	Internet	repositorio.udh.edu.pe	0%
27	Internet	www.iesiperu.org.pe	0%
28	Internet	cdn.www.gob.pe	0%
29	Internet	corpocaldas2022.blob.core.windows.net	0%
30	Internet	s3.amazonaws.com	0%
31	Internet	repositorio.unbosque.edu.co	0%
32	Internet	repositorio.ucss.edu.pe	0%
33	Internet	repositorio.uss.edu.pe	0%
34	Internet	sourceforge.net	0%
35	Internet	www.slideshare.net	0%
36	Publicación	Dolores Esmilda Castillo Vereau, Lurdes Tuesta Collantes, Seiri Eric Salazar Saldañ...	0%
37	Trabajos del estudiante	Universidad Autónoma de Madrid	0%
38	Internet	repositorio.unsa.edu.pe	0%
39	Publicación	Tomás Darío Marín-Velásquez, Edwin Julio Cóndor-Salvatierra. "Capacidad de rete...	0%

40	Trabajos del estudiante	Universidad de Cádiz	0%
41	Internet	www.t13.cl	0%
42	Internet	www.villagonzalez.net	0%
43	Trabajos del estudiante	Universidad Continental	0%
44	Internet	qdoc.tips	0%
45	Internet	13989122159.srv040146.webreus.net	0%
46	Publicación	Bravo, Luguí Paolo Fenco. "Desarrollo de un Controlador Fuzzy Adaptativo por M...	0%
47	Internet	noticiaslogisticaytransporte.com	0%
48	Internet	solar-energia.net	0%
49	Internet	www.todoperiodismo.com	0%
50	Publicación	SERV GEOGRAFICOS Y MEDIO AMBIENTE SAC. "Plan de Cese Temporal de Activida...	0%
51	Internet	dspace.ups.edu.ec	0%
52	Internet	pesquisa.bvsalud.org	0%
53	Internet	repositorio.ana.gob.pe	0%

54	Internet	ajme65.blogia.com	0%
55	Internet	bibvirtual.ucb.edu.bo	0%
56	Internet	purl.org	0%
57	Internet	www.fucema.org.ar	0%
58	Internet	www.jmcorrales.com	0%
59	Internet	www.microregionecos.com.ar	0%
60	Trabajos del estudiante	Universidad Privada del Norte	0%
61	Internet	bookmarkinglife.com	0%
62	Internet	cienciadigital.org	0%
63	Internet	http://192.91.247.23/wto/spanish/tratop_s/dispu_s/135ra1_a_s.pdf	0%
64	Internet	pdf.usaid.gov	0%
65	Internet	repositorio.uam.es	0%
66	Internet	repositorio.upeu.edu.pe:8080	0%
67	Internet	rlc.fao.org	0%

68	Internet	tesis.pucp.edu.pe	0%
69	Internet	transparencia.unitru.edu.pe	0%
70	Internet	www.flipsnack.com	0%
71	Internet	www.unicordoba.edu.co	0%
72	Publicación	Mohsin Ullah Mohsin, Ali Muhammad Yousafzai. "Fresh records on Ichthyofaunal ...	0%
73	Internet	de.slideshare.net	0%
74	Internet	dspace.unach.edu.ec	0%
75	Internet	eprints.ucm.es	0%
76	Internet	es.mongabay.com	0%
77	Internet	es.slideshare.net	0%
78	Internet	fdocuments.ec	0%
79	Internet	ins.gob.pe	0%
80	Internet	issuu.com	0%
81	Internet	prezi.com	0%

82	Internet	repositorio.pucp.edu.pe	0%
83	Internet	repositorio.unsm.edu.pe	0%
84	Internet	revencyt.ula.ve	0%
85	Internet	upc.aws.openrepository.com	0%
86	Internet	www.cepis.org.pe	0%
87	Internet	www.ideam.gov.co	0%
88	Internet	www.repositorio.unach.edu.pe	0%
89	Internet	www.researchgate.net	0%
90	Publicación	Jorge Alonso. "Calidad del agua para estudiantes de ciencias ambientales", Ecoe E...	0%
91	Publicación	SNC LAVALIN PERU S.A.. "Primer ITS de la Unidad Minera Cerro Lindo-IGA0002171...	0%
92	Publicación	ECOLAB S.R.L.. "ITS para la Recuperación Secundaria por Inyección de Agua de Pr...	0%
93	Internet	www.clubensayos.com	0%

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



**Determinación de la calidad del agua para consumo humano captada de la niebla en la comunidad de Shotorco (Los Verdes), distrito y provincia de Chota - Cajamarca**

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

**AUTOR**

Jhonathan Ronaldinho Fernández Maluquis

**ASESOR**

Ing. M. Sc. Ismael Suárez Medina

Una firma manuscrita en tinta azul, que parece ser la del asesor, Ismael Suárez Medina. La firma es fluida y difícil de leer, pero se puede distinguir el nombre "Ismael" y "Suárez".

**CHOTA – PERÚ**

**Agosto, 2024**

# ACTA DE SUSTENTACIÓN



*Universidad Nacional Autónoma de Chota*  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS



Anexo 01:

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

REG. N° 021-2024-FCA

Siendo las *12:30* horas, del día *18* de *diciembre* de *2024*, los miembros del Jurado de la Tesis titulada: “Determinación de la calidad del agua para consumo humano captada de la niebla en la comunidad de Shtorco (Los Verdes), distrito y provincia de Chota – Cajamarca”, integrado por:

- |   |            |
|---|------------|
| <b>1. Dr. Héctor Orlando Chávez Angulo</b>          | Presidente |
| <b>2. M. Sc. Dennis Alvarino Cieza Tarrillo</b>     | Secretario |
| <b>3. Dr. Guillermo Alejandro Chávez Santa Cruz</b> | Vocal      |

Sustentada de manera presencial, por el **Bach. Jhonathan Ronaldinho Fernández Maluquis** 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 el graduando, luego de deliberar, acuerda *Aprobada* la tesis, calificándola con la nota de: *5.0*, se eleva la presente Acta al Coordinador de la Facultad de Ciencias Agrarias, a fin de que se le declare EXPEDITO para conferirle el correspondiente título profesional de Ingeniero Forestal y Ambiental.

Colpa Matara, *18* de *diciembre* del 2024

.....  
**Dr. Héctor Orlando Chávez Angulo**  
Presidente

.....  
**M. Sc. Dennis Alvarino Cieza Tarrillo**  
Secretario

.....  
**Dr. Guillermo Alejandro Chávez Santa Cruz**  
Vocal

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mi madre María Consuelo Maluquis Coronado y a mi abuela Lucila Coronado Fernández que son el pilar fundamental de mi ser, por brindarme su apoyo incondicionalmente tanto en mis éxitos como en los momentos difíciles, por darme buenos consejos y sobre todo mucho amor.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios, mi creador, por otorgarme las fuerzas, salud y sabiduría necesaria para seguir escalando en mi vida profesional.

A mi familia por apoyarme de todas las formas posibles y a mis amigos que siempre estuvieron presente en cada momento, gracias por su constante apoyo.

Al Ing. M. Sc. Ismael Suárez Medina, quien siempre me brindó su apoyo para el desarrollo de la presente investigación.

A mi alma mater Universidad Nacional Autónoma de Chota por acogerme en sus aulas durante mi carrera profesional.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

ACTA DE SUSTENTACIÓN .....	2
DEDICATORIA .....	3
AGRADECIMIENTO .....	4
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	5
ÍNDICE DE TABLAS .....	9
ÍNDICE DE FIGURAS.....	11
RESUMEN ..	13
ABSTRACT .....	14
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....	15
1.1. Planteamiento del Problema .....	15
1.2. Formulación del Problema.....	16
1.3. Justificación .....	16
1.4. Objetivos.....	18
1.4.1. Objetivo General .....	18
1.4.2. Objetivos Específicos.....	18
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....	19
2.1. Antecedentes .....	19
2.2. Bases teórico - científicas .....	22
2.2.1. Calidad de agua para consumo humano.....	22

2.2.2.	Parámetros fisicoquímicos del agua para consumo humano.....	24
2.2.3.	Parámetros bacteriológicos del agua para consumo humano.....	27
2.2.4.	Atrapamiento y almacenamiento del agua para consumo humano a través de neblinómetros .....	28
2.3.	Marco conceptual.....	30
2.4.	Hipótesis .....	31
2.5.	Operacionalización de variables .....	31
<b>CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO.....</b>		<b>32</b>
3.1.	Tipo y nivel de investigación.....	32
3.2.	Diseño de Investigación.....	32
3.3.	Métodos de investigación .....	35
3.4.	Población, muestra y muestreo .....	36
3.4.1.	Localización. ....	36
3.4.2.	Descripción de la zona de estudio.....	37
3.5.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	38
3.5.1.	Técnicas de recolección de datos .....	38
3.5.2.	Instrumentos de recolección de datos.....	40
3.6.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos .....	41
3.7.	Aspectos éticos.....	41
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....</b>		<b>42</b>

4.1.	Descripción y discusión de resultados .....	42
4.1.1.	Temperatura del agua en los 3 neblinómetros.....	42
4.1.2.	Turbidez del agua en los 3 neblinómetros.....	43
4.1.3.	pH del agua en los 3 neblinómetros .....	45
4.1.4.	Conductividad del agua en los 3 neblinómetros.....	47
4.1.5.	Color del agua en los 3 neblinómetros .....	49
4.1.6.	Sólidos disueltos totales del agua en los 3 neblinómetros .....	51
4.1.7.	Fluoruro del agua en los 3 neblinómetros .....	52
4.1.8.	Cloruro del agua en los 3 neblinómetros.....	52
4.1.9.	Nitrito del agua en los 3 neblinómetros .....	54
4.1.10.	Nitrato del agua en los 3 neblinómetros.....	54
4.1.11.	Sulfato del agua en los 3 neblinómetros.....	55
4.1.12.	Fosfato del agua en los 3 neblinómetros .....	56
4.1.13.	Coliformes totales del agua en los 3 neblinómetros.....	60
4.1.14.	Coliformes termotolerantes del agua en los 3 neblinómetros .....	62
4.1.15.	<i>Escherichia coli</i> del agua en los 3 neblinómetros .....	64
4.1.16.	Correlación entre pH vs coliformes totales en el 2° neblinómetro .....	67
4.1.17.	Correlación entre temperatura vs coliformes totales en el 1° neblinómetro	68
4.1.18.	Correlación entre turbidez vs coliformes totales en el 2° neblinómetro ....	69
4.2.	Contrastación de hipótesis .....	72

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	73
CAPÍTULO VI. REFERENCIAS.....	74
CAPÍTULO VII. ANEXOS .....	86
7.1. Panel fotográfico.....	86
7.2. Informes de resultados fisicoquímicos y bacteriológicos .....	91
7.3. Métodos de ensaño utilizados .....	99

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	Diseño de Operacionalización de variables .....	31
<b>Tabla 2</b>	Valores de los indicadores estadísticos de la temperatura del agua.....	42
<b>Tabla 3</b>	Valores de los indicadores estadísticos de la turbidez del agua.....	43
<b>Tabla 4</b>	Valores de los indicadores estadísticos del pH del agua.....	45
<b>Tabla 5</b>	Valores de los indicadores estadísticos de la conductividad del agua .....	47
<b>Tabla 6</b>	Valores de los indicadores estadísticos del color del agua .....	49
<b>Tabla 7</b>	Valores de los indicadores estadísticos de los SDT del agua .....	51
<b>Tabla 8</b>	Valores de los indicadores estadísticos del cloruro del agua.....	52
<b>Tabla 9</b>	Valores de los indicadores estadísticos del sulfato del agua.....	55
<b>Tabla 10</b>	Valores de los indicadores estadísticos del fosfato del agua .....	56
<b>Tabla 11</b>	Resultados fisicoquímicos del agua captada en los tres neblinómetros.....	59
<b>Tabla 12</b>	Valores de los indicadores estadísticos del NMP/100mL de los coliformes totales del agua .....	60
<b>Tabla 13</b>	Valores de los indicadores estadísticos del NMP/100mL de los coliformes termotolerantes del agua .....	62
<b>Tabla 14</b>	Valores de los indicadores estadísticos del NMP/100mL de <i>Escherichia coli</i> del agua.. .....	64
<b>Tabla 15</b>	Resultados bacteriológicos del agua captada en los tres neblinómetros .....	66
<b>Tabla 16</b>	Correlación de parámetros fisicoquímicos.....	70

**Tabla 17** Correlación de parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos ..... 71

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Diseño de los neblinómetros (vista en planta) .....	34
<b>Figura 2</b>	Diseño de los neblinómetros (vista frontal) .....	35
<b>Figura 3</b>	Ubicación geográfica de la investigación .....	37
<b>Figura 4</b>	Temperatura del agua en los 3 neblinómetros .....	42
<b>Figura 5</b>	Turbidez del agua en los 3 neblinómetros .....	44
<b>Figura 6</b>	pH del agua en los 3 neblinómetros .....	46
<b>Figura 7</b>	Conductividad del agua en los 3 neblinómetros .....	48
<b>Figura 8</b>	Color del agua en los 3 neblinómetros .....	49
<b>Figura 9</b>	Sólidos disueltos totales (SDT) el agua en los 3 neblinómetros .....	51
<b>Figura 10</b>	Cloruro del agua en los 3 neblinómetros .....	53
<b>Figura 11</b>	Sulfato del agua en los 3 neblinómetros .....	55
<b>Figura 12</b>	Fosfato del agua en los 3 neblinómetros .....	57
<b>Figura 13</b>	NMP/100mL de coliformes totales del agua en los 3 neblinómetros .....	60
<b>Figura 14</b>	NMP/100mL de coliformes termotolerantes del agua en los 3 neblinómetros .....	62
<b>Figura 15</b>	NMP/100mL de <i>Escherichia coli</i> del agua en los 3 neblinómetros .....	64
<b>Figura 16</b>	Correlación entre pH vs coliformes totales en el 2° neblinómetro .....	67
<b>Figura 17</b>	Correlación entre temperatura vs coliformes totales en el 1° neblinómetro .....	68
<b>Figura 18</b>	Correlación entre turbidez vs coliformes totales en el 2° neblinómetro .....	69
<b>Figura 19</b>	Vista panorámica de la zona de estudio .....	86

<b>Figura 20</b>	Construcción de los neblinómetros .....	86
<b>Figura 21</b>	Primer neblinómetro .....	87
<b>Figura 22</b>	Segundo neblinómetro .....	87
<b>Figura 23</b>	Tercer neblinómetro.....	88
<b>Figura 24</b>	Frascos utilizados para los muestreos .....	88
<b>Figura 25</b>	Muestreo de la temperatura del agua en campo.....	89
<b>Figura 26</b>	Toma de muestras de agua.....	89
<b>Figura 27</b>	Identificación y etiquetado de los frascos .....	90

## RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue determinar la calidad del agua para consumo humano captada de la niebla en la comunidad de Shotorco (Los Verdes), distrito y provincia de Chota-Cajamarca; para lo cual, los neblinómetros fueron elaborados según modelo de Pilar Cereceda y Pablo Osses, el monitoreo de calidad fisicoquímica y bacteriológica se realizó de noviembre del 2023 a febrero del 2024 conforme a lineamientos establecidos por la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA); los resultados fueron cotejados con los límites máximos permisibles del D.S. N° 031-2010-SA, se obtuvo temperaturas entre 13.10 a 14.20 °C; turbidez de 2.23 a 3.11 unidades nefelométricas de turbidez (NTU); pH de 7.01 a 7.70; conductividad de 25.3 a 35.8 microsiemens/centímetro ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), color de 7.7 a 15.8 unidad de color verdadero (UCV); sólidos disueltos totales (SDT) de 15 a 26 mg/L; fluoruro < límite de cuantificación del método (LCM); cloruro de 0.314 a 0.725 mg/L; nitrito <LCM, nitrato <LCM; sulfato de 0.130 a 0.430 mg/L; fosfato de 0.035 a 0.948 mg/L; coliformes totales de 4.0 a 350 número más probable (NMP)/100mL, coliformes termotolerantes de 2.0 a 27 NMP/100mL y *Escherichia coli* de 2.0 a 27 NMP/100mL; se concluye que la calidad fisicoquímica del agua captada de la niebla no es apta para consumo humano, dado que el parámetro color sobrepasa los Límites Máximos Permisibles (LMP); del mismo modo, la calidad bacteriológica tampoco es ideal para ser consumida, por la presencia de heces de aves en los neblinómetros.

**Palabras clave:** Calidad del agua, parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos, neblinómetro.

## ABSTRACT

The objective of this investigation was to determine the quality of water for human consumption captured from the fog in the community of Shotorco (Los Verdes), district and province of Chota-Cajamarca; for which, the fog meters were made according to the model of Pilar Cereceda and Pablo Osses, the physicochemical and bacteriological quality monitoring was carried out from November 2023 to February 2024 in accordance with guidelines established by the General Directorate of Environmental Health (DIGESA); The results were compared with the maximum permissible limits of D.S. No. 031-2010-SA, temperatures between 13.10 and 14.20 °C were obtained; turbidity of 2.23 to 3.11 nephelometric turbidity units (NTU); pH from 7.01 to 7.70; conductivity 25.3 to 35.8 microsiemens/centimeter ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), color 7.7 to 15.8 true color unit (TCU); total dissolved solids (TDS) 15 to 26 mg/L; fluoride < method limit of quantitation (MLC); chloride 0.314 to 0.725 mg/L; nitrite <MLC, nitrate <MLC; sulfate 0.130 to 0.430 mg/L; phosphate 0.035 to 0.948 mg/L; total coliforms 4.0 to 350 most probable number (MPN)/100mL, thermotolerant coliforms 2.0 to 27 MPN/100mL, and *Escherichia coli* 2.0 to 27 MPN/100mL; It is concluded that the physicochemical quality of the water collected from the fog is not suitable for human consumption, since the colour parameter exceeds the Maximum Permissible Limits (MPL); likewise, the bacteriological quality is not ideal for consumption, due to the presence of bird droppings in the fog meters..

**Keywords:** Water quality, physicochemical and bacteriological parameters, fog meter.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Planteamiento del Problema

El acceso universal al agua potable conforma uno de los desafíos más importantes que afronta la región de América Latina, debido a un significativo crecimiento demográfico, que pasó de 167 millones de personas en 1950 a 572 millones en el año 2007 (Bereciartua et al., 2018), por lo que, el aumento de la población mundial hace que diversas zonas necesiten mayor suministro de agua potable por la creciente demanda (Huaquisto & Chambilla, 2019).

Además, Villena (2018) indica que, la salud, la calidad del agua y el crecimiento económico se apoyan mutuamente y son esenciales para alcanzar el bienestar humano y el desarrollo sostenible; por lo tanto, para contrarrestar este problema se necesita de dos aspectos fundamentales como son la educación ambiental y la gobernabilidad; pero ante la deficiencia de estos aspectos la calidad de agua se encuentra en un estado extremo de deterioro (Roldán, 2020).

Por eso, dado la fragilidad de este recurso, sumado a la variación climática y los procesos de cambio, puede surgir una crisis en la gobernabilidad que podría generar diversas repercusiones como limitar la economía nacional, desarrollo, expansión de la producción de alimentos y la provisión de servicios de salud e higiene de la población (Ochoa, 2022); por ejemplo, en diversos centros poblados del Perú se presentan problemas de acceso al agua potable, debido a que el abastecimiento de agua se realiza a través de manantiales y pozos cercanos, de los cuales almacenan el agua en depósitos de plástico o cilindros (Osores, 2020); por lo que, la calidad del agua para el consumo humano es una preocupación constante tanto para la población como para el gobierno peruano (Villena, 2018).

Este es el caso de la comunidad de Shotorco (Los Verdes), perteneciente al distrito y provincia de Chota, región Cajamarca, ubicada a 3271 m.s.n.m aproximadamente, con

temperaturas que varían de 7 °C a 22 °C, no cuentan con el recurso hídrico suficiente para abastecer a los comuneros del lugar, sobre todo en época de estiaje, teniendo en cuenta que cada día la población sigue en aumento; los pobladores realizan un desgaste físico para trasladar el agua a sus hogares, desde los diferentes cuerpos de agua como quebradas, pozos y puquíos; los cuales se hallan muy distantes y su calidad de agua no tiene ningún tratamiento; posiblemente estén consumiendo agua de mala calidad, la cual podría generar problemas en la salud.

Sin embargo, la comunidad de Shotorco (Los Verdes) presenta una posible ventaja hídrica, por la presencia de nieblas (gotas microscópicas que disminuyen la visibilidad horizontal a menos de 1 kilómetro), las cuales se pueden captar a través de neblinómetros y ser almacenada en recipientes, para luego determinar la calidad fisicoquímica y bacteriológica, de tal manera que los beneficiarios de dicho recurso hídrico sepan la condición de agua que está consumiendo. En consecuencia, existe tecnologías limpias que pueden ser utilizadas en los planes y políticas públicas de países en desarrollo (Manzollilo, 2019); entre las que destaca, la captura de niebla como un sistema alternativo de abastecimiento de agua en lugares donde falta la infraestructura estatal (Chakad, 2023).

## **1.2. Formulación del Problema**

¿Cuál es la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua para consumo humano captada de la niebla en la comunidad de Shotorco (Los Verdes), distrito y provincia de Chota - Cajamarca?

## **1.3. Justificación**

En la actualidad el crecimiento demográfico es un gran problema debido al incremento de la contaminación y la sobreexplotación de las reservas naturales, esto se ve reflejado en todas partes del mundo; la provincia de Chota no es ajena a esta realidad, puesto que entre 2007 y 2017 todas las provincias de Cajamarca aumentaron su población urbana, principalmente Chota y

Cutervo, reflejando que solo el 30% de la población reside en la zona rural y el 70% en la zona urbana (Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI], 2018). De tal manera que, las autoridades se centran en las necesidades de la zona urbana y no muestran interés por los servicios básicos de la zona rural; este problema se observa en la comunidad de Shotorco (Los Verdes) debido a que no cuenta con agua suficiente para el desarrollo de sus diferentes actividades; es decir, existe un desabastecimiento del líquido vital; el agua que utilizan los comuneros para consumo humano son principalmente de quebradas, pozos y puquíos; dichas fuentes hídricas se hallan bien distantes de las viviendas, para su obtención los pobladores realizan un desgaste físico todos los días; además se desconoce la condición de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos.

Ante ese contexto, surge la absoluta necesidad de buscar alternativas que permita acceder al agua y a un bajo costo; por lo que, en la presente investigación se elaboraron e instalaron tres neblinómetros en la comunidad de Shotorco (Los Verdes) con la finalidad de captar la niebla como un sistema alternativo de suministro de agua, obteniendo aproximadamente 1.72 litros diarios de agua captada por cada neblinómetro; los cuales pueden ser una fuente importante que puede compensar y mitigar la demanda de agua para consumo humano en la comunidad y ayudaría a evitar el desgaste físico de los pobladores al transportar agua a sus viviendas.

Además, los resultados obtenidos de la evaluación de parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos nos permitieron verificar la calidad del agua captada por los neblinómetros, para así evitar ser consumida directamente, lo que podría causar problemas de salud a los comuneros y así implementar acciones correctivas para optimizar la calidad del agua; por último, los resultados de la presente investigación servirán como recurso informativo para la población de la comunidad y como fuente de consulta bibliográfica para nuevas investigaciones.

## **1.4.Objetivos**

### ***1.4.1. Objetivo General***

- Determinar la calidad del agua para consumo humano captada de la niebla en la comunidad de Shotorco (Los Verdes), distrito y provincia de Chota-Cajamarca.

### ***1.4.2. Objetivos Específicos***

- Evaluar la calidad fisicoquímica del agua para consumo humano captada de la niebla en la comunidad de Shotorco (Los Verdes), distrito y provincia de Chota-Cajamarca.
- Evaluar la calidad bacteriológica del agua para consumo humano captada de la niebla en la comunidad de Shotorco (Los Verdes), distrito y provincia de Chota-Cajamarca.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

En el estudio cuyo objetivo consistió en evaluar la calidad del agua de niebla y lluvia recolectada en el atrapanieblas piloto ubicado en Choachí, Colombia, se instaló un atrapanieblas de modelo hexagonal y se evaluó la calidad de agua, se obtuvo resultados de color aparente 14.00 UCV, turbiedad 0.01 NTU, pH 6.60, alcalinidad total 12.83, calcio 15.76 mg/L, magnesio 0.74 mg/L, manganeso 0.00 mg/L, fosfatos 0.5 mg/L, dureza total 12.67 mg/L, sulfatos 0.00 mg/L, hierro 0.05 mg/L, zinc 0.03 mg/L, aluminio 0.00 mg/L, cloruros 0.00 mg/L, nitratos 0.01 mg/L, nitritos 0.01 mg/L, no se detectaron valores de coliformes totales ni de *Escherichia coli*; concluyendo que los resultados obtenidos de la calidad del agua de la niebla no presenta riesgos para la salud y no necesita de un tratamiento complicado (Baquero et al., 2018).

En tanto, en la investigación realizada en la finca “El Caney”, Colombia, cuyo objetivo fue evaluar la efectividad de condensadores de humedad no convencionales, como una opción para la recolección de agua y su uso en actividades agropecuarias y abastecimiento de agua potable. Se analizó diferentes parámetros fisicoquímicos, donde se registró promedios máximos como conductividad 186  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , temperatura 29.7 °C, SDT 171 mg/L, oxígeno disuelto 3.2 mg/L, pH 8.0, turbidez 8.1 NTU, color 100 UCV; los investigadores concluyeron que la captación de agua de niebla es una estrategia efectiva para el aprovechamiento del recurso hídrico (Vega et al., 2020).

Asimismo, en la investigación relacionada al potencial de la recolección de niebla en las tierras altas tropicales de Atok, Benguet, Filipinas como recurso hídrico alternativo, cuyo objetivo fue estudiar la aplicación de atrapanieblas, se instalaron dos tipos de malla (raschel y polipropileno) y se compararon entre ellos, teniendo en cuenta el costo, la capacidad de recolección y su fuerza contra factores del medio ambiente como el viento; por lo tanto, como resultado la

malla convencional (raschel) tenía una tasa de recolección 0.39 L/m<sup>2</sup> por día mientras que la malla propuesta (polipropileno) tenía una tasa de recolección de 0.21 L/m<sup>2</sup> por día; en tal sentido, concluyeron que la aplicación de atrapanieblas en Atok, Benguet es factible (Tan et al., 2019).

Por otra parte, en el estudio de investigación realizado en Veracruz-México, se evaluó la calidad del agua recolectada artificialmente de la niebla para determinar si es idónea para el consumo humano. Se llevó a cabo un muestreo previo donde se evaluó diferentes parámetros registrando sus valores máximos como el color 55 UCV, turbiedad 2.1 NTU, SDT 232.7 mg/L, pH 6.3, nitratos 0.8 mg/L, nitrógeno amoniacal 1.7 mg/L, cloruros 6.9 mg/L, dureza total 48.7 mg/L, sulfatos <5, sodio 2.7 mg/L, hierro 0.2 mg/L, magnesio <0.07, arsénico 0.0 mg/L, mercurio 0.002 mg/L, plomo 0.0 mg/L, cadmio 0.0 mg/L, cobre 0.0 mg/L, cromo 0.0 mg/L, zinc 1.8 mg/L, organismos coliformes totales 1609 NMP/100 mL y organismos coliformes fecales 345 NMP/100 mL; los investigadores concluyeron que el agua obtenida de la niebla no es idónea para el consumo humano, pero sí puede ser utilizada en la agricultura (Jofre et al., 2015).

En tanto, en la investigación realizada en el Cerro Campana-Trujillo-Perú, con el objetivo de realizar un análisis fisicoquímico del agua obtenida de la niebla, se colocó un atrapanieblas a 683 m.s.n.m, con el cual se analizó los parámetros fisicoquímicos utilizando al volumen de agua captada, obteniendo como resultados olor admisible, sabor admisible, color 17 UCV, turbiedad 5.12 NTU, pH 7.6, conductividad eléctrica 823  $\mu$ S/cm, SDT 280 mg/L, cloruros 59.85 mg/L, sulfato 80.2 mg/L, dureza total 470 mg/L, nitrógeno amoniacal 0.861 mg/L, hierro 0.1652 mg/L, manganeso 0.0641 mg/L, aluminio 0.0843 mg/L, cobre 0.0644 mg/L, zinc 0.0701 mg/L y sodio 180 mg/L; concluyendo que los parámetros fisicoquímicos estuvieron por debajo de los LMP instituidos en el D.S. N° 031-2010-SA, a excepción del color y turbiedad (López et al., 2024).

Asimismo, en el estudio realizado en Villa María del Triunfo, Lima-Perú, cuyo objetivo fue ejecutar un estudio para comparar el rendimiento de tres modelos de captadores de agua de niebla el BOX, SFC y Árbol y evaluar la calidad de agua de niebla, se obtuvieron promedios diarios de 2.7, 2.3 y 1.9 L/m<sup>2</sup> para los captadores SFC, BOX y Árbol correspondientemente. Además, se registraron los promedios máximos de los parámetros de pH 7.72, conductividad 1190.6 µS/cm, turbiedad 39.1 NTU y coliformes fecales 333.9 NMP/100 mL; concluyendo que los datos registrados de turbidez, conductividad, y coliformes fecales no son idóneos para el consumo humano, ya que la existencia de polvo, sales marinas y excrementos de aves en las mallas contaminan el agua recolectada (Huamán, 2021).

En el estudio de investigación llevado a cabo en las lomas de Asia-Lima, con el objetivo de examinar la presencia de metales peligrosos (Al, As, Cd, Fe y Pb) en las Partículas Sólidas Sedimentables (PTSe) y analizar los parámetros fisicoquímicos e inorgánicos del agua obtenida de la niebla. Respecto a la calidad de agua de niebla se recolectó y analizó su composición fisicoquímica, los resultados promedio fueron pH 7.429, temperatura 16.978 °C, conductividad eléctrica 1127.125 µS/cm, oxígeno disuelto 7.336 mg/L, SDT 569.088 mg/L, turbidez 5.178 mg/L, aluminio 0.1106 mg/L, arsénico 0.02148 mg/L, cadmio 0.02520 mg/L, hierro 0.1226 mg/L y plomo 0.04219 mg/L. El investigador concluyó que el agua recolectada de la niebla no es idónea para el consumo humano, aunque podría utilizarse para actividades agrícolas (Sierra, 2019).

Por otra parte, en el trabajo de investigación realizado en Ventanilla-Lima, cuyo objetivo fue calcular el volumen de agua colectada de la niebla y decidir su calidad para consumo humano. Se instaló tres neblinómetros para estimar la calidad de agua y calcular la cantidad captada; donde el mayor volumen de agua captado fue de 9 L/m<sup>2</sup>/d y respecto a calidad del agua se obtuvieron sus máximos valores de turbiedad 70.5 NTU, pH 6.81, conductividad eléctrica 1273 µS/cm,

coliformes totales 11000 NMP/100 mL y coliformes fecales 49 NMP/100 mL; concluyendo que captar agua de la niebla es una alternativa viable para la carencia hídrica y respecto a la calidad del agua recolectada no es idónea para el consumo humano sin antes ser tratada, dado que los parámetros (pH, turbidez y coliformes) sobrepasaron los LMP (Pérez, 2019).

Asimismo, en la investigación cuyo objetivo consistió en evaluar el volumen y la calidad del agua de neblina para consumo humano en Pachacútec-Ventanilla, se instaló un neblinómetro de modelo SFC y se evaluó la disponibilidad y calidad de agua, los resultados promedio obtenidos fueron pH 6.5, temperatura 19.50 °C, conductividad eléctrica 2.44  $\mu$ S/cm, turbiedad 19.13 NTU, color 40.14 UCV y coliformes totales 255.75 NMP/100 mL; concluyendo que algunos resultados registrados de la calidad excedieron los LMP del reglamento, por lo cual fue primordial utilizar un filtro cerámico para tratar el agua recolectada (Merino, 2017).

En el estudio de investigación realizado en el centro poblado La Palma-Chota-Cajamarca cuyo objetivo fue evaluar el volumen de agua aprovechable de la neblina y la niebla, para su ejecución se empleó 3 tipos de mallas atrapanieblas raschel, mosquitera y metálica cada una con dimensiones de 4.00 m x 6.00 m; obteniéndose los siguientes resultados: el mayor volumen promedio mensual de agua recolectada por la malla raschel fue de 60.52 L/d, mientras que la malla mosquitera recolectó un volumen promedio mensual de 62.31 L/d; el mayor volumen promedio mensual de agua captada por la malla metálica fue de 64.37 L/d (Cieza, 2019).

## **2.2. Bases teórico - científicas**

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

El 70% de la superficie terrestre se encuentra cubierta por agua, pero solamente el 3% es agua dulce y apenas el 0,6% cuenta como agua de calidad aceptable para ser consumida (Tapia et al., 2019). La calidad de agua para ser consumida por el humano es aquella agua que no es

necesario utilizar tecnología y economía para su saneamiento, ya que no contiene elementos químicos, físicos o bacteriológicos que modifiquen su composición o representen un peligro para la salud de las personas (Villena, 2018). Además, dicha agua cumple con las exigencias de calidad determinados en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (Ministerio de Salud [MINSA], 2011).

De tal manera que, el agua es el recurso natural más valioso para los seres humanos ya que satisface diversas necesidades, es esencial para el desarrollo de la población y primordial para el funcionamiento del organismo humano, sin este elemento es imposible que la vida prosiga. Por lo tanto, es crucial conservar las fuentes naturales de agua libres de contaminación para prevenir enfermedades que afecten tanto a los seres humanos como a los animales (Álava et al., 2021).

La accesibilidad al agua potable para el consumo humano es una prioridad global, ya que su calidad es perjudicada por componentes concernientes con la polución del ambiente y aquellos procedentes de la actividad humana, algunos con mayor influencia que otros (Ramos, 2024); por ello, la polución del agua hoy en día es un reto considerable debido a que el agua es empleada para diversas actividades económicas y muy pocas áreas del planeta están libres de contaminación (Peña et al., 2021).

Los contaminantes más relevantes del agua potable son las excrementos de humanos y animales, las aguas residuales (Ramos, 2024), productos procedentes del petróleo, pesticidas y exceso de residuos orgánicos, los cuales afectan diversos órganos y sistemas del cuerpo humano, provocando distintas enfermedades cardiovasculares, cáncer, entre otros (Grijalva et al., 2020); de tal manera que, un agua contaminada repercute la calidad de vida de la población e implica varios problemas al medio ambiente (Larramendi et al., 2021); en consecuencia, surge el interés de

establecer modelos integrales que permitan evaluar y gestionar la calidad del agua, los cuales nos permitan monitorear el agua y las enfermedades relacionadas a su transmisión (Pauta et al., 2019).

### ***2.2.2. Parámetros fisicoquímicos del agua para consumo humano***

La evaluación de la calidad fisicoquímica del agua se debe tener una clara prioridad ya que analizarlos en forma conjunta proporciona indicadores acerca de los contaminantes que generan el deterioro del recurso hídrico. Además, debido a su rápido análisis, estos parámetros se monitorean con mayor frecuencia, lo que ayuda a determinar los posibles usos del agua (Espinoza et al., 2022).

**Temperatura ( $T^{\circ}$ ).** La temperatura es variante y fundamental para varias reacciones, como el crecimiento microbiano y los procesos competitivos que determinan la calidad del agua (Díaz & González, 2022); además, la temperatura consiste en medir la energía cinética media que poseen las moléculas del agua, sus unidades se expresan en grados centígrados ( $^{\circ}\text{C}$ ) y las medidas se pueden realizar con diferentes equipos o instrumentos para comprobar si el agua es idónea para el consumo humano y a la misma vez se asegura de que no haya un crecimiento bacteriano o una reacción química secundaria (Figueroa & Reyes, 2021).

**Turbidez.** La turbidez del agua se define como una propiedad visual que genera la dispersión y absorción de la luz, en lugar de permitir su transmisión (Barisoni & Ghione, 2022); además, se encuentra asociada a los efectos producidos por los materiales suspendidos al impedir el ingreso de la luz través de ella. La turbidez es causada por el material suspendido en el agua, tales como partículas de suelo (arena, arcilla y limo), organismos acuáticos, organismos microscópicos y otras sustancias (Marín & Arriojas, 2020).

**pH.** El pH es el nivel de acidez o alcalinidad que tiene el agua, depende de la cantidad de iones de hidrógenos presentes, los valores de pH se encuentran en una escala de 0 a 14, si el pH es menor a 7 es ácido, pH superior a 7 es básico y un pH de 7 es neutro (Osorio et al., 2021).

**Conductividad.** La conductividad es la capacidad que posee el agua para transportar corriente eléctrica por medio de los iones disueltos en ella, para su medición se utiliza el conductímetro, en un volumen de agua adecuado hasta que la lectura se nivele y sus unidades de medida son  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (Cabarcas & Medina, 2019).

**Color.** El color de un cuerpo de agua puede ser influenciado por distintos elementos que se encuentran en ella, como por ejemplo el hierro, magnesio o también la presencia de residuos orgánicos, las unidades de medida del color son en partes por millón (ppm) de unidades en escala platino-cobalto (Pt-Co), estas medidas se pueden realizar en laboratorio a través de la comparación (Figueroa & Reyes, 2021).

**Sólidos disueltos totales (SDT).** Los SDT generalmente están compuestos por sales inorgánicas como (cloruro, calcio, magnesio, potasio, sodio y sulfatos) y sales orgánicas; los cuerpos naturales de agua comúnmente contienen un cierto grado de SDT, pero las actividades antropogénicas pueden exacerbar significativamente el grado de SDT en las aguas de la superficie terrestre y del subsuelo; el exceso de SDT puede resultar tóxico para diversas especies de la fauna acuática (Peng et al., 2020).

**Fluoruro.** El flúor es un ion altamente electronegativo y se disuelve con facilidad en agua, suelo y aire. Aunque no existe por si solo en el medio ambiente, se encuentra como fluoruro en diversos minerales. El consumo de altas concentraciones de flúor aumenta el riesgo de fluorosis dental, mientras que cantidades aún más elevadas pueden llevar a riesgos de fluorosis esquelética (Vélez et al., 2019).

**Cloruro.** La existencia de los cloruros en el agua de consumo proviene de diversas fuentes, por ejemplo, las aguas residuales de las actividades industriales y domésticas, al disolver los

depósitos de minerales, además, la presencia de cloruro puede servir como indicador de contaminación causada por ciertos microorganismos indeseables (Osorio et al., 2021).

**Nitrito.** Los nitritos son compuestos químicos inorgánicos procedentes del nitrógeno, encontrados en la naturaleza o en productos industrializados a los que se han incorporado como aditivos químicos (Londoño & Gómez, 2021). Los nitritos al encontrarse en altas concentraciones en el agua potable generan considerables daños a la salud, por lo cual es muy indispensable determinar de forma precisa su presencia (García et al., 2020).

**Nitrato.** Al igual que el nitrito, el nitrato también es un ion procedente de la naturaleza y es parte del ciclo del nitrógeno; la presencia de los compuestos nitrogenados en el agua se debe a la descomposición de la materia vegetal y animal realizadas por los microorganismos en condiciones aeróbicas (Osorio et al., 2021).

**Sulfato.** Los sulfatos se encuentran naturalmente en el suelo, minerales, rocas, aire, agua natural, plantas y alimentos. Son esenciales para muchas actividades bioquímicas, como la biosíntesis. Sin embargo, al consumir altas concentraciones de sulfatos, pueden generar enfermedades gastrointestinales, por lo que se considera un contaminante inorgánico en el medio ambiente debido a su contribución a la dureza permanente del agua (Salem & Draz, 2020).

**Fosfato.** El elemento fósforo se encuentra principalmente en forma de fosfato el cual se localiza en las fuentes naturales de agua y en aguas residuales. Estos compuestos se clasifican en ortofosfatos, fosfatos condensados y fosfatos orgánicamente enlazados, están presentes en solución, en partículas o detritos o en cuerpos de organismos acuáticos y pueden proceder de varias fuentes (Arias, 2018).

### 2.2.3. *Parámetros bacteriológicos del agua para consumo humano*

La evaluación bacteriológica es esencial, ya que nos permite detectar la presencia de contaminantes que podrían afectar la salud pública, este análisis debe realizarse de manera rápida y precisa para identificar a los microorganismos que se encuentran presentes en el agua, los cuales nos indican que el agua es de mala calidad y así poder tomar las medidas indispensables para corregir las deficiencias. Asimismo, los microorganismos detectados proporcionan información relevante acerca de la fuente de agua y el tipo de contaminación existente (Della et al., 2022).

**Coliformes totales.** Los coliformes totales son un grupo de bacterias Gram negativas en forma de un bacilo que cuentan con la capacidad de fermentar la lactosa a temperaturas de 35 a 37 °C y generar ácido y gas (CO<sub>2</sub>) en un periodo de 24 horas, dichas bacterias son aerobias o anaerobias facultativas, son oxidasa negativa, no producen esporas y realizan la actividad enzimática β-galactosidasa, entre ellas encontramos a la *Escherichia coli*, *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter* (Cevallos et al., 2022).

Los coliformes totales son indicadores importantes de la calidad del agua y la presencia de probable contaminación por heces, lo que hace que su detección y cuantificación precisas sean cruciales para garantizar la salud y la seguridad pública (Tambi et al., 2023).

**Coliformes termotolerantes.** Los coliformes termotolerantes, denominados así por ser capaces de soportar temperaturas de hasta 45 °C, consisten en una cantidad muy pequeña de microorganismos y debido a su origen son muy buenos indicadores de calidad del agua donde la *E. coli* representa la mayor cantidad (Muñoz, 2023).

La existencia de coliformes termotolerantes en el agua nos permite detectar la contaminación patogénica y bacteriológica proveniente de residuos fecales; además, se ha señalado que esta contaminación podría tener consecuencias futuras, como alteraciones en la

estructura, composición y dinámica de los ecosistemas acuáticos. Por lo tanto, es crucial que las personas tengan conocimiento sobre de la contaminación de las fuentes de agua y eviten su consumo sin un tratamiento adecuado (Huamán et al., 2020).

**Escherichia coli.** La *Escherichia coli* es una bacteria coliforme fecal que habita en los intestinos tanto de los humanos como de los animales, su presencia en el agua potable es inaceptable y es utilizada como indicador de contaminación por heces. Además, la *Escherichia coli* por vivir más tiempo que otros virus, bacterias y parásitos, su evaluación es más que suficiente para garantizar la calidad de los cuerpos de agua. Sin embargo, la validez de sus resultados como indicador varían de acuerdo a la procedencia del agua y otros factores (Díaz & González, 2022).

#### ***2.2.4. Atrapamiento y almacenamiento del agua para consumo humano a través de neblinómetros.***

La niebla es uno de los principales fenómenos atmosféricos visibles del tiempo meteorológico y que se desarrolla en casi todos los ecosistemas del mundo (Mora et al., 2021); además se define como un conjunto de aire que está conformada por pequeñas gotitas de agua con longitudes de 1 a 40 micrones, estas gotitas son tan ligeras que no se precipitan, sino que se encuentran suspendidas dependiendo del viento (Rodríguez, 2022).

Las nieblas se dividen en dos categorías principales: en nieblas por enfriamiento y por evaporación, las primeras incluyen nieblas de radiación, que suelen formarse sobre la superficie a medida que avanza la noche y suelen ser más densas en las horas cercanas al amanecer (Yabra et al., 2021); las nieblas de advección, son un fenómeno producido por el enfriamiento del aire húmedo que previamente se desplazó sobre la tierra desde el océano o desde cualquier otro cuerpo de agua durante las horas diurnas anteriores (Yabra et al., 2021); y las nieblas orográficas, producidas cuando un conjunto de aire húmedo y a la vez caliente se movilizan a una montaña, al

desplazarse sobre la pendiente de la montaña la masa se expande y se enfría; después de este proceso se forma la niebla debido a que se obtiene condiciones apropiadas de humedad hasta alcanzar el punto de rocío (Rodríguez, 2022). Por otro lado, las nieblas por evaporación se dividen en nieblas frontales, estas nieblas son espesas y constantes se producen cuando se agrega humedad al aire frío, la cual a bajas temperaturas el vapor de agua se mantiene en el aire, pero para formarse la niebla se necesita una alta evaporación adicional, por ejemplo, cuando hay precipitaciones y estas caen sobre aire frío con una temperatura parecida a la del rocío esta se evapora produciendo la niebla (Rodríguez, 2022); por último, las nieblas de vapor se forman cuando una masa de aire frío pasa sobre de la superficie del agua y genera una mezcla turbulenta que conduce a la saturación y formación de niebla (Yabra et al., 2021).

Estos tipos de nieblas se pueden aprovechar mediante neblinómetros, ya que es una de las tecnologías más aceptadas para la captura de agua de niebla y tiene la función de capturar y juntar las gotas de agua provenientes de la niebla para luego ser almacenada (Chilón et al., 2023).

El neblinómetro consta de un panel de doble malla de polietileno, conocida como malla Raschel, sostenida por dos postes verticales, que se instalan de manera perpendicular a la dirección predominante del viento favoreciendo la condensación de las pequeñas gotas sobre la superficie de la malla, luego bajan por la malla y son recogidas en la canaleta ubicada en la parte baja del neblinómetro, que transporta el agua hasta un depósito (Cieza, 2019).

Los neblinómetros, aparte de ser eficaces en la recolección de agua, deben resistir a las condiciones ambientales, especialmente a las ráfagas de viento que son capaces de tumbar estas estructuras y a los efectos de la radiación ultravioleta que provoca deterioro en diversos tipos de malla utilizados como parte esencial de su estructura (Tapia et al., 2019), es por ello que en la actualidad la malla raschel es la más utilizada y la mejor opción, debido a que se trata de una red

virgen de alta densidad, elaboradas a base de rafias de polietileno, dicho material es uno de los productos más valorados en el mercado debido a sus características y la calidad de sus materias primas, lo que la hace en una malla que resiste al uso al que se le somete (Chilón et al., 2023).

### **2.3. Marco conceptual**

**Neblinómetro.** Sistema alternativo de suministro de agua que nos ayuda a capturar y evaluar el potencial de la niebla, además nos facilita calcular la cantidad de agua recolectada (Huamán, 2021).

**Captación de agua.** De acuerdo con (Basán et al., 2018) consiste en el uso de tecnologías y sistemas captación y aprovechamiento del agua de manera eficiente, para satisfacer la demanda de agua para consumo de la población.

**Niebla.** La niebla es un conjunto de aire que está conformado por diminutas gotas de agua que no se precipitan, sino que se encuentran suspendidas (Rodríguez, 2022).

**Punto de rocío.** El punto de rocío es la temperatura en la cual el vapor de agua se satura y comienza a condensarse generando gotas de agua (Chilón et al., 2023).

**Vapor de agua.** Se produce cuando el agua pasa de líquido a gaseoso a una determinada temperatura, además es una variable meteorológica presente en la atmósfera a concentraciones diferentes que van de 0 hasta 4 %, es decir que en cada 100 g de aire se encuentran 4 g de agua (Cieza, 2019).

**Límite Máximo Permisible (LMP).** Se refiere a la medida del grado o la concentración de sustancias, elementos o parámetros fisicoquímicos y biológicos que están permitidos para un efluente o una emisión. Si esta concentración excede los niveles establecidos, puede causar daños a la salud de los humanos y al ambiente (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2021).

## 2.4. Hipótesis

**H<sub>1</sub>:** El agua captada de la niebla en la comunidad de Shotorco (Los Verdes) del distrito y provincia de Chota - Cajamarca cumple con los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos para el consumo humano.

**H<sub>0</sub>:** El agua captada de la niebla en la comunidad de Shotorco (Los Verdes) del distrito y provincia de Chota - Cajamarca no cumple con los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos para el consumo humano.

## 2.5. Operacionalización de variables

**Tabla 1**

*Diseño de Operacionalización de variables*

Variable	Dimensiones	Indicadores	Técnica	Instrumento
Calidad del agua para consumo humano.	Calidad fisicoquímica del agua	Temperatura, turbidez, pH, conductividad, color, sólidos disueltos totales, fluoruro, cloruro, nitrito, nitrato, sulfato y fosfato.	Muestreo	Kit de muestreo y laboratorio
	Calidad bacteriológica del agua	Coliformes totales, coliformes termotolerantes y <i>Escherichia coli</i> .		

## CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

### 3.1. Tipo y nivel de investigación

La presente investigación es de tipo descriptiva cualitativa, debido a que se enfoca en describir, registrar, analizar e interpretar fenómenos o situaciones sin establecer relaciones causales. Además, para entender y explicar estos fenómenos, se utilizan métodos y técnicas basados en sus ideas y principios fundamentales (Sánchez, 2019); por lo tanto, se aplicó la metodología de verificación in situ y ex situ, inspección, siguiendo los protocolos impuestos por la DIGESA, donde nos señala como tomar las muestras, rotular e identificar, preservar, conservar, transportar, almacenar y recepcionar las muestras de agua para consumo humano; en la que se busca analizar, especificar y comparar los parámetros fisicoquímicos como temperatura, turbidez, pH, conductividad, color, sólidos disueltos totales, fluoruro, cloruro, nitrito, nitrato, sulfato, fosfato y parámetros bacteriológicos como coliformes totales, coliformes termotolerantes y *Escherichia coli* para así determinar si la calidad de agua captada de la niebla es adecuada para ser consumida por los humanos.

### 3.2. Diseño de Investigación

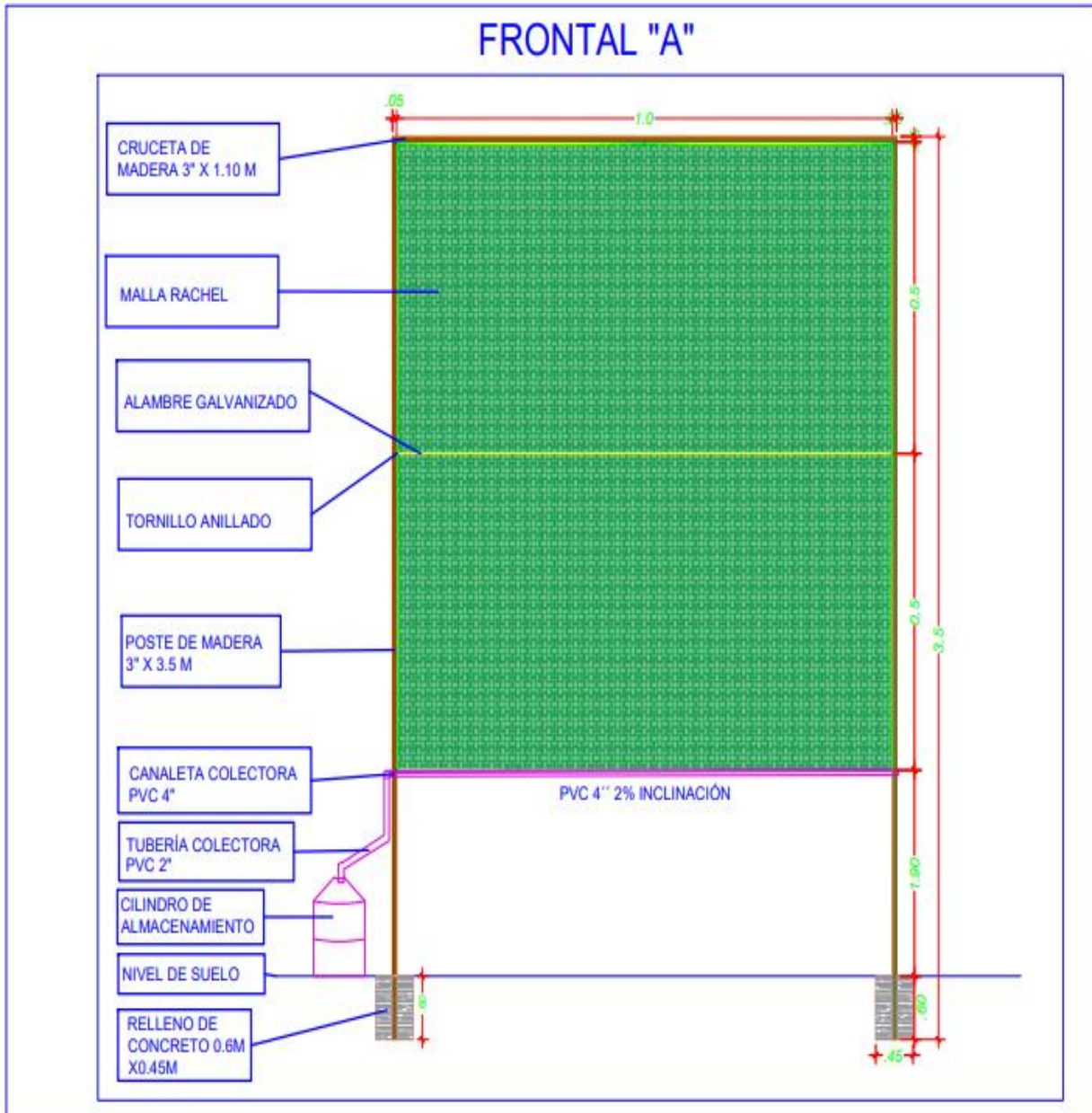
El diseño de la investigación es no experimental de tipo longitudinal, ya que no se manipuló las variables de manera intencional y se recolectó los datos a lo largo de un periodo de tiempo (Roberts, 2020); la misma que se realizó durante un periodo de 4 meses consecutivos.

**Construcción e instalación de los neblinómetros.** Para construir los neblinómetros se usó una malla Raschel de 80% de densidad con dimensiones de 1 m de largo por 1 m de ancho, basándose en el modelo propuesto por los chilenos Pilar Cereceda y Pablo Osses reconocidos como los mayores exponentes de eficiencia hídrica y sistemas de captación de agua de niebla; además, dichos neblinómetros fueron instalados a 1 m del suelo sobre dos postes de madera de 3''(pulgadas)

x 3.5 m, enterrados 50 cm y para darle buena estabilidad fueron fijados con relleno de concreto de 60 cm x 40 cm, además fueron sujetos con templadores de alambre galvanizado, fijados o atados a estacas de madera de 3" x 0.5 m, se colocó un alambre galvanizado de forma horizontal a la mitad de la malla para darle una mejor resistencia fijados con tornillos anillados a los postes, también se colocó una canaleta colectora de PVC de 2" con una inclinación de 2% con el fin de recolectar el agua captada por la malla y conducida por una tubería colectora de PVC de 2" a un balde transparente con capacidad para 6 litros.

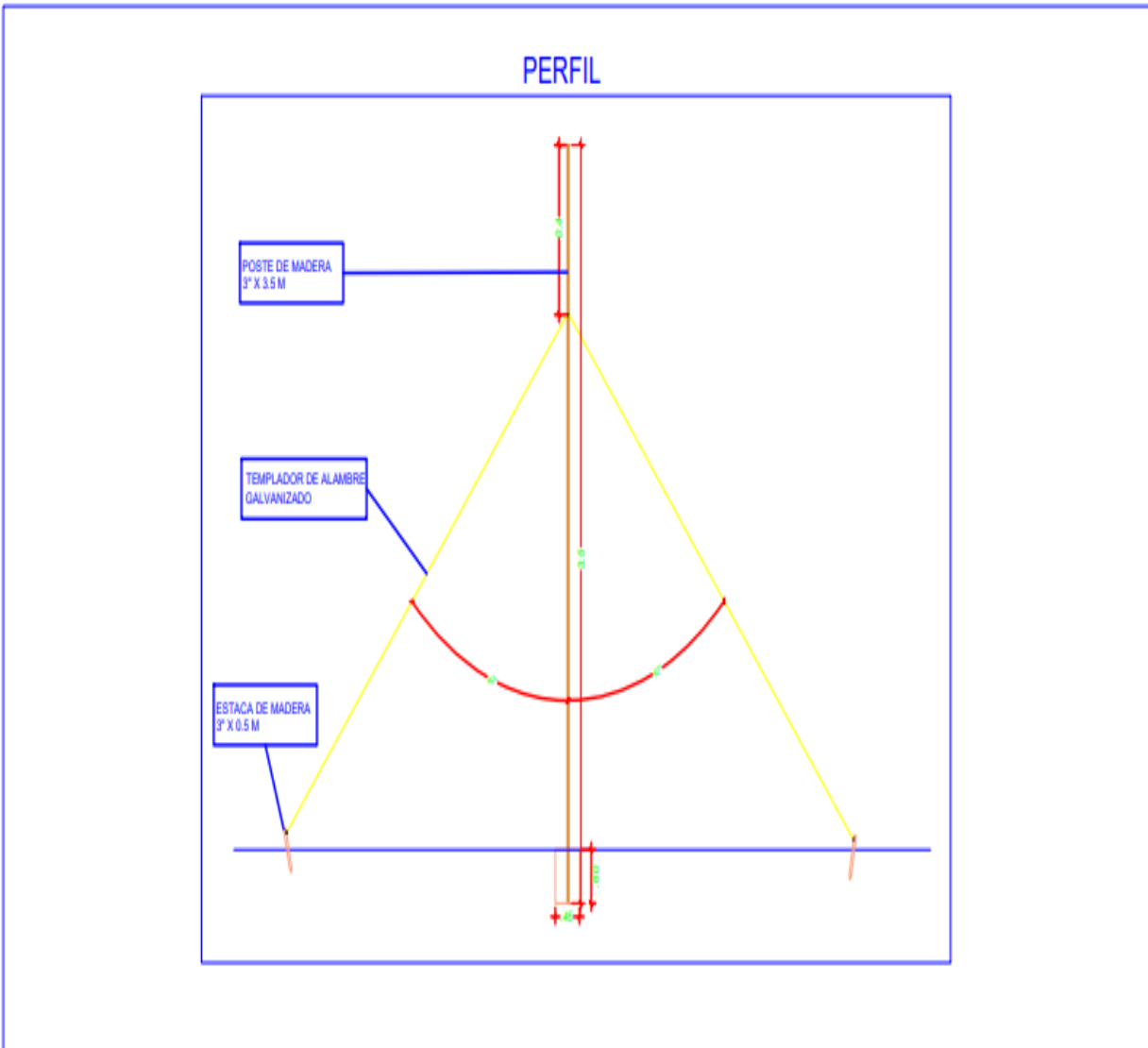
**Figura 1**

*Diseño de los neblinómetros (vista en planta)*



**Figura 2**

*Diseño de los neblinómetros (vista frontal)*



### 3.3. Métodos de investigación

El método utilizado en la investigación es el hipotético deductivo, ya que se contrastó y confirmó una de las dos hipótesis planteadas (Figuroa & Sangerman, 2022); dado que el trabajo

se realizó en condiciones de campo y laboratorio, con variables no controladas y grupos no experimentales.

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

#### **- Población**

Está constituida por el agua captada de la niebla a través de los tres neblinómetros colocados en la comunidad de Shotorco (Los Verdes); promedio diario por cada neblinómetro fue de 1.72 litros de agua captada.

#### **- Muestra**

Está constituida por 12 muestras las cuales fueron obtenidas durante 4 meses en 3 puntos de muestreo.

#### **- Muestreo**

El muestreo es un método que se utiliza para realizar la selección de los elementos que componen la muestra del total de la población, para los parámetros fisicoquímicos se utilizó un frasco de polietileno de 1000 mL, de igual manera para el muestreo de los parámetros bacteriológicos se usó un frasco de vidrio esterilizado de 250 mL, luego fueron transportadas al Laboratorio Regional del Agua de Cajamarca para el análisis correspondiente.

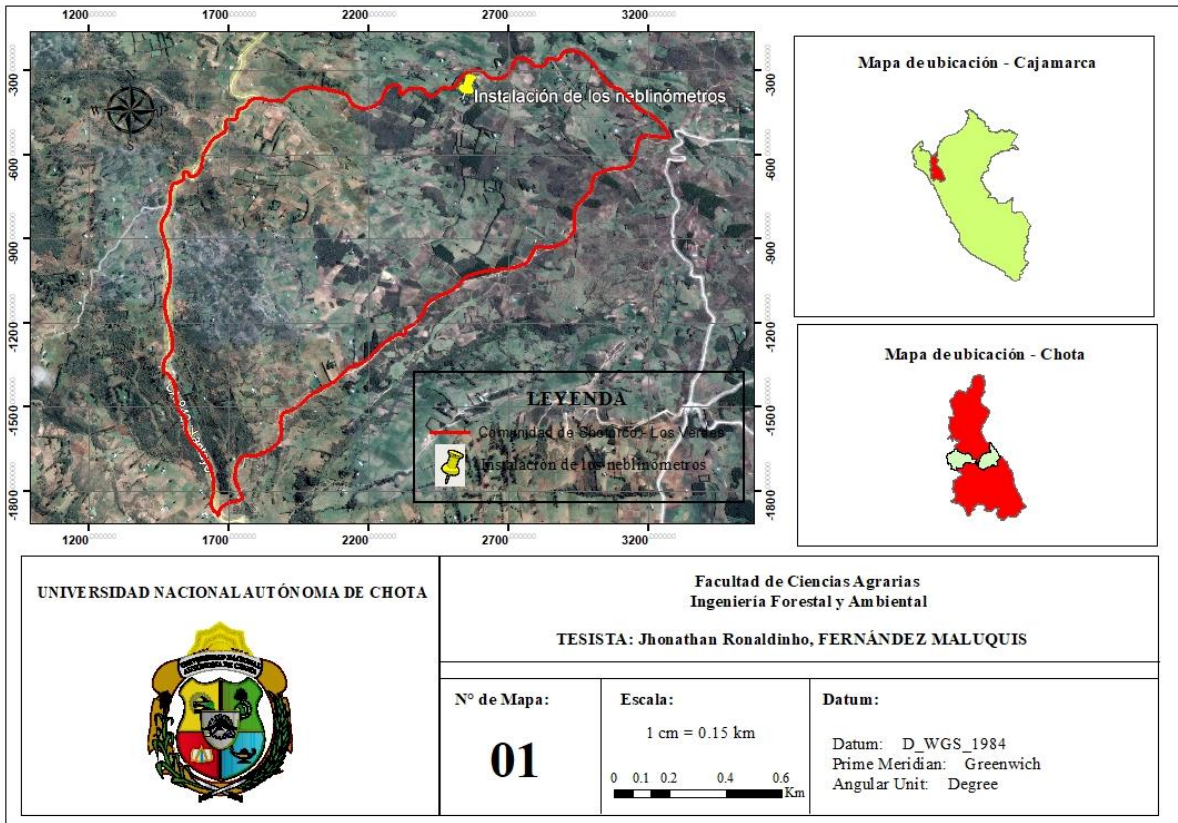
#### **3.4.1. Localización.**

El presente trabajo de investigación se realizó en la comunidad Shotorco (Los Verdes), ubicada en el distrito y provincia de Chota-Cajamarca, a una altura de 3271 m.s.n.m aproximadamente a 7.6 Km de la ciudad de Chota y a 150 km de la ciudad de Cajamarca, en la misma comunidad se instaló tres neblinómetros, el primero localizado a 3277 m.s.n.m de altitud entre las coordenadas UTM 765388.01 E, 9278115.54 N, el segundo a una altitud de 3279 m.s.n.m

entre las coordenadas UTM 765401.59 E, 9278114.12 N y el tercero localizado a 3282 m.s.n.m de altitud entre las coordenadas UTM 765421.95 E, 9278110.65 N.

**Figura 3**

*Ubicación geográfica de la investigación*



**3.4.2. Descripción de la zona de estudio.**

Los siguientes datos han sido obtenidos por medio de la aplicación meteorológica Weather Atlas la cual proporciona información meteorológica muy útil.

**Precipitaciones.** En la comunidad de Shotorco (Los Verdes) las precipitaciones son abundantes incluso en los meses más secos; por ejemplo, en el mes de marzo es el mes más húmedo

con mayores precipitaciones de 134 mm, en cambio el mes con menores precipitaciones es el mes de junio con 25 mm.

**Temperatura.** En la comunidad de Shotorco (Los Verdes) la temperatura a lo largo del año mayormente oscila entre los 7 a 22 °C, raramente sobrepasan los 24 °C o bajan a temperaturas menores a 4 °C; por lo tanto, noviembre vendría a ser el mes más cálido con temperaturas promedio de 18.5 °C, en cambio el mes de julio es el mes más frío con temperaturas promedio de 16.8 °C.

**Vientos.** El viento varía de acuerdo a la topografía de la zona, por lo tanto, en la comunidad de Shotorco (Los Verdes) la velocidad del viento es muy variable por lo que en dicha zona la temporada más ventosa del año dura aproximadamente 4 meses, desde los primeros días de junio hasta los primeros días de octubre, registrando velocidades promedio del viento mayores a 10.6 km/h, donde el mes de agosto es el mes con mayores velocidades promedio de vientos de 12.7 km/h; el resto del año los vientos son más leves resaltando el mes de abril donde los vientos registrados alcanzaron velocidades promedio de 8.4 km/h.

**Humedad.** La humedad se mide de acuerdo al punto de rocío, por ejemplo, los puntos más bajos indica sequedad y cuando los puntos son más altos indica humedad; en la comunidad de Shotorco (Los Verdes) el mes de marzo es el mes con mayor humedad relativa con 85% en cambio el mes de agosto es el mes con menor humedad relativa con tan solo 73%.

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

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

**Determinación de calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua.** La determinación de calidad de agua se realizó bajo los lineamientos establecidos por el Protocolo de Monitoreo de Aguas de la DIGESA, aprobado por la Resolución Directoral N° 160- 2015/DIGESA/SA; el cual señala los pasos para la toma de muestras, conservación, preservación, traslado, almacenamiento

y recibimiento de agua para consumo. Las muestras de agua fueron analizadas en campo con la ayuda de un conductímetro brindado por el laboratorio de aguas de la Universidad Nacional Autónoma de Chota y las muestras de laboratorio fueron enviadas al Laboratorio Regional del Agua de Cajamarca.

Se realizó un muestreo mensual durante 4 meses, utilizando el conductímetro para determinar la temperatura, mientras que los parámetros analizados en laboratorio fueron: turbidez, pH, conductividad, color, sólidos disueltos totales, fluoruro, cloruro, nitrito, nitrato, sulfato, fosfato, coliformes totales, coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*.

Para la determinación de la calidad fisicoquímica, primeramente, se evaluó el parámetro de la temperatura en campo, se verificó que el conductímetro se encuentre funcionando correctamente. Luego se empleó agua destilada para limpiar el instrumento, y por último utilizamos papel toalla con lo que se secó el conductímetro. En seguida se introdujo el conductímetro dentro del agua captada y almacenada, y cuando el valor se normalizó se registró la medida.

En cambio, para el resto de parámetros fisicoquímicos las muestras fueron enviadas al Laboratorio Regional de Agua de Cajamarca, para ello se utilizó frascos de polietileno de 1000 mL de capacidad proporcionadas por el laboratorio, el procedimiento para la toma de muestras fue el siguiente: primero se procedió a lavar el frasco con agua de los mismos neblinómetros 3 veces, después se llenó hasta su capacidad del frasco y fue cerrado correctamente con su tapa de rosca. Posteriormente se llenó el etiquetado del frasco, esta contuvo la siguiente información: ID de la muestra, localización, hora, fecha, nombres y apellidos de la persona que tomó la muestra.

Preferentemente las muestras obtenidas deben llevarse al laboratorio de análisis de aguas en menos de 1 hora, pero si esto no es factible debe ser conducido en un rango de temperatura de 0 °C a 5°C en un plazo máximo de 24 horas.

Seguidamente, para la determinación de la calidad bacteriológica del agua, las muestras también han sido enviadas al Laboratorio Regional del Agua de Cajamarca, para la toma de muestras se utilizó frascos de vidrio esterilizados con capacidad de 250 mL proporcionados por el laboratorio, los cuales poseen tapa tipo rosca. El procedimiento para la toma de muestras fue el siguiente: primero se procedió a llenar hasta su capacidad el frasco de vidrio y fue cerrado correctamente con su tapa de rosca. Luego se llenó el etiquetado del frasco, esta contuvo la siguiente información: ID de la muestra, localización, hora, fecha, nombres y apellidos de la persona que tomó la muestra para. Una vez terminado el muestreo las muestras de los parámetros bacteriológicos fueron transportadas al laboratorio, para ello se consideró lo siguiente si se traslada en menos de 1 hora se puede transportar a temperatura ambiente, pero si el tiempo de traslado es mayor a 1 hora la temperatura debe mantenerse entre 0 a 5 °C durante un tiempo que no supere las 12 horas y para tiempos mayores, se debe conservar la muestra a una temperatura de -20 °C.

Posteriormente, los valores obtenidos de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos fueron comparados con los LMP del reglamento de la calidad del agua para consumo humano D.S. N° 031-2010-SA.

### ***3.5.2. Instrumentos de recolección de datos***

- **Herramientas, instrumentos y equipos.**
  - Laptop
  - Cámara fotográfica
  - Conductímetro

- **Materiales y/o Insumos.**

- 3 neblinómetros
- 3 cilindros de almacenamiento
- Cooler
- Frascos de polietileno
- Frascos de vidrio
- Agua destilada
- Papel toalla
- Guantes de látex
- Libreta de campo
- Lapiceros indelebles

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

Para analizar y tabular los datos obtenidos, se empleó el software Microsoft Excel 2019, se evaluó la correlación utilizando el coeficiente de correlación de Pearson. Todas las correlaciones son lineales, por lo que se compararon pH vs coliformes totales, temperatura vs coliformes totales y turbidez vs coliformes totales. Para interpretar los resultados, se utilizaron los siguientes rangos del coeficiente de correlación de Pearson:  $R < 0.5$ : mala,  $0.5 \leq R < 0.8$ : buena,  $0.9 \leq R < 1$ : excelente,  $R = 1$ : perfecta.

### **3.7. Aspectos éticos**

Los resultados obtenidos fueron tratados de manera confidencial y principalmente dirigida al proyecto de investigación. Además, dichos datos no han sido adulterados o manipulados, de tal forma el proyecto se presentó con toda la honestidad y sinceridad para que así no sea considerado plagio; por último, el proyecto puede ser adecuado para otros posibles proyectos.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 4.1. Descripción y discusión de resultados

#### 4.1.1. Temperatura del agua en los 3 neblinómetros

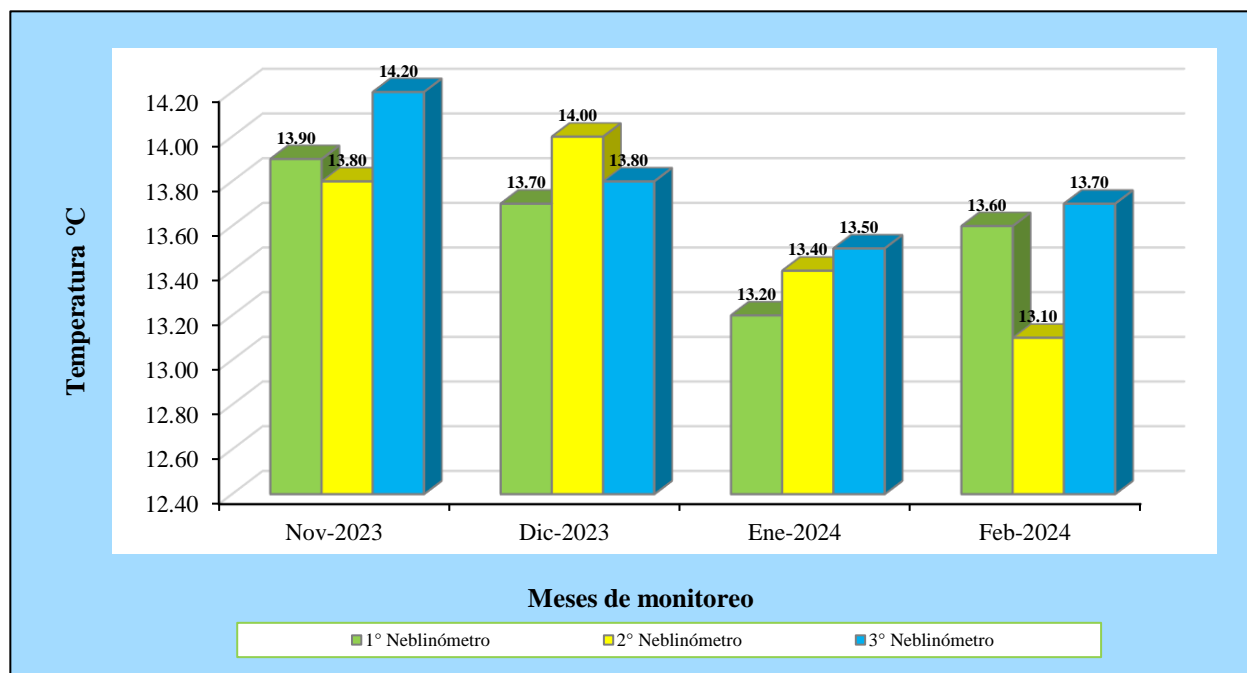
**Tabla 2**

*Valores de los indicadores estadísticos de la temperatura del agua*

Puntos de muestreo	N° de datos	Mínimo (°C)	Máximo (°C)	Media (°C)	Desviación estándar
1° Neblinómetro	4	13.20	13.90	13.60	0.29
2° Neblinómetro	4	13.10	14.00	13.58	0.40
3° Neblinómetro	4	13.50	14.20	13.80	0.29

**Figura 4**

*Temperatura del agua en los 3 neblinómetros*



En la figura 4 se aprecia que la temperatura del agua captada por el 1° neblinómetro se encontró entre 13.20 °C y 13.90 °C; la temperatura del agua captada por el 2° neblinómetro estuvo

entre 13.10 °C y 14.00 °C; mientras que, en el 3° neblinómetro presentó una temperatura entre 13.50 °C a 14.20 °C; de acuerdo a los datos mostrados la diferencia entre temperaturas de los 3 neblinómetros son mínimas, probablemente debido a que los 3 neblinómetros se encuentran en alturas similares.

En el estudio realizado por Vega et al. (2020) sobre un sistema innovador de recolección de agua mediante condensadores no convencionales, se registraron temperaturas de 28.0, 28.6, 29.7, y 29.2 °C. Sin embargo, los valores de esta investigación difieren con los valores registrados en el presente estudio. Esto se debe a que, en la finca El Caney-Colombia, las temperaturas elevadas predominan durante todo el año debido a su ubicación a 1072 m.s.n.m. A pesar de esta diferencia, los valores registrados en la presente investigación se tomaron como referencia para la zona, ya que el parámetro de temperatura no está considerado en el reglamento de la calidad del agua para consumo humano D.S. N° 031-2010-SA.

Es importante destacar que la temperatura es un factor influyente en la vida acuática, de hecho, es una constante de gran relevancia en el desarrollo de diversos fenómenos, ya que determina la tendencia en las propiedades físicas del agua, afecta la distribución de las comunidades de macroinvertebrados (López et al., 2019) e influye en la disminución o aumento del porcentaje bacteriano del agua (Conejeros et al., 2021).

#### **4.1.2. Turbidez del agua en los 3 neblinómetros**

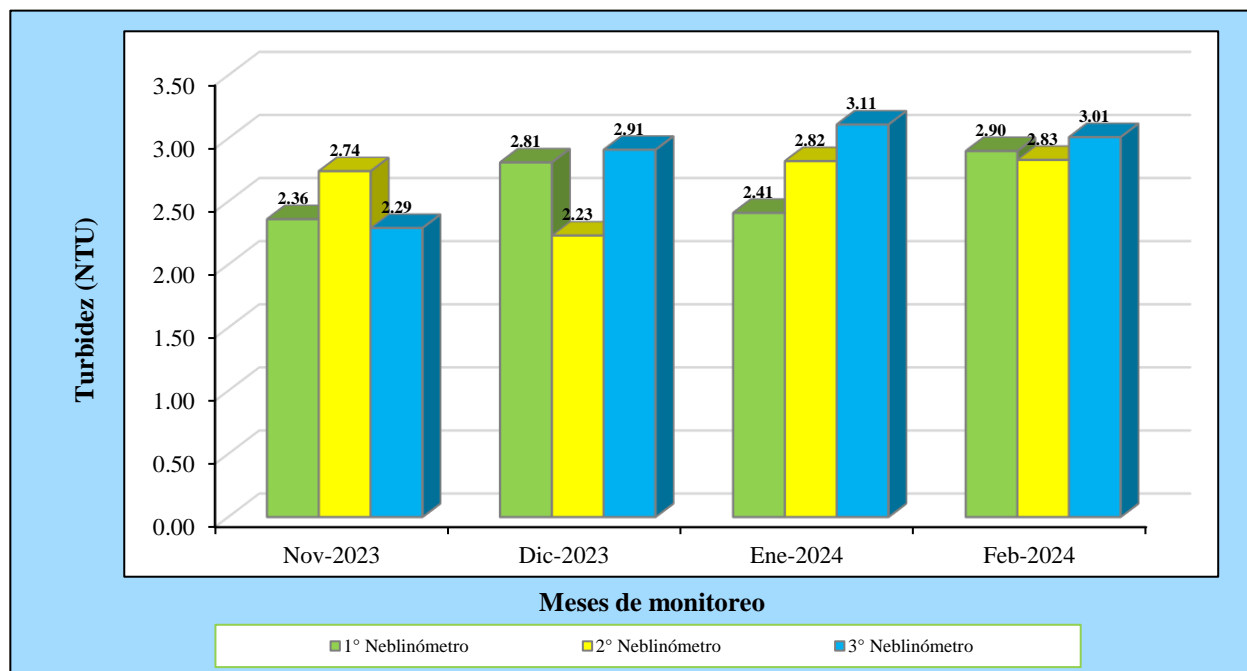
**Tabla 3**

*Valores de los indicadores estadísticos de la turbidez del agua*

Puntos de muestreo	N° de datos	Mínimo (NTU)	Máximo (NTU)	Media (NTU)	Desviación estándar
1° Neblinómetro	4	2.36	2.90	2.62	0.27
2° Neblinómetro	4	2.23	2.83	2.66	0.29
3° Neblinómetro	4	2.29	3.11	2.83	0.37

**Figura 5**

*Turbidez del agua en los 3 neblinómetros*



En la figura 5 se aprecia que la turbidez del agua captada por el 1° neblinómetro osciló entre 2.36 a 2.90 NTU, sin embargo, la turbidez del agua captada por el 2° neblinómetro estuvo entre 2.23 a 2.83 NTU; mientras que, en el 3° neblinómetro presentó una variación de turbidez entre 2.29 a 3.11 NTU; los valores registrados en los 3 neblinómetros presentan una ligera variación de turbidez entre ellos; no obstante en el mes de enero en el 3° neblinómetro se registró el valor máximo de turbidez de 3.11 NTU, probablemente se debió a la presencia de excrementos de aves, ramas y hojas en descomposición encontradas en las canaletas y mallas de los neblinómetros; sin embargo los datos registrados en los 3 neblinómetros se encuentran dentro de los LMP establecidos en el reglamento de la calidad del agua para consumo humano D.S. N° 031-2010-SA el cual es 5 NTU.

En la investigación realizada por Baquero et al. (2018) en Choachí-Colombia registraron valores dentro de los LMP de 0.01 NTU. Esto se debió a que la investigación se realizó en una zona similar al presente estudio, alejada de los asentamientos urbanos; sin embargo, en el estudio de López et al. (2024) realizado en el Cerro Campana-Perú se registraron valores de 5.12 NTU y en la investigación de Pérez (2019) realizada en Ventanilla-Lima donde todos los valores de turbidez sobrepasan los LMP, la elevada turbidez registrada en estos estudios podría deberse al polvo en suspensión presente en el área de estudio, transportado por medio del viento, debido a que es una zona arenosa.

En función a estos datos adicionales, se interpreta que el agua captada en la presente investigación con relación a este parámetro es de buena calidad para consumo humano; además, proporciona información valiosa sobre el nivel de polución general de la muestra de agua, pero no da resultados específicos sobre un contaminante ya sea microbiológico o químico (Barisoni & Ghione, 2022).

#### **4.1.3. pH del agua en los 3 neblinómetros**

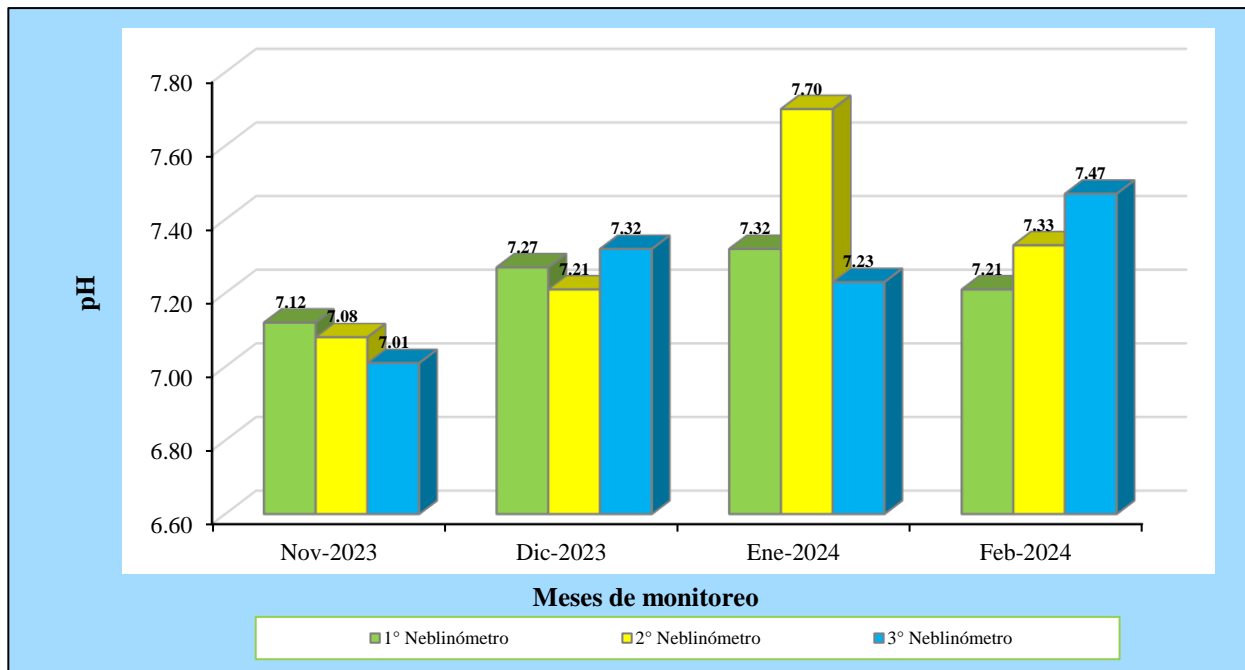
**Tabla 4**

*Valores de los indicadores estadísticos del pH del agua*

Puntos de muestreo	N° de datos	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
1° Neblinómetro	4	7.12	7.32	7.23	0.09
2° Neblinómetro	4	7.08	7.70	7.33	0.27
3° Neblinómetro	4	7.01	7.47	7.26	0.19

**Figura 6**

*pH del agua en los 3 neblinómetros*



En la figura 6 se aprecia que los valores de pH registrados en los 3 neblinómetros se encuentran en un rango cercano a la neutralidad. Dichos resultados son similares con los registrados en la investigación realizada por Vega et al. (2020) en la finca El Caney-Colombia donde se registró 7.5, 7.1, 8.0 y 7.3 de pH; caso contrario, fue lo encontrado en el trabajo de Jofre et al. (2015), realizado en Veracruz-México en la cual registraron 6.2, 6.2, 6.2, 6.2 y 6.3 de pH, indicando una ligera acidez. Por lo tanto, los resultados de las investigaciones citadas, contrastan que los resultados de las unidades de pH del presente estudio están dentro de los LMP (6.5 a 8.5), establecidos en el reglamento de la calidad del agua para consumo humano D.S. N° 031-2010-SA. También corroborado por las directrices de calidad de agua establecidas por la Organización Mundial de la Salud (OMS), indican que el pH debe encontrarse de 6.5 a 8.5 (Quispe et al., 2019).

Mantener el pH dentro del rango de neutralidad es esencial para asegurar el adecuado funcionamiento de los ecosistemas, ya que el pH actúa como un factor químico que se encarga de regular los procesos biológicos a través de enzimas, como la fotosíntesis y la respiración. Además, afecta la disponibilidad de nutrientes y la movilidad de metales en el agua. Cuando las aguas tienen alcalinidades bajas, se vuelven extremadamente vulnerables a la polución y no pueden resistir las modificaciones que causan disminuciones en el pH, esto es crucial para mantener la salud de los ecosistemas (Digiuni, 2022).

#### **4.1.4. Conductividad del agua en los 3 neblinómetros**

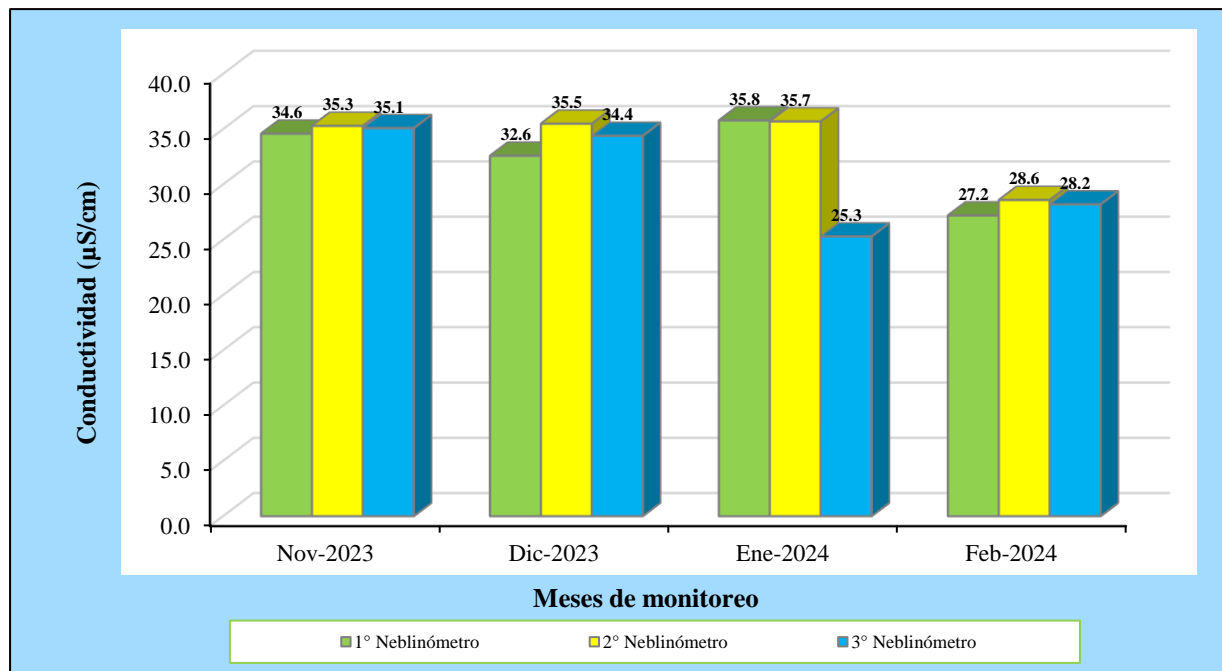
**Tabla 5**

*Valores de los indicadores estadísticos de la conductividad del agua*

Puntos de muestreo	N° de datos	Mínimo ( $\mu\text{S/cm}$ )	Máximo ( $\mu\text{S/cm}$ )	Media ( $\mu\text{S/cm}$ )	Desviación estándar
1° Neblinómetro	4	27.2	35.8	32.6	3.80
2° Neblinómetro	4	28.6	35.7	33.8	3.45
3° Neblinómetro	4	25.3	35.1	30.8	4.78

**Figura 7**

*Conductividad del agua en los 3 neblinómetros*



En la figura 7 se aprecia que la conductividad del agua captada por el 1° neblinómetro estuvo entre 27.2 a 35.8  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , mientras que, la conductividad del agua captada por el 2° neblinómetro osciló entre 28.6 a 35.7  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , sin embargo, en el 3° neblinómetro presentó una conductividad entre 25.3 a 35.1  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ; de acuerdo a los valores registrados la conductividad se encuentran dentro de los LMP que son 1500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , establecidos por el reglamento de la calidad del agua para consumo humano D.S. N° 031-2010-SA. Estos resultados se asemejan con los encontrados en el estudio realizado por Vega et al. (2020) en la finca El Caney-Colombia donde se registraron valores de 100 a 170  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , probablemente se debió a la ubicación donde fue realizado el estudio y a la baja concentración de sólidos disueltos totales. Mientras que, en la investigación realizada por Pérez (2019) en Ventanilla-Lima, se registró un valor máximo de 1291  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , asimismo en el trabajo de Huamán (2021) realizado en Villa María del Triunfo-Lima,

registraron su valor máximo de 1190.6 us/cm, lo cual difiere con los valores registrados en el presente estudio. Estas variaciones pueden ser influenciadas por la proximidad al mar, donde el viento se encarga de transportar los iones, ya que, la conductividad depende principalmente de la movilidad de iones y la concentración total de estos (Aranda et al., 2023). Además, la medición de la conductividad es un método ampliamente utilizado y útil, especialmente para el control de calidad, al evaluar el contenido iónico y la pureza del agua (Hamim et al., 2019).

#### 4.1.5. Color del agua en los 3 neblinómetros

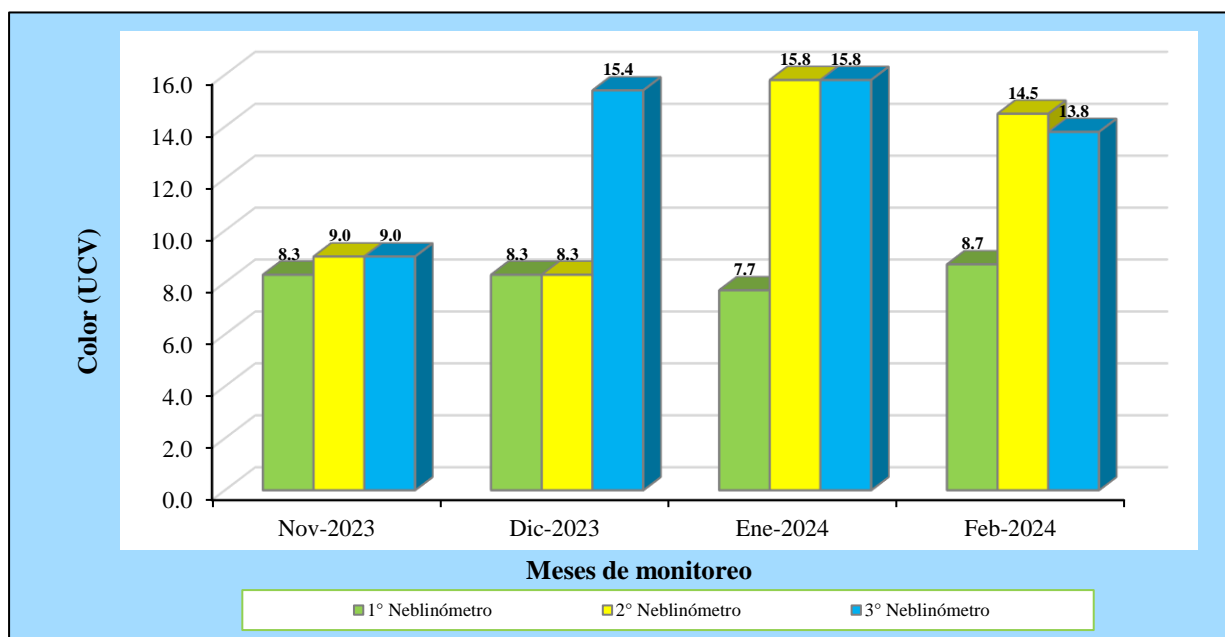
**Tabla 6**

*Valores de los indicadores estadísticos del color del agua*

Puntos de muestreo	N° de datos	Mínimo (UCV)	Máximo (UCV)	Media (UCV)	Desviación estándar
1° Neblinómetro	4	7.7	8.7	8.3	0.41
2° Neblinómetro	4	8.3	15.8	11.9	3.80
3° Neblinómetro	4	9.0	15.8	13.5	3.12

**Figura 8**

*Color del agua en los 3 neblinómetros*



En la figura 8 se aprecia que la mayor cantidad de los datos registrados del color en los 3 neblinómetros están dentro de los LMP, a excepción del 2° neblinómetro en el mes de enero y el 3° neblinómetro en los meses de diciembre y enero superaron los LMP que son 15 UCV según el reglamento de calidad del agua para consumo humano D.S. N° 031-2010-SA, por lo tanto, el agua captada no es idónea para ser consumida por el humano. Estos valores elevados podrían deberse a las heces de las aves, las ramas y hojas en descomposición encontradas en las canaletas y mallas de los neblinómetros. En el estudio de Baquero et al. (2018) realizado en Choachí-Colombia, donde se registró 14 UCV, lo que indica que el color del agua de niebla está por debajo de los LMP y no implica riesgos para la salud y no necesita un tratamiento complejo. Mientras que, en el trabajo de López et al. (2024) realizado en el Cerro Campana-Perú, se obtuvo un valor de 17 UCV, debido a la posible proliferación de microorganismos por el tiempo acumulado del agua, superando los LMP, Merino (2017) obtuvo resultados que se asemejan, en su estudio realizado en Ventanilla-Lima, donde registro 39.41 UCV, generando un color amarillento en el agua debido a la descomposición de vegetación y existencia de compuestos orgánicos, además de la presencia de moho en los tubos de plástico utilizados en el neblinómetro. En las fuentes de aguas naturales el color podría reflejar la existencia de moléculas orgánicas complejas provenientes de materia vegetal ya sea hojas, ramas y turba (Martínez & Osorio, 2018). Además, el color del agua está influenciado por sustancias extrañas, que pueden deberse tanto a materia suspendida como a la existencia de sustancias diluidas (Moyano et al., 2021).

#### 4.1.6. Sólidos disueltos totales del agua en los 3 neblinómetros

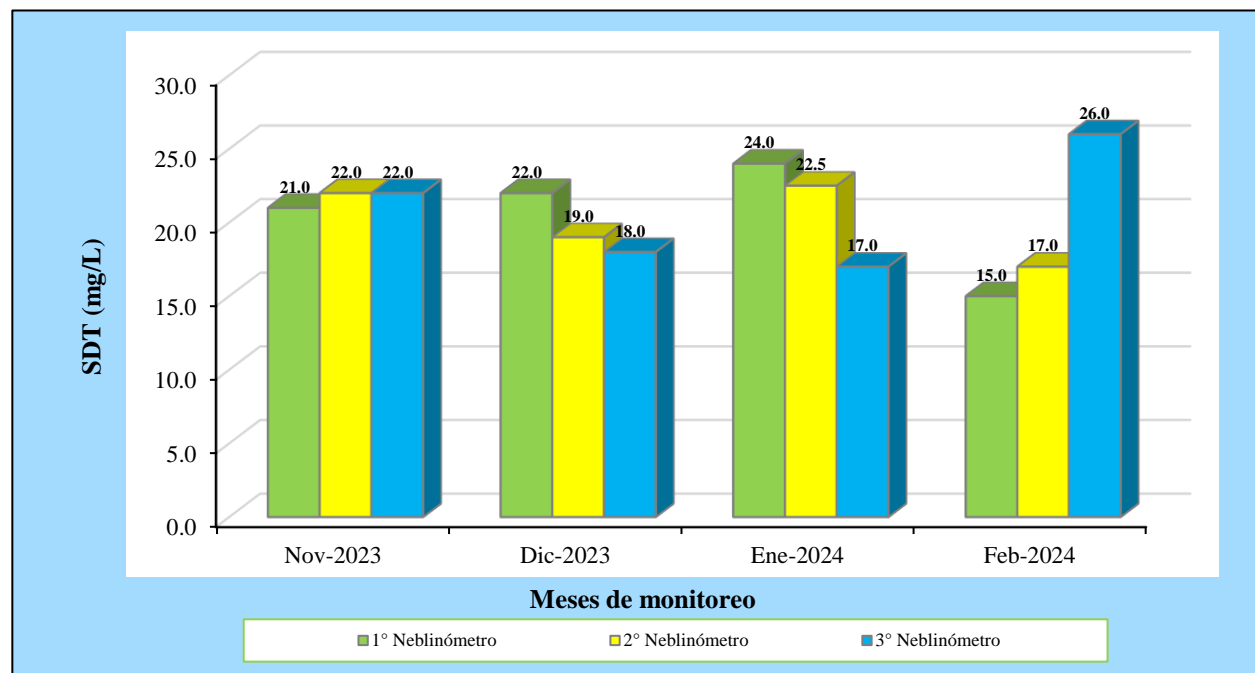
**Tabla 7**

Valores de los indicadores estadísticos de los SDT del agua

Puntos de muestreo	N° de datos	Mínimo (mg/L)	Máximo (mg/L)	Media (mg/L)	Desviación estándar
1° Neblinómetro	4	15.0	24.0	20.5	3.87
2° Neblinómetro	4	17.0	22.5	20.1	2.59
3° Neblinómetro	4	17.0	26.0	20.8	4.11

**Figura 9**

Sólidos disueltos totales (SDT) el agua en los 3 neblinómetros



En la figura 9 se aprecia que los datos registrados en los 3 neblinómetros están por debajo de los LMP (1000 mg/L) establecidos en el reglamento de calidad del agua para consumo humano D.S. N° 031-2010-SA. La baja concentración de SDT probablemente se debe a que en la zona de estudio es un área rural que no está expuesta a actividades generadoras de polvo. Valores similares fueron obtenidos por Jofre et al. (2015), en su investigación realizada en Veracruz-México donde

los valores de SDT oscilaron entre 74 y 232.7 mg/L, situándose dentro de los LMP debido a la ubicación del estudio alejada de diferentes poblados. Sin embargo, en la investigación realizada por Sierra (2019) en Lomas de Asia-Lima, se obtuvo como valor máximo 1164.0 mg/L de SDT. Estos valores difieren de los obtenidos en el presente estudio debido al aumento poblacional, el incremento de turistas y al traslado de los residentes, lo que ha generado una gran demanda de taxis y servicios de transporte particular. Además, el paso de los camiones pesados por las carreteras cercanas a la zona de estudio, influyen en el incremento de SDT en el agua de niebla captada en las Lomas. Cabe destacar que los SDT engloban todos los contaminantes presentes, excepto los gases disueltos (Chibinda et al., 2017). La consistencia entre los resultados de la presente investigación y los encontrados por Sierra respalda la validez sobre los valores registrados de SDT influenciados por la zona de estudio.

#### **4.1.7. Fluoruro del agua en los 3 neblinómetros**

En la tabla 11 se aprecia que no se registraron datos para este parámetro en ninguno de los 3 neblinómetros, debido a que, el fluoruro se encuentra principalmente en la corteza terrestre y puede llegar al medio ambiente debido a actividades humanas o porque se añade al agua tratada para prevenir caries, también puede liberarse al agua subterránea a través del desgaste químico de rocas ígneas intermedias y félsicas (Gutiérrez & Alarcón, 2022).

#### **4.1.8. Cloruro del agua en los 3 neblinómetros**

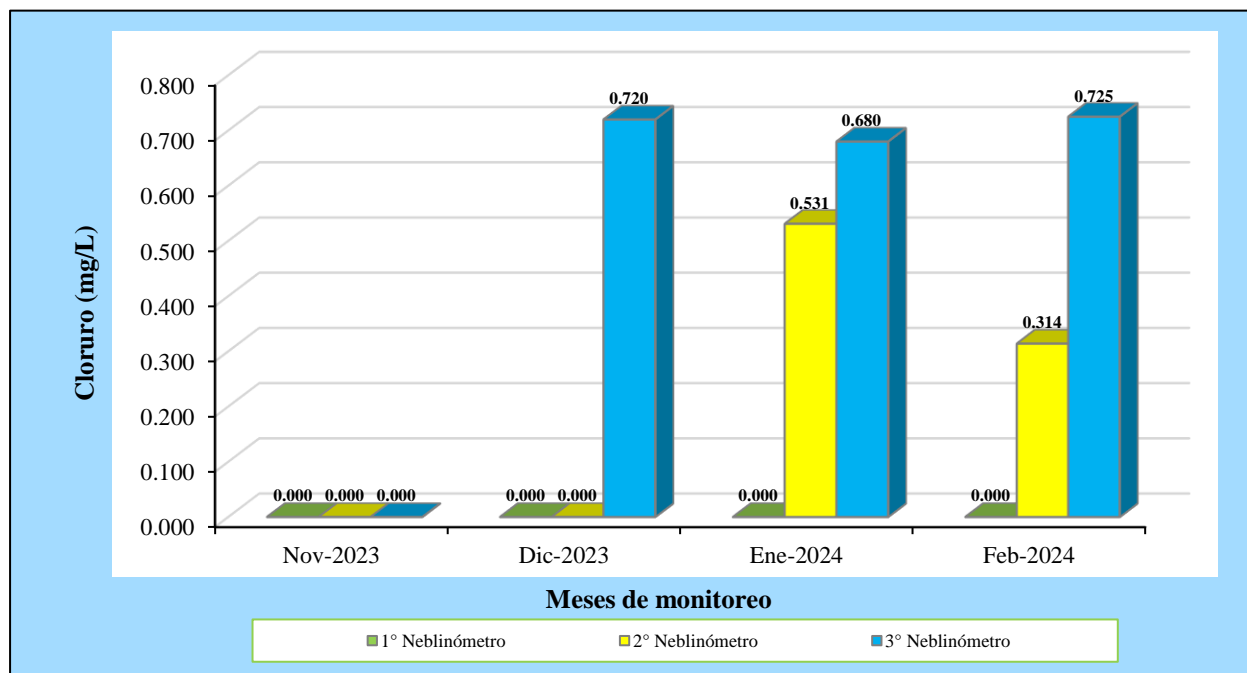
**Tabla 8**

*Valores de los indicadores estadísticos del cloruro del agua*

Puntos de muestreo	N° de datos	Mínimo (mg/L)	Máximo (mg/L)	Media (mg/L)	Desviación estándar
1° Neblinómetro	4	0.0	0.0	0.0	0.0
2° Neblinómetro	4	0.0	0.531	0.211	0.15
3° Neblinómetro	4	0.0	0.725	0.708	0.02

**Figura 10**

*Cloruro del agua en los 3 neblinómetros*



En la figura 10 se observa que en el 1° neblinómetro no se registraron valores de cloruro, mientras que, en el 2° neblinómetro se aprecia que se registraron valores de cloruro tanto en el mes de enero como en el mes de febrero y en el 3° neblinómetro se registraron valores de cloruro a partir del mes de diciembre. Valores similares han sido obtenidos por Jofre et al. (2015), es su estudio realizado en Veracruz-México, donde se registró 3.3, 6.9, 4.3, 4.8 y 3.0 mg/L de cloruro. Además, en el estudio de López et al. (2024) realizado en el Cerro Campana-Trujillo-Perú, se encontraron valores más elevados de cloruro, específicamente 59.85 mg/L. Aunque estos valores superan los de la presente investigación debido a las fuentes marinas, aún se encuentran dentro de los LMP de 250 mg/L establecidos en el reglamento de la calidad del agua para consumo humano D.S. N° 031-2010-SA. La presencia de cloruro mayormente proviene del cloruro de sodio o de otras sales de cloruro como el cloruro de potasio, el cloruro de calcio y el cloruro de magnesio,

pero si se presenta un alto contenido de cloruros puede ser un indicativo de polución por aguas servidas, residuos de las industrias o por la intrusión de agua de mar en fuentes de agua dulce o acuíferos (Madhulekha & Sunita, 2018). Además, los cloruros pueden afectar el sabor y olor del agua, y por lo general no pueden ser eliminados completamente (Merino, 2017).

#### ***4.1.9. Nitrito del agua en los 3 neblinómetros***

En la tabla 11 se aprecia que no se registraron datos para este parámetro en ninguno de los 3 neblinómetros, debido a que los nitritos se encuentran de manera natural en concentraciones bajas (menos de 4 mg/L en agua). Sin embargo, debido a su alta solubilidad, los nitritos se transportan con mayor facilidad cuando fuentes contaminantes se mezclan con el agua, estas fuentes pueden incluir pozos sépticos, vertederos, fertilizantes, estiércol y materia orgánica en descomposición. La movilidad del nitrito en el agua con frecuencia nos permite analizar la calidad del agua, ya que sirve como un indicador de contaminación (Peña et al., 2023).

#### ***4.1.10. Nitrato del agua en los 3 neblinómetros***

En la tabla 11 se aprecia que no se registraron datos para este parámetro en ninguno de los 3 neblinómetros, ya que los nitratos se encuentran principalmente en cuerpos de agua superficiales y subterráneos debido a la descomposición natural de materiales orgánicos ricos en nitrógeno. Sin embargo, la alta concentración de nitratos y nitritos en el agua se ha convertido en un indicador clave para evaluar su calidad; la presencia excesiva de nitrato y nitrito puede tener un gran impacto en la vida acuática y la salud de los humanos (Li et al., 2020). Aunque los efectos en la salud humana por niveles elevados de nitratos y nitritos en el agua potable aún no están completamente claros (Picetti et al., 2022).

#### 4.1.11. Sulfato del agua en los 3 neblinómetros

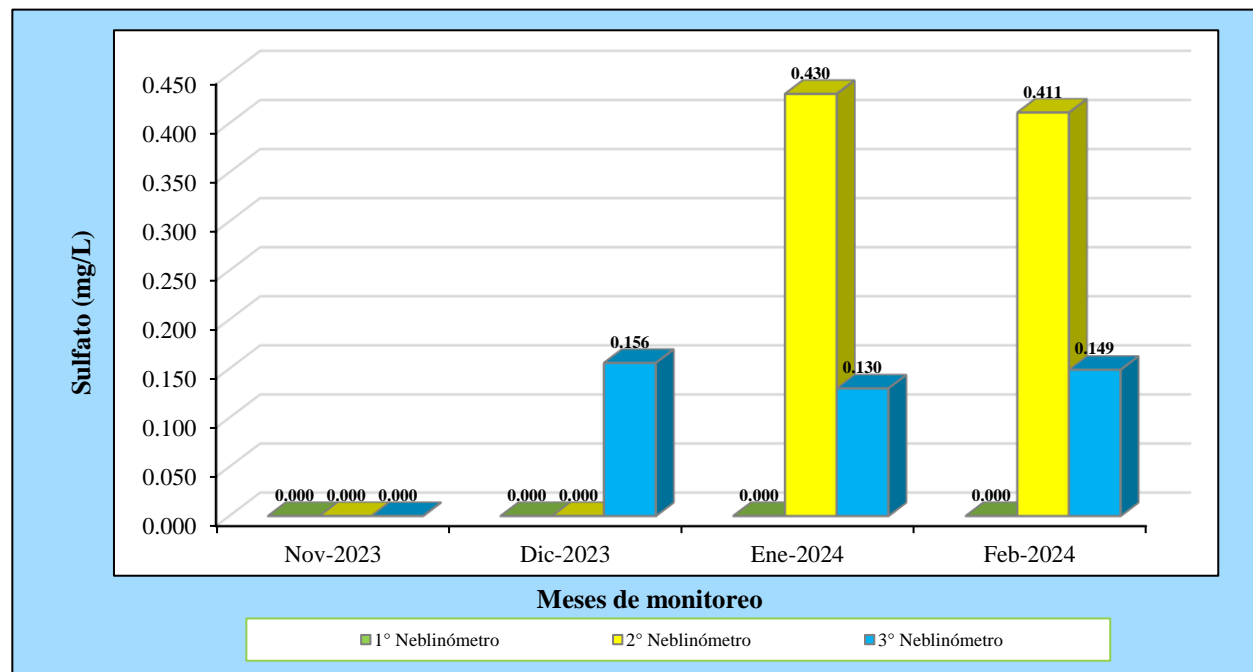
**Tabla 9**

*Valores de los indicadores estadísticos del sulfato del agua*

Puntos de muestreo	N° de datos	Mínimo (mg/L)	Máximo (mg/L)	Media (mg/L)	Desviación estándar
1° Neblinómetro	4	0.0	0.0	0.0	0.0
2° Neblinómetro	4	0.0	0.43	0.210	0.01
3° Neblinómetro	4	0.0	0.156	0.145	0.01

**Figura 11**

*Sulfato del agua en los 3 neblinómetros*



En la figura 11 se observa que en el 1° neblinómetro no se registraron datos de sulfato, sin embargo, en el 2° neblinómetro, se registraron valores durante los meses de enero y febrero, y en el 3° neblinómetro excepto en noviembre, también se registraron valores de sulfato. Es probable que los valores registrados se deban a que, para limpiar los baldes después de cada muestreo se

utilizó detergente, lo que podría haber dejado concentraciones mínimas de sulfato. A pesar de esto, los niveles de sulfato están dentro de los LMP (250 mg/L) establecidos en el reglamento de calidad del agua para consumo humano D.S. N° 031-2010-SA. Similares resultados fueron obtenidos por Jofre et al. (2015), en su estudio realizado en Veracruz-México, donde se registró valores menores a 5.0 mg/L de sulfato. Estos valores difieren con la investigación de Baquero et al. (2018) en Choachí-Colombia, donde no se registró concentraciones de sulfato. Las bajas concentraciones de sulfato en el agua de neblina se deben a que estos compuestos están ampliamente distribuidos en el medio ambiente y las cantidades más elevadas por lo general se encuentran en cuerpos de aguas subterráneos, provenientes de fuentes naturales. Además, cuando las concentraciones superan ciertos niveles, pueden tener consecuencias desastrosas para la vida acuática. Un aumento en los niveles de sulfato también puede provocar anomalías en los seres humanos, como molestias intestinales y diarrea (He et al., 2020).

#### **4.1.12. Fosfato del agua en los 3 neblinómetros**

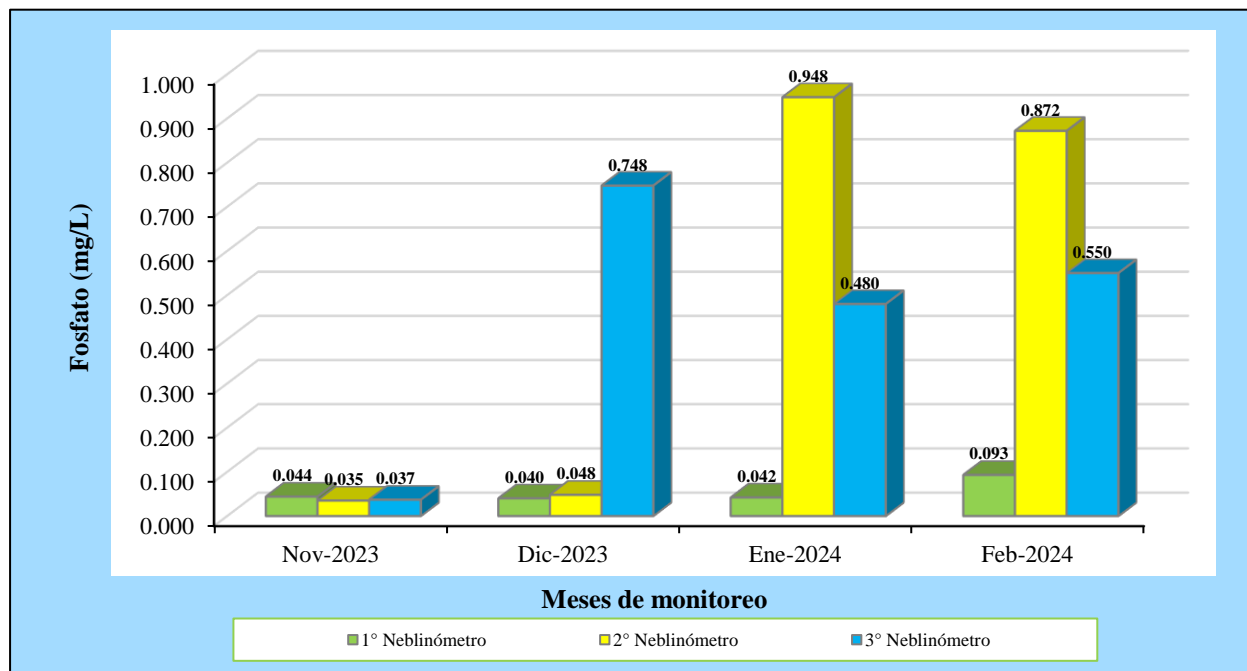
**Tabla 10**

*Valores de los indicadores estadísticos del fosfato del agua*

Puntos de muestreo	N° de datos	Mínimo (mg/L)	Máximo (mg/L)	Media (mg/L)	Desviación estándar
1° Neblinómetro	4	0.040	0.093	0.050	0.03
2° Neblinómetro	4	0.035	0.948	0.476	0.50
3° Neblinómetro	4	0.037	0.748	0.454	0.30

**Figura 12**

*Fosfato del agua en los 3 neblinómetros*



En la figura 12 se aprecia que los valores registrados de fosfato en el 1° neblinómetro son bajos, sin embargo, en el 2° neblinómetro, se registraron valores ligeramente elevados de fosfato en el mes de enero y en el mes de febrero. En contraste, el 3° neblinómetro mostró valores considerables de fosfato a partir de diciembre. Estos resultados podrían deberse al uso de plaguicidas organofosforados, ya que los neblinómetros 2° y 3° están ubicados cerca de un sembrío de papas. Estos hallazgos coinciden con un estudio realizado por Baquero et al. (2018) en Choachí-Colombia, donde se registraron concentraciones de 0.5 mg/L de fosfato, la existencia de fosfato en el agua de Choachí-Colombia podría estar relacionada con el uso de agroquímicos y plaguicidas en áreas cercanas. Además, Pérez et al. (2019) mencionan que la alta concentración de fosfato podría ser consecuencia del uso excesivo de fertilizantes, lo que afecta la calidad del agua.

Por lo tanto, evaluar los niveles de fosfato es fundamental para garantizar la calidad del agua, ya que este compuesto es uno de los contaminantes más relevantes que deteriora la calidad del agua, además, se considera la principal causa de eutrofización y ha despertado un interés significativo por parte de la comunidad científica (Almanassra et al., 2021).

**Tabla 11***Resultados fisicoquímicos del agua captada en los tres neblinómetros*

N°	Parámetros	Unidades	1° Neblinómetro					2° Neblinómetro					3° Neblinómetro				
			28-Nov-23	20-Dic-23	18-Ene-24	27-Feb-24	Promedios	28-Nov-23	20-Dic-23	18-Ene-24	27-Feb-24	Promedios	28-Nov-23	20-Dic-23	18-Ene-24	27-Feb-24	Promedios
1	Temperatura	°C	13.90	13.70	13.20	13.60	<b>13.60</b>	13.80	14.00	13.40	13.10	<b>13.58</b>	14.20	13.80	13.50	13.70	<b>13.80</b>
2	Turbidez	NTU	2.36	2.81	2.41	2.90	<b>2.62</b>	2.74	2.23	2.82	2.83	<b>2.66</b>	2.29	2.91	3.11	3.01	<b>2.83</b>
3	pH	pH	7.12	7.27	7.32	7.21	<b>7.23</b>	7.08	7.21	7.70	7.33	<b>7.33</b>	7.01	7.32	7.23	7.47	<b>7.26</b>
4	Conductividad	µS/cm	34.6	32.6	35.8	27.2	<b>32.6</b>	35.3	35.5	35.7	28.6	<b>33.8</b>	35.1	34.4	25.3	28.2	<b>30.8</b>
5	Color	UCV	8.3	8.3	7.7	8.7	<b>8.3</b>	9.0	8.3	15.8	14.5	<b>11.9</b>	9.0	15.4	15.8	13.8	<b>13.5</b>
6	SDT	mg/L	21.0	22.0	24.0	15.0	<b>20.5</b>	22.0	19.0	22.5	17.0	<b>20.1</b>	22.0	18.0	17.0	26.0	<b>20.8</b>
7	Fluoruro	mg/L	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
8	Cloruro	mg/L	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	0.531	0.314	<b>0.211</b>	<LCM	0.720	0.680	0.725	<b>0.531</b>
9	Nitrito	mg/L	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
10	Nitrato	mg/L	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
11	Sulfato	mg/L	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	0.430	0.411	<b>0.210</b>	<LCM	0.156	0.130	0.149	<b>0.109</b>
12	Fosfato	mg/L	0.044	0.040	0.042	0.093	<b>0.055</b>	0.035	0.048	0.948	0.872	<b>0.476</b>	0.037	0.748	0.480	0.550	<b>0.454</b>

#### 4.1.13. Coliformes totales del agua en los 3 neblinómetros

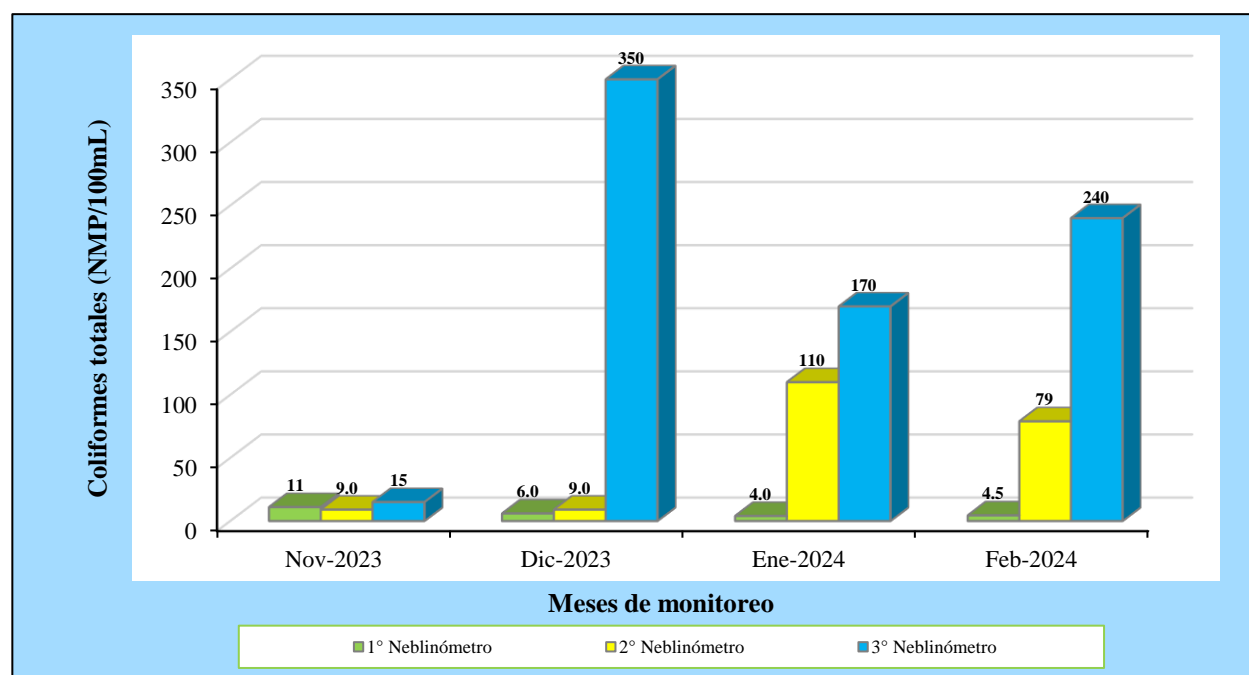
**Tabla 12**

Valores de los indicadores estadísticos del NMP/100mL de los coliformes totales del agua

Puntos de muestreo	N° de datos	Mínimo (NMP/100mL)	Máximo (NMP/100mL)	Media (NMP/100mL)	Desviación estándar
1° Neblinómetro	4	4.0	11.0	6.4	3.20
2° Neblinómetro	4	9.0	110.0	51.8	50.96
3° Neblinómetro	4	15.0	350.0	193.8	140.32

**Figura 13**

NMP/100mL de coliformes totales del agua en los 3 neblinómetros



En la figura 13 se aprecia que en el 1° neblinómetro el 100% de muestras excedieron los LMP, puesto que, se registró valores entre 4.0 a 11.0 NMP/100mL de coliformes totales, asimismo, en el 2° neblinómetro en todas las muestras de agua se registraron valores entre 9.0 a 110.0 NMP/100mL de coliformes totales; de manera similar en el 3° neblinómetro el 100% de sus

muestras de agua exceden los LMP, en el cual se registró el máximo valor de todos siendo de 350.0 NMP/100mL de coliformes totales. Resultados similares obtuvieron Jofre et al. (2015), es su estudio realizado en Veracruz-México, donde registró valores de 79 hasta 1609 NMP/100mL de coliformes totales. Asimismo, en la investigación de Pérez (2019) realizada en Ventanilla-Lima, los valores registrados fueron de 11000 NMP/100mL de coliformes totales, estos valores podrían estar relacionados con la presencia de animales, especialmente aves cuyas heces se encontraron en las canaletas y las mallas atrapanieblas. De tal manera que, el estiércol de aves puede contaminar el agua y favorecer al crecimiento de microorganismos potencialmente patógenos, lo que representa un riesgo para la salud de los humanos y animales (Casas & Guerra, 2020).

Además, los coliformes totales son indicadores del grado de polución microbiológico en el agua de consumo humano y causantes de diversas enfermedades gastrointestinales (Loza et al., 2023). Basándose en los valores obtenidos de coliformes totales, muestran que el agua captada no es idónea para ser consumida por los humanos, por sobrepasar los LMP ( $< 1.8$  NMP/100mL) establecidos por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano D.S. N° 031-2010-SA.

#### 4.1.14. Coliformes termotolerantes del agua en los 3 neblinómetros

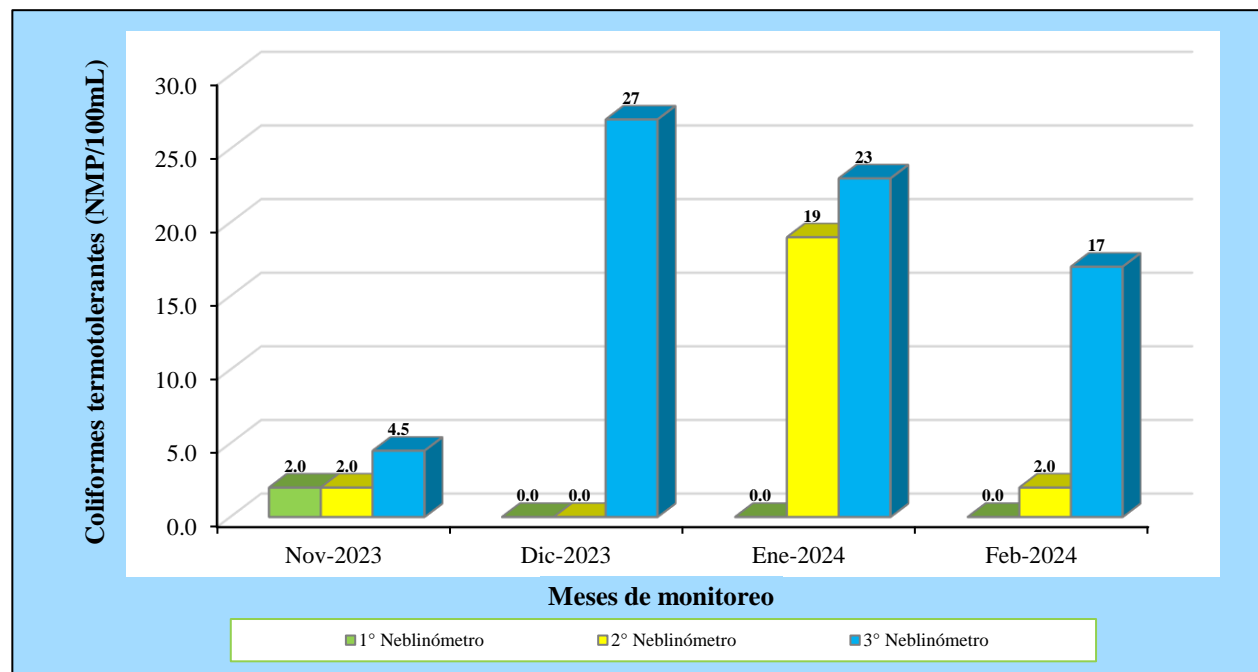
**Tabla 13**

Valores de los indicadores estadísticos del NMP/100mL de los coliformes termotolerantes del agua

Puntos de muestreo	N° de datos	Mínimo (NMP/100mL)	Máximo (NMP/100mL)	Media (NMP/100mL)	Desviación estándar
1° Neblinómetro	4	0.0	2.0	0.5	0.50
2° Neblinómetro	4	0.0	19.0	5.8	8.68
3° Neblinómetro	4	4.5	27.0	17.9	9.82

**Figura 14**

NMP/100mL de coliformes termotolerantes del agua en los 3 neblinómetros



En la figura 14, se aprecia que en el 1° neblinómetro, el 25% de las muestras superaron los LMP al registrar 2.0 NMP/100mL de coliformes termotolerantes. Por otro lado, en el 2° neblinómetro, el 75% de las muestras de agua presentaron valores entre 2.0 y 19.0 NMP/100mL

de coliformes termotolerantes. Sin embargo, en el 3° neblinómetro, el 100% de sus muestras excedieron los LMP, con valores de 4.5 a 27.0 NMP/100mL. Estos resultados coinciden con los de Pérez (2019), quien al analizar la calidad del agua captada de la niebla de Ventanilla-Lima, encontró valores de hasta 49 NMP/100mL de coliformes termotolerantes, por lo que no es idónea para uso humano y requiere tratamientos para cumplir con los estándares requeridos. Similares resultados obtuvieron Huamán (2021) en Villa María del Triunfo, registrando su valor máximo de 540 NMP/100mL de coliformes termotolerantes y Merino (2017) encontró un promedio de 255.75 NMP/100mL de concentraciones de coliformes fecales en el agua captada de la niebla, relacionando el origen de dichos coliformes a los rastros de estiércol de aves en las canaletas y a la presencia de excrementos de perros en la zona de estudio.

En consecuencia, debido a que excede los LMP de coliformes termotolerantes, el agua captada no es idónea para ser consumida por los humanos, ya que la existencia de coliformes termotolerantes o fecales afecta la calidad del agua, limitando su uso en actividades específicas y representando una amenaza para la salud pública y el equilibrio ambiental (Zambrano et al., 2022).

#### 4.1.15. *Escherichia coli* del agua en los 3 neblinómetros

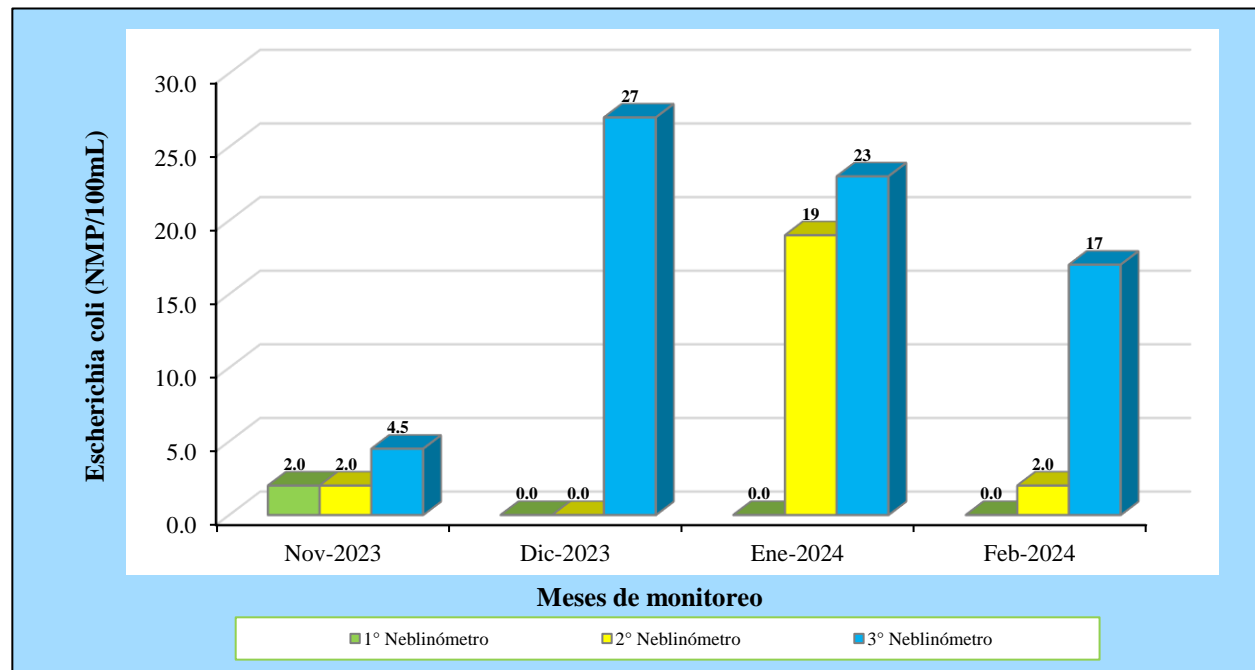
**Tabla 14**

Valores de los indicadores estadísticos del NMP/100mL de *Escherichia coli* del agua

Puntos de muestreo	N° de datos	Mínimo (NMP/100mL)	Máximo (NMP/100mL)	Media (NMP/100mL)	Desviación estándar
1° Neblinómetro	4	0.0	2.0	0.5	0.50
2° Neblinómetro	4	0.0	19.0	5.8	8.68
3° Neblinómetro	4	4.5	27.0	17.9	9.82

**Figura 15**

NMP/100mL de *Escherichia coli* del agua en los 3 neblinómetros



En la figura 15 se aprecia que en el 1° neblinómetro el 75% de muestras de agua si cumplen con los LMP, solamente en el mes de noviembre se registró se registró 2.0 NMP/100mL de *Escherichia coli*; en cambio, en el 2° neblinómetro se registraron valores entre 2.0 a 19.0 NMP/100mL de *Escherichia coli*, solamente en el mes de diciembre el valor registrado estuvo por

debajo del LMP <1.8 NMP/100mL; por el contrario, en el 3° neblinómetro el 100% de sus muestras de agua exceden los LMP registrándose el máximo valor de 27.0 NMP/100mL de *Escherichia coli*. Estos hallazgos difieren con la investigación realizada por Baquero et al. (2018) en Choachí-Colombia, donde no se registraron concentraciones de *Escherichia coli*, estas diferencias probablemente se deban a que en las mallas atrapanieblas de Choachí no se detectaron rastros de heces, a diferencia de las mallas empleadas en el presente estudio.

Por lo tanto, al existir bacterias de *Escherichia coli* en el presente estudio, el agua captada no es idónea para el consumo de los humanos, debido a que dicha bacteria es transmitida al humano mayormente por la ingesta de alimentos y agua contaminados con heces, además la presencia de esta bacteria puede ocasionar problemas de salud en las personas y animales (Enrique et al., 2021), algunos síntomas que se presentan son los calambres abdominales, diarrea, fiebre y vómitos (Merino, 2017). Es importante destacar que la *Escherichia coli* al vivir en el agua durante 4 a 12 semanas, sirve como bacteria indicadora de polución fecal en el agua potable, debido a la accesibilidad de técnicas de detección simples, económicas, rápidas, sensibles y precisas (Khan, 2020).

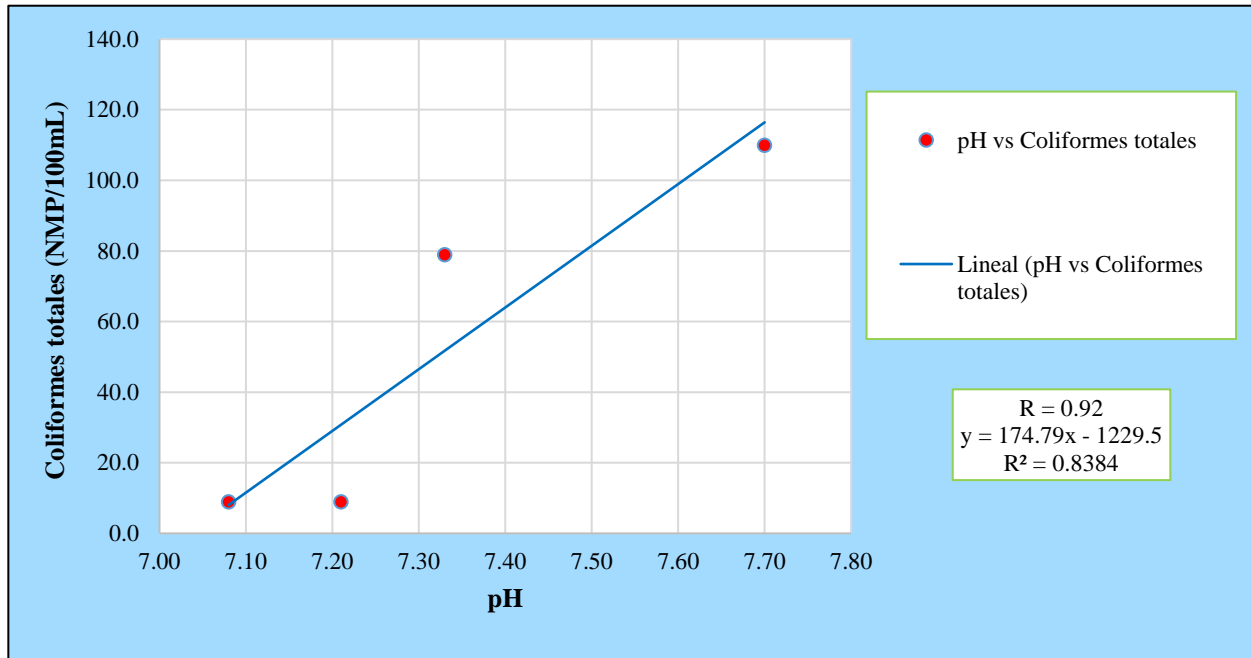
**Tabla 15***Resultados bacteriológicos del agua captada en los tres neblinómetros*

N°	Parámetros	Unidades	1° Neblinómetro					2° Neblinómetro					3° Neblinómetro				
			28-Nov-23	20-Dic-23	18-Ene-24	27-Feb-24	Promedios	28-Nov-23	20-Dic-23	18-Ene-24	27-Feb-24	Promedios	28-Nov-23	20-Dic-23	18-Ene-24	27-Feb-24	Promedios
<b>1</b>	Coliformes totales	NMP/100mL	11	6.0	4.0	4.5	<b>6.4</b>	9.0	9.0	110	79	<b>51.8</b>	15	350	170	240	<b>193.8</b>
<b>2</b>	Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	2.0	<1.8	<1.8	<1.8	<b>0.5</b>	2.0	<1.8	19	2.0	<b>5.8</b>	4.5	27	23	17	<b>17.9</b>
<b>3</b>	Escherichia coli	NMP/100mL	2.0	<1.8	<1.8	<1.8	<b>0.5</b>	2.0	<1.8	19	2.0	<b>5.8</b>	4.5	27	23	17	<b>17.9</b>

#### 4.1.16. Correlación entre pH vs coliformes totales en el 2° neblinómetro

Figura 16

Correlación entre pH vs coliformes totales en el 2° neblinómetro

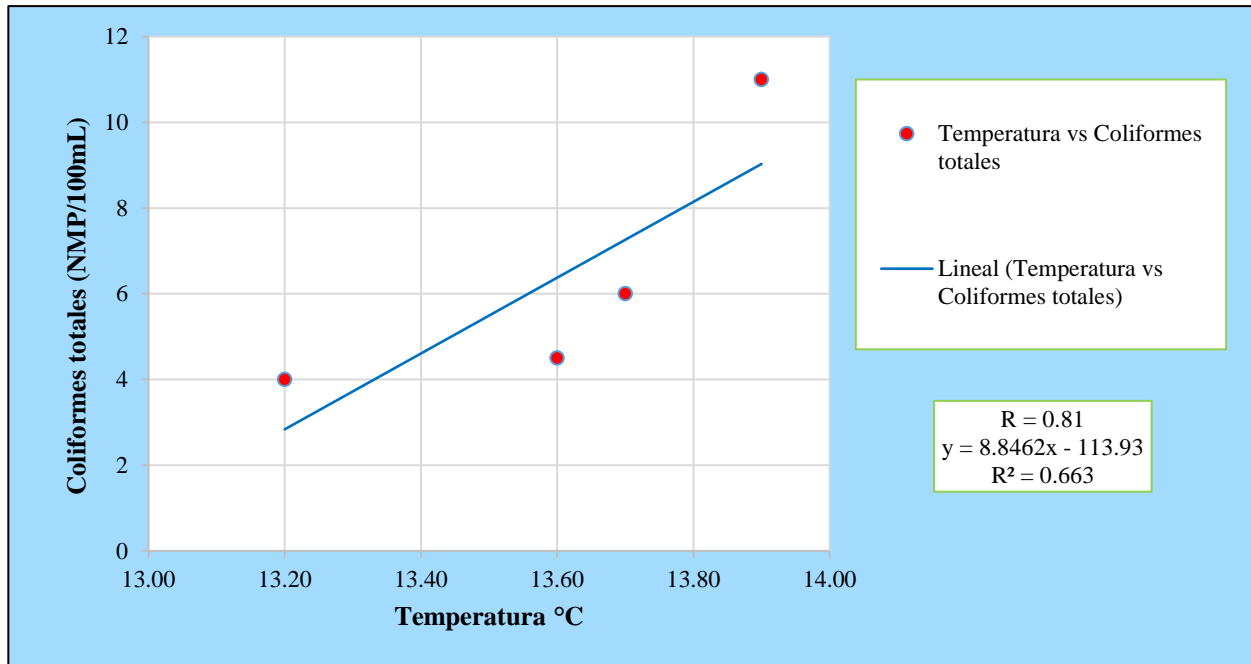


En la figura 16 se observa que en el 2° neblinómetro la correlación es directa excelente, lo mismo que en el 3° neblinómetro la correlación es directa buena (tabla 16), de tal manera que, si los valores del pH son más altos, las concentraciones de los coliformes totales serán más altos; mientras que en el 1° neblinómetro existe una correlación inversa buena, por lo tanto, si los valores del pH son más bajos, los valores de los coliformes totales serán más altos (tabla 16). Sin embargo, según Saalidong et al. (2022), la supervivencia de los coliformes totales se ve muy favorecida en condiciones óptimas de pH y basándose en el reglamento de la calidad del agua para consumo humano D.S. N° 031-2010-SA el pH debe encontrarse entre 6.5 a 8.5.

#### 4.1.17. Correlación entre temperatura vs coliformes totales en el 1° neblinómetro

Figura 17

Correlación entre temperatura vs coliformes totales en el 1° neblinómetro



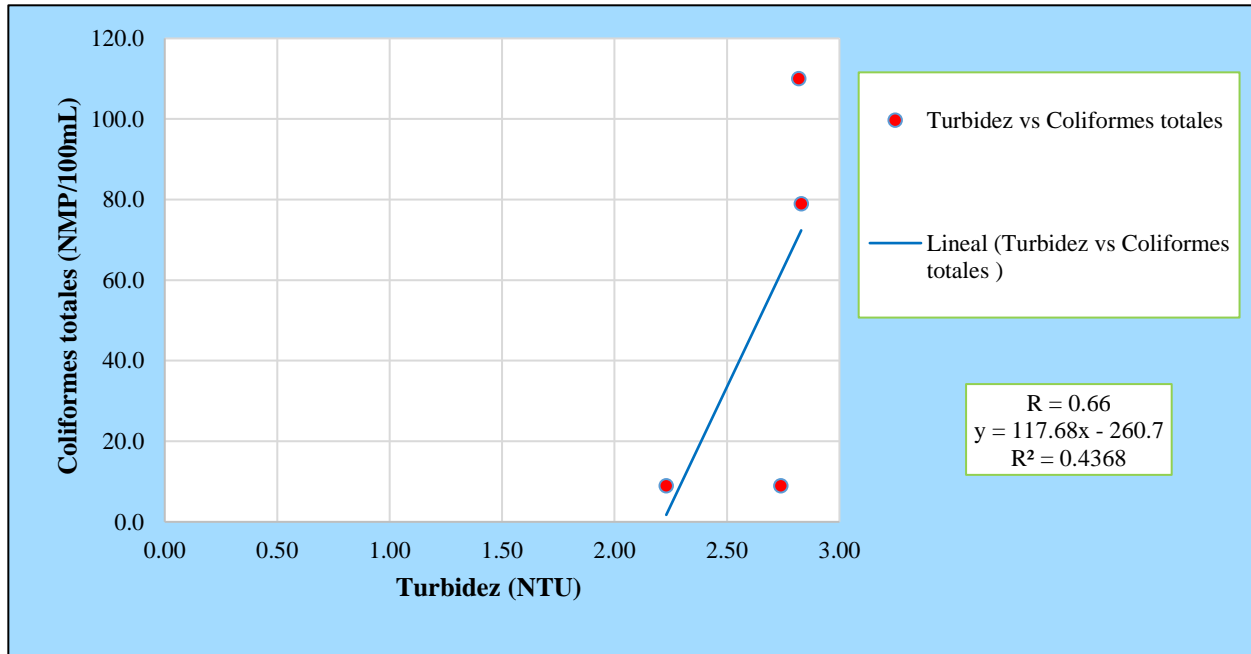
En la figura 17 se puede apreciar que en el 1° neblinómetro existe una correlación directa buena, esto muestra que, si los valores de la temperatura son más altos, igualmente las concentraciones de los coliformes totales serán más altos; por el contrario, con el 2° neblinómetro y 3° neblinómetro los cuales muestran una correlación inversa buena (tabla 16).

En resumen, debido a la ubicación del área de estudio se registraron bajas temperaturas en el agua captada, lo cual afectan la concentración de coliformes, debido a que, las coliformes se desarrollan fácilmente a temperaturas entre 15 y 45° C, y a partir de los 70° C, es casi improbable que sobrevivan, tal comportamiento es justificable, dado que los coliformes se originan en los intestinos de vertebrados de sangre caliente (Conejeros et al., 2021).

#### 4.1.18. Correlación entre turbidez vs coliformes totales en el 2° neblinómetro

Figura 18

Correlación entre turbidez vs coliformes totales en el 2° neblinómetro



En la figura 18 se observa que en el 2° neblinómetro existe una correlación directa buena; de igual manera en el 3° neblinómetro presenta una correlación directa buena (tabla 16), lo que indica que, si los valores de la turbidez son altos, las concentraciones de los coliformes totales serán más altos; por el contrario, con el 1° neblinómetro en el cual existe una correlación inversa mala (tabla 16). Sin embargo, la elevada turbidez incrementa la concentración de bacterias debido a que los rayos ultravioletas no cumplen su función correctamente (Conejeros et al., 2021), por lo que induce al incremento de la temperatura en la parte superficial del agua (Amado et al., 2018).

Por lo tanto, la turbidez y los coliformes totales si establecen una relación, sin embargo, la turbidez no presenta una amenaza directa para la salud, pero sí está relacionado con la presencia de bacterias y el crecimiento bacteriológico en el agua (Martínez et al., 2020).

**Tabla 16***Correlación de parámetros fisicoquímicos*

<b>Coefficiente de correlación</b>													
<b>Puntos de muestreo</b>	<b>pH vs T°</b>	<b>pH vs Turbidez</b>	<b>pH vs Conduct.</b>	<b>pH vs SDT</b>	<b>pH vs Fosfato</b>	<b>T° vs Turbidez</b>	<b>T° vs Conduct.</b>	<b>T° vs SDT</b>	<b>T° vs Fosfato</b>	<b>Turbidez vs Color</b>	<b>Turbidez vs SDT</b>	<b>SDT vs Conduct.</b>	<b>SDT vs Color</b>
<b>1° neblinómetro</b>	0.86 (-)	0.17 (+)	0.18 (+)	0.43 (+)	0.20 (-)	0.10 (+)	0.20 (-)	0.32 (-)	0.02 (+)	0.70 (+)	0.66 (-)	0.95 (+)	0.90 (-)
<b>2° neblinómetro</b>	0.53 (-)	0.40 (+)	0.04 (+)	0.26 (+)	0.84 (+)	0.79 (-)	0.77 (+)	0.32 (+)	0.91 (-)	0.73 (+)	0.22 (+)	0.81 (+)	0.01 (-)
<b>3° neblinómetro</b>	0.66 (-)	0.79 (+)	0.45 (-)	0.31 (+)	0.82 (+)	0.98 (-)	0.86 (+)	0.30 (+)	0.69 (-)	0.95 (+)	0.22 (-)	0.04 (+)	0.46 (-)

**Tabla 17***Correlación de parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos*

Puntos de muestreo	Coeficiente de correlación								
	pH vs C. totales	pH vs C. termotolerantes	pH vs E. coli	T° vs C. totales	T° vs C. termotolerantes	T° vs E. coli	Turbidez vs C. totales	SDT vs C. totales	Fosfato vs C. totales
	<b>1°</b>	0.85	0.85	0.85	0.81	0.68	0.68	0.49	0.10
<b>neblinómetro</b>	(-)	(-)	(-)	(+)	(+)	(+)	(-)	(+)	(-)
<b>2°</b>	0.92	0.92	0.92	0.83	0.36	0.36	0.66	0.05	0.98
<b>neblinómetro</b>	(+)	(+)	(+)	(-)	(-)	(-)	(+)	(+)	(+)
<b>3°</b>	0.80	0.63	0.63	0.56	0.78	0.78	0.71	0.19	0.98
<b>neblinómetro</b>	(+)	(+)	(+)	(-)	(-)	(-)	(+)	(-)	(+)

#### **4.2. Contrastación de hipótesis**

Para esta investigación se formularon dos hipótesis, la hipótesis alternativa ( $H_1$ ): El agua captada de la niebla en la comunidad de Shotorco (Los Verdes) del distrito y provincia de Chota - Cajamarca cumple con los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos para el consumo humano y la hipótesis nula ( $H_0$ ): El agua captada de la niebla en la comunidad de Shotorco (Los Verdes) del distrito y provincia de Chota - Cajamarca no cumple con los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos para el consumo humano.

Según los resultados obtenidos y posteriormente comparados con el reglamento de la calidad del agua para consumo humano D.S. N° 031-2010-SA; la calidad fisicoquímica del agua captada de la niebla no es apta para consumo humano, dado que el parámetro color sobrepasa los LMP del reglamento peruano; del mismo modo, la calidad bacteriológica tampoco es ideal para consumo humano directo, por la presencia de heces de aves en los neblinómetros.

Por lo tanto, esto nos lleva a aceptar la hipótesis nula ( $H_0$ ) y a rechazar la hipótesis alternativa ( $H_1$ ).

## **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

- La calidad fisicoquímica del agua captada de la niebla en la comunidad de Shotorco (Los Verdes) del distrito y provincia de Chota – Cajamarca, no es apta para el consumo humano debido a que el parámetro color sobrepasa los LMP, establecido en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, aprobado por el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.
- La calidad bacteriológica del agua captada de la niebla en la comunidad de Shotorco (Los Verdes) del distrito y provincia de Chota – Cajamarca, no es apta para el consumo humano debido a que excedieron los LMP establecidos en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, aprobado por el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

## CAPÍTULO VI. REFERENCIAS

- Álava, L., Marin, L., & Gallo, N. (2021). Evaluación de la calidad del agua para consumo humano en la cuenca baja del río Lelía (Santo Domingo de los Tsáchilas – Ecuador). *Dominio de Las Ciencias*, 7(4), 625–648. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i6.2356>
- Almanassra, I. W., Kochkodan, V., Mckay, G., Atieh, M. A., & Al-Ansari, T. (2021). Review of phosphate removal from water by carbonaceous sorbents. *In Journal of Environmental Management*, 287, 1–17. Academic Press. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112245>
- Amado, J., Pérez, P., Alatorre, L., Olgún, J., Ramírez, O., Segovia, E., & Alarcón, J. (2018). Análisis multiespectral para la estimación de la turbidez como indicador de la calidad del agua en embalses del estado de Chihuahua, México. *Revista Geográfica de América Central*, 1(62), 33–61. <https://doi.org/10.15359/rgac.62-1.2>
- Aranda, N., Ramos, M., Plata, J., Lendínez, A., González, C., González, M., Montero, A., Ruíz, P., Santiago, J., & Toribio, S. (2023). Evaluación e importancia de la calidad del agua como uso cotidiano. Análisis de la dureza del agua: determinación de Calcio y Magnesio. *MoleQla: Revista de Ciencias de La Universidad Pablo de Olavide*, 1(48), 26–31. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9195103>
- Arias, J. (2018). *Caracterización físicoquímica y bacteriológica, del agua de consumo humano del centro poblado de pampa hermosa, distrito de Chontabamba, provincia de Oxapampa-2018*. [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/412>
- Baquero, S., Delvasto, A., & Mejía, S. (2018). Evaluación de la calidad de agua de niebla recolectada en Choachí, Colombia. *Inventum*, 13(25), 53–60. <https://doi.org/10.26620/uniminuto.inven>

- Barisoni, G., & Ghione, A. (2022). Determinación de turbidez en agua de consumo y estabilidad de una solución control de calidad en el tiempo. *Asociación Civil Científica Rosarina de Estudiantes de La Salud*, 13(1), 14–17. <http://hdl.handle.net/11336/217821>
- Basán, M., Sánchez, L., Tosolini, R., Tejerina, F., & Jordan, P. (2018). Sistemas de captación de agua de lluvia para consumo humano, sinónimo de agua segura. *Aqua-LAC*, 10(1), 15–25. <https://doi.org/https://doi.org/10.29104/phi-2018-aqualac-v10-n1-02>
- Bereciartua, P., Lentini, E., Brenner, F., Mercadier, A., & Tobías, M. (2018). El desafío de la accesibilidad a los servicios de agua potable y saneamiento en los barrios populares de Buenos Aires. In *Revista Colombiana de Geografía*. <https://socialinnovationsjournal.org/editions/issue-45sp/75-disruptive-innovations/2782-el-desafio-de-la-accesibilidad-a-los-servicios-de-agua-potable-y-saneamiento-en-los-barrios-populares-de-buenos-aires>
- Cabarcas, L., & Medina, J. (2019). *Evaluación del índice de calidad del agua para consumo humano en el departamento del Atlántico, Colombia*. [Tesis de pregrado]. Universidad de la Costa. <http://hdl.handle.net/11323/5351>
- Casas S, & Guerra L. (2020). La gallinaza, efecto en el medio ambiente y posibilidades de reutilización. *Revista de Producción Animal*, 32(3), 1–15. <https://revistas.reduc.edu.cu/index.php/rpa/article/view/e3611>
- Cevallos, M., Pozo, W., Sigüencia, R., Torres, G., & Acosta, D. (2022). Variabilidad en las concentraciones de fitoplancton y coliformes totales en el Río Milagro en Ecuador. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, 4(6), 490–506. <http://www.editorialalema.org/index.php/pentaciencias/article/view/399>

- Chakad, O. (2023). Smallness and Small-device Heuristics Scaling Fog Catchers Down and Up in Lima, Peru. *European Association of Social Anthropologists*, 31(2), 39–53. <https://doi.org/10.3167/saas.2023.310204>
- Chibinda C, Arada M, & Pérez N. (2017). Caracterización por métodos físico-químicos y evaluación del impacto cuantitativo de las aguas del Pozo la Calera. *Revista Cubana de Química*, 29(2), 303–321. <http://ojs.uo.edu.cu/index.php/cq>
- Chilón, A., Quiroz, K., & Vásquez, L. (2023). Captación de agua atmosférica utilizando Tres Tipos de Atrapanieblas para condiciones climáticas altoandinas, caso: localidad 22 de Mayo-Celendín-Perú. *Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology, 2023-July*, 1–10. <https://doi.org/10.18687/laccei2023.1.1.1043>
- Cieza, L. (2019). *Volumen de agua aprovechable utilizando malla atrapanieblas en el centro poblado La Palma – Chota*. [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional de Cajamarca. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/3446>
- Conejeros, A., Hueichaqueo, C., Martínez, B., & Placeres, A. (2021). Monitoreo de calidad del agua en sistema de agua potable rural. *RIELAC*, 42(3), 60–70. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1815-59282021000300060](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59282021000300060)
- Della, P., Sala, J., Morel, V., Paz, M., Gómez, S., & Caspe, G. (2022). *Importancia del análisis bacteriológico del agua de consumo*. [www.inta.gob.ar/mercedes](http://www.inta.gob.ar/mercedes)
- Díaz, S., & González, J. (2022). La importancia de la temperatura del agua en las redes de abastecimiento. *Ingeniería Del Agua*, 26(2), 107–123. <https://doi.org/10.4995/ia.2022.17366>
- Digiuni, S. (2022). *Determinación de alcalinidad total en agua*. <https://rehip.unr.edu.ar/bitstream/handle/2133/22662/Alcalinidad%20total.pdf?sequence=3>

- Enrique, E., Gavidia, C., Garriazo, A., & Changanahui, D. (2021). Evaluación de la calidad del agua en los canales de la Zona de Reglamentación Especial de Los Pantanos de Villa (Lima, Perú). *South Sustainability*, 2(2), 1–10. <https://doi.org/10.21142/ss-0202-2021-e002>
- Espinoza, K., Pozo, W., Macas, V., & Sánchez, J. (2022). Situación actual del río Jubones en el Ecuador, un análisis de los metales traza, calidad y parámetros del agua. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, 4(2), 292–307. <https://www.editorialalema.org/index.php/pentaciencias/article/view/106>
- Figuroa, B., & Reyes, C. (2021). *Evaluación fisicoquímica y microbiológica de la calidad del agua para consumo humano en tres sectores del Cantón Durán*. [Tesis de pregrado]. Universidad de Guayaquil. [www.fcq.ug.edu.ec](http://www.fcq.ug.edu.ec)
- Figuroa, K., & Sangerman, D. (2022). The method in science: origin and divergences according to Ruy Pérez Tamayo. *Revista Mexicana Ciencias Agrícolas*, 13(8), 1469–1479. <https://doi.org/https://doi.org/10.29312/remexca.v13i8.3353>
- García, B., López, E., & Castro, N. (2020). Procedimiento para el análisis químico de la contaminación por nitritos y nitratos en aguas de consumo. *Revista Universidad y Sociedad*, 12(5), 190–195. <https://orcid.org/0000-0003-1305-822X>
- Grijalva, A., Jiménez, M., & Ponce, H. (2020). Contaminación del agua y aire por agentes químicos. *RECIMUNDO*, 4(4), 79–93. [https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(4\).octubre.2020.79-93](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(4).octubre.2020.79-93)
- Gutiérrez, M., & Alarcón, M. (2022). Fluoruro en aguas subterráneas de la región centro-norte de México y su posible origen. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 38(1), 389–397. <https://doi.org/10.20937/RICA.54307>

- Hamim, N., Krismastuti, F., Hindayani, A., & Aristiawan, Y. (2019). Certified reference materials for calibration of conductivity meter at the measuring of electrolytic conductivity in water: Preparation and its measurement. *AIP Conference Proceedings*, 2175, 1–10. <https://doi.org/10.1063/1.5134629>
- He, S., Feng, S., Nag, A., Afsarimanesh, N., Alahi, E., Li, S., Mukhopadhyay, S., & Wong, J. (2020). IoT-Based Laser-Inscribed Sensors for Detection of Sulfate in Water Bodies. *IEEE Access*, 8(1), 228879–228890. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3046656>
- Huamán, B. (2021). *Colección de agua de niebla usando colectores SFC, BOX y Árbol en Villa María del Triunfo-Lima-Perú*. [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional Agraria La Molina. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/4639>
- Huamán, S., Lucen, M., Paredes, M., & Changanauqui, D. (2020). Evaluación de la calidad del agua de la Laguna Marvilla en los Pantanos de Villa (Lima – Perú). *South Sustainability*, 1(2), 1–8. <https://doi.org/10.21142/ss-0102-2020-019>
- Huaquisto, S., & Chambilla, I. (2019). Análisis del consumo de agua potable en el centro poblado de Salcedo, Puno. *INVESTIGACION & DESARROLLO*, 19(1), 133–144. <https://doi.org/10.23881/idupbo.019.1-9i>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2018). Censos 2017: Departamento De Cajamarca. In *Censo 2017*. <https://censo2017.inei.gob.pe/censos-2017-departamento-de-cajamarca-cuenta-con-1-341-012-habitantes/>
- Jofre, R., Cervantes, J., & Barradas, V. (2015). Calidad del agua de la niebla en el río Pixquiac, Veracruz, Mexico: Resultados preliminares. *TIP- Revista Especializada En Ciencias Químico-Biológicas*, 18(2), 122–130. <https://doi.org/10.1016/j.recqb.2015.09.004>

- Khan, F., & Gupta, R. (2020). *Escherichia coli* (E. coli) as an Indicator of Fecal Contamination in Groundwater: A Review. *Environmental Science and Engineering*, 225-235. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-45263-6\\_21](https://doi.org/10.1007/978-3-030-45263-6_21)
- Larramendi, E., Millán, G., & Plana, M. (2021). Escasez y contaminación del agua, realidades del siglo XXI. *16 de Abril*, 60(259), 1–7. [http://www.rev16deabril.sld.cu/index.php/16\\_04/article/view/854](http://www.rev16deabril.sld.cu/index.php/16_04/article/view/854)
- Li, D., Wang, T., Li, Z., Xu, X., Wang, C., & Duan, Y. (2020). Application of graphene-based materials for detection of nitrate and nitrite in water—a review. *Sensors (Switzerland)*, 20(54), 1–35. <https://doi.org/10.3390/s20010054>
- Londoño, M., & Gómez, B. (2021). Nitratos y nitritos, la doble cara de la moneda. *Revista de Nutrición Clínica y Metabolismo*, 4(1), 110–119. <https://doi.org/10.35454/rncm.v4n1.202>
- López, J., Quispe, S., Ecurra, J., & Vilchez, J. (2024). Análisis fisicoquímico del agua obtenida por el atrapanieblas en el Cerro Campana, Perú. *Revista Alfa*, 8(23), 451–462. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.33996/revistaalfa.v8i23.277>
- López, S., Huertas, D., Jaramillo, Á., Calderón, D., & Díaz, J. (2019). Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de calidad del agua del río Teusacá (Cundinamarca, Colombia). *Ingeniería y Desarrollo*, 37(02), 269–288. <https://doi.org/10.14482/inde.37.2.6281>
- Loza, H., Nava, M., & Contreras, E. (2023). Identificación de enterobacterias en el agua potable del oriente del Estado de México. *Revista Chapingo Serie Agricultura Tropical*, 3(1), 27–40. <https://doi.org/10.5154/r.rchsagt.2023.03.03>
- Madhulekha, S., & Sunita, A. (2018). Determination of chloride ion (Cl<sup>-</sup>) concentration in ganga river water by mohr method at Kanpur, India. *Green Chemistry & Technology Letters*, 4(1), 06–08. <https://doi.org/10.18510/gctl.2018.412>

- Manzollillo, B. (2019). Uso de tecnologías limpias en la desinfección del agua para la reducción de diarrea en niños. revisión sistemática. *Tekhné*, 22(1), 50–57.  
<http://revistasenlinea.saber.ucab.edu.ve/temas/index.php/tekhne/index>
- Marín, T., & Arriojas, D. (2020). Remoción de turbidez de agua mediante filtración utilizando cáscara de coco (Cocos nucífera) a nivel de laboratorio. *Revista ION*, 33(2), 99–110.  
<https://doi.org/10.18273/revion.v33n2-2020008>
- Martínez, M., Mendoza, J., Medrano, B., Gómez, L., & Zafra, C. (2020). Evaluación de la turbiedad como parámetro indicador del tratamiento en una planta potabilizadora municipal. *Revista UIS Ingenierías*, 19(1), 15–24. <https://doi.org/10.18273/revuin.v19n1-2020001>
- Martínez, M., & Osorio, A. (2018). Validación de un método para el análisis de color real en agua. *Revista de La Facultad de Ciencias*, 7(1), 143–155.  
<https://doi.org/10.15446/rev.fac.cienc.v7n1.68086>
- Merino, A. (2017). *Tratamiento de agua de neblina usando filtros cerámicos con fines de consumo humano en el asentamiento humano Leandra Ortega, Callao*. [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional Agraria La Molina. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/2699>
- Ministerio del Ambiente. (2021). *Decreto Supremo que aprueba el Plan de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP) para el periodo 2021-2023*. [www.gob.pe](http://www.gob.pe)
- Ministerio de Salud. (2011). *Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano- DS N° 031-2010-SA*. <https://www.gob.pe/institucion/minsa/informes-publicaciones/321941-reglamento-de-la-calidad-del-agua-para-consumo-humano-d-s-n-031-2010-sa>
- Mora, J., Sibaja, J., & Borbón, H. (2021). Fuentes antropogénicas y naturales de contaminación atmosférica: estado del arte de su impacto en la calidad fisicoquímica en el agua de lluvia y

- de niebla. *Revista Tecnología En Marcha*, 34(1), 92–103.  
<https://doi.org/10.18845/tm.v34i1.4806>
- Moyano, A., Cuadros, F., Pabón, A., & Trujillo, J. (2021). Impacto ambiental del vertimiento de aguas servidas en aglomerados urbanos ilegales del municipio de Villavicencio, Colombia. *Tecnura*, 25(68), 43–62. <https://doi.org/10.14483/22487638.16273>
- Muñoz, J. (2023). *Evaluación de la calidad del compost obtenido de residuos sólidos provenientes del camal “Régulo Bernal Torres” utilizando microorganismos eficaces tm* [Tesis de Posgrado]. Universidad Nacional de Cajamarca. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/6976>
- Ochoa, J. (2022). Participación en la gestión de recursos hídricos en Latinoamérica 2017-2022: Una revisión sistemática. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(3), 486–512. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v6i3.2239](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i3.2239)
- Osores, J. (2020). Revisión: El problema del uranio en el agua de consumo de Huanuhuanu, Arequipa. *Revista ECIPerú*, 17(2), 74–79. <https://doi.org/https://doi.org/10.33017/RevECIPeru2020.0011/>
- Osorio, M., Carrillo, W., Negrete, J., Loor, X., & Riera, E. (2021). La calidad de las aguas residuales domésticas. *Polo Del Conocimiento*, 6(3), 228–245. <https://doi.org/10.23857/pc.v6i3.2360>
- Pauta, G., Velasco, M., Gutiérrez, D., Vázquez, G., Rivera, S., Morales, Ó., & Abril, A. (2019). Evaluación de la calidad del agua de los ríos de la ciudad de Cuenca, Ecuador. *MASKANA*, 10(2), 76–88. <https://doi.org/10.18537/mskn.10.02.08>
- Peña, R., Peralta, J., León, J., & Guzmán, A. (2023). Determinación del caudal y calidad de agua mediante bioindicadores en los páramos de la Comunidad el Calvario en el Cantón Tisaleó. *Polo Del Conocimiento*, 8(5), 1418–1438. <https://doi.org/10.23857/pc.v8i5>

- Peña, S., Ronquillo, S., Manosalvas, G., & Zambrano, E. (2021). Sistema de Potabilización de Agua en Zonas Rurales. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, 1(48), 563–575. <https://www.researchgate.net/publication/361092009>
- Peng, J., Kumar, K., Gross, M., Kunetz, T., & Wen, Z. (2020). Removal of total dissolved solids from wastewater using a revolving algal biofilm reactor. *Water Environment Research*, 92(5), 766–778. <https://doi.org/10.1002/wer.1273>
- Pérez, J., Ortega, H., Ramírez, C., Flores, H., Sánchez, E., Can, A., & Mancilla, O. (2019). Concentración de nitrato, fosfato, boro y cloruro en el agua del río Lerma. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 6(16), 175–182. <https://doi.org/10.19136/era.a6n16.1829>
- Pérez, L. (2019). *Captación de agua de niebla y análisis de la calidad para consumo humano en el asentamiento humano Leandra Ortega, Pachacútec - Ventanilla, 2016*. [Tesis de pregrado]. Universidad Científica del Sur. [//hdl.handle.net/20.500.12805/710](https://hdl.handle.net/20.500.12805/710)
- Picetti, R., Deeney, M., Pastorino, S., Miller, M., Shah, A., Leon, D., Dangour, A., & Green, R. (2022). Nitrate and nitrite contamination in drinking water and cancer risk: A systematic review with meta-analysis. *Environmental Research*, 210, 1–22. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.112988>
- Quispe, G., Capacoila, J., Huaquisto, E., Cornejo, D., & Chui, H. (2019). Determinación del contenido de fósforo y arsénico, y de otros metales contaminantes de las aguas superficiales del río Coata, afluente del Lago Titicaca, Perú. *Revista Boliviana de Química*, 36(5), 223–228. <https://doi.org/10.34098/2078-3949.36.5.4>
- Ramos, A. (2024). Efectos del consumo de agua contaminada en la calidad de vida de las personas. *Polo Del Conocimiento*, 9(1), 614–632. <https://doi.org/10.23857/pc.v9i1.6396>

- Roberts, D. (2020). *Quantitative Non-Experimental Correlational Study: Determining any Existence between the Predictors of Workplace Violence* [Tesis de Posgrado]. Northcentral University.  
<https://www.proquest.com/docview/2506603935?fromopenview=true&fromunauthdoc=true&pq-origsite=gscholar&sourcetype=Dissertations%20&%20Theses>
- Rodríguez, S. (2022). *Aprovechamiento del agua de niebla en Catalunya: viabilidad del uso de atrapanieblas como alternativa para el suministro de agua*.  
<http://hdl.handle.net/2117/375725>
- Roldán, G. (2020). La calidad del agua en Colombia: Causas del deterioro y medidas de mitigación. *VIII Seminario Internacional y IX Nacional de Geomática, Medio Ambiente e Hidráulica*, 1–3. <https://repositorio.uptc.edu.co/items/6ab11ee0-5ba6-4e55-b704-7e1521c6d42c>
- Saalidong, B., Aram, S., Otu, S., & Lartey, P. (2022). Examining the dynamics of the relationship between water pH and other water quality parameters in ground and surface water systems. *PLoS ONE*, 17(1), 1–17. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0262117>
- Salem, J., & Draz, M. (2020). Synthesis and application of silver nanorods for the colorimetric detection of sulfate in water. *Inorganic Chemistry Communications*, 116, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.inoche.2020.107900>
- Sánchez, F. (2019). Fundamentos epistémicos de la investigación cualitativa y cuantitativa: Consensos y disensos. *Revista Digital de Investigación En Docencia Universitaria*, 13(1), 101–122. <https://doi.org/https://doi.org/10.19083/ridu.2019.644>
- Sierra, N. (2019). *Evaluación de fuentes de emisión de metales tóxicos en las partículas y agua de niebla en las Lomas de Asia*. [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional Agraria La Molina.  
<https://hdl.handle.net/20.500.12996/4134>

- Tambi, A., Brighu, U., & Gupta, A. (2023). Methods for detection and enumeration of coliforms in drinking water: a review. *Water Supply*, 23(10), 4047–4058. <https://doi.org/10.2166/ws.2023.247>
- Tan, F., Estanislao, M., Gregorio, A., & Navea, I. (2019). The potential of fog harvesting in tropical highlands as an alternative water resource: The case of Atok, Benguet, Philippines. *E3S Web of Conferences*, 117(7), 1–6. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201911700007>
- Tapia, F., Meza, F., Hernández, P., Alfaro, R., & Muñoz, C. (2019). *Estrategia de riego para mitigar el estrés hídrico en olivos cultivados en Taltal, Desierto de Atacama*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Intihuasi. <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR41557.pdf>
- Vega, G., Polo, V., Hernández, S., & Serna, J. (2020). Sistema innovador de cosecha de agua por medio de condensadores no convencionales. *GIPAMA*, 2(1), 64–71. <https://as-aeu-ecp-dev-sbn.azurewebsites.net/media/annk0k3j/sistema-innovador-cosecha.pdf>
- Vélez, E., Rodas, M., González, M., & Cuenca, K. (2019). Análisis de la concentración de flúor en el agua de abastecimiento público del cantón Cuenca, como posible factor que contribuye al desarrollo de fluorosis dental. *ANALYSIS*, 23(3), 1–9. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3910800>
- Villena, J. (2018). Calidad del agua y desarrollo sostenible. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 35(2), 304–308. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2018.352.3719>
- Yabra, M., de Elia, R., Vidal, L., Nicolini, M., Vasques, R., Ribero, C., Chiaparrí, L., Fernández, E., Campetella, C., Bonfili, O., Ceballos, M., Barrera, G., Troche, N., López, V., Schizzano, M., Bentancor, N., Berengua, L., & Steven, M. (2021). *Las nieblas en los aeropuertos*

*argentinos: revisión de literatura y perspectiva de los pronosticadores. Nota Técnica SMN*  
2021-89. <http://hdl.handle.net/20.500.12160/1540>

Zambrano, J., Delgado, A., Zambrano, E., & Peñaherrera, S. (2022). Contaminantes biológicos presentes en fuentes de agua del centro-sur de la provincia de Manabí, Ecuador. *Siembra*, 9(2), 1–15. <https://doi.org/10.29166/siembra.v9i2.4011>

## CAPÍTULO VII. ANEXOS

### 7.1. Panel fotográfico

#### Figura 19

*Vista panorámica de la zona de estudio*



#### Figura 20

*Construcción de los neblinómetros*



**Figura 21**

*Primer neblinómetro*



**Figura 22**

*Segundo neblinómetro*



**Figura 23**

*Tercer neblinómetro*



**Figura 24**

*Frascos utilizados para los muestreos*



**Figura 25**

*Muestreo de la temperatura del agua en campo*



**Figura 26**

*Toma de muestras de agua*



**Figura 27**

*Identificación y etiquetado de los frascos*



## 7.2. Informes de resultados fisicoquímicos y bacteriológicos



**LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA**  
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA  
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE-084



Registro N° LE - 084

### INFORME DE ENSAYO N° IE 11231523

ENSAYOS			Químicos Instrumentales- Fisicoquímicos					
Código de la Muestra			1° Neblinómetro	2° Neblinómetro	3° Neblinómetro	-	-	-
Código Laboratorio			11231523-01	11231523-02	11231523-03	-	-	-
Matriz			Natural	Natural	Natural	-	-	-
Descripción			Superficial-Deposición Atmosférica	Superficial-Deposición Atmosférica	Superficial-Deposición Atmosférica	-	-	-
Localización de la Muestra			Shotorco	Shotorco	Shotorco	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Químicos Instrumentales y Fisicoquímicos					
Fluoruro (F <sup>-</sup> )	mg/L	0.0380	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Cloruro (Cl <sup>-</sup> )	mg/L	0.0650	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Nitrito (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	0.0500	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Bromuro (Br <sup>-</sup> )	mg/L	0.0350	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	0.0640	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	mg/L	0.0700	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Fosfato (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	mg/L	0.0320	0.044	0.035	0.037	-	-	-
N-Nitrito (N-NO <sub>2</sub> )	mg/L	0.0130	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
N-Nitrato (N-NO <sub>3</sub> )	mg/L	0.0140	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
N-Nitrato + N-Nitrito	mg/L	0.0640	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Turbidez	NTU	0.09	2.36	2.74	2.29	-	-	-
pH a 25°C	pH	NA	7.12	7.08	7.01	-	-	-
Conductividad a 25°C	µS/cm	NA	34.6	35.3	35.1	-	-	-
Color Verdadero	UC	4.0	8.3	9.0	9.0	-	-	-
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	2.5	21.0	22.0	22.0	-	-	-

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

LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA



Firmado digitalmente por  
LOPEZ LEON Freddy Humberto  
FAU 20453744168.sott  
Motivo: Viso en señal de  
conformidad  
Fecha: 12/12/2023 09:55 a. m.

Cajamarca, 12 de Diciembre de 2023

Página: 2 de 4

**INFORME DE ENSAYO N° IE 11231523**

ENSAYOS			Microbiológicos					
Código de la Muestra			1° Neblinómetro	2° Neblinómetro	3° Neblinómetro	-	-	-
Código Laboratorio			11231523-01	11231523-02	11231523-03	-	-	-
Matriz			Natural	Natural	Natural	-	-	-
Descripción			Superficial- Deposición Atmosférica	Superficial- Deposición Atmosférica	Superficial- Deposición Atmosférica	-	-	-
Localización de la Muestra			Shotorco	Shotorco	Shotorco	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados Microbiológicos					
Coliformes Totales	NMP/ 100mL	1.8	11	9.0	15	-	-	-
Coliformes Termotolerantes	NMP/ 100mL	1.8	2.0	2.0	4.5	-	-	-
Escherichia coli	NMP/ 100mL	1.8	2.0	2.0	4.5	-	-	-

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



Firmado digitalmente por  
ZULUETA SANTA CRUZ Enver  
FAU 20453741188 soft  
Motivo: Visto en señal de  
conformidad  
Fecha: 12/12/2023 09:49 a.m.

**LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA**

**Cajamarca, 12 de Diciembre de 2023**

JR. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERÚ  
e-mail: laboratoriodelagua@regioncajamarca.gob.pe / laboratoriodelagua@hotmail.com FON: 599000 anexo 1140.

Página: 3 de 4

**INFORME DE ENSAYO N° IE 12231618**

ENSAYOS			Químicos Instrumentales- Físicoquímicos					
Código de la Muestra			1° Neblinómetro	2° Neblinómetro	3° Neblinómetro	-	-	-
Código Laboratorio			12231618-01	12231618-02	12231618-03	-	-	-
Matriz			Natural	Natural	Natural	-	-	-
Descripción			Superficial- Deposición Atmosférica	Superficial- Deposición Atmosférica	Superficial- Deposición Atmosférica	-	-	-
Localización de la Muestra			Shotorco- Chota	Shotorco- Chota	Shotorco- Chota	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Químicos Instrumentales y Físicoquímicos					
Fluoruro (F <sup>-</sup> )	mg/L	0.0380	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Cloruro (Cl <sup>-</sup> )	mg/L	0.0650	<LCM	<LCM	0.720	-	-	-
Nitrito (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	0.0500	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Bromuro (Br <sup>-</sup> )	mg/L	0.0350	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	0.0640	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> )	mg/L	0.0700	<LCM	<LCM	0.156	-	-	-
Fosfato (PO <sub>4</sub> <sup>=</sup> )	mg/L	0.0320	0.040	0.048	0.748	-	-	-
N-Nitrito (N-NO <sub>2</sub> )	mg/L	0.0130	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
N-Nitrato (N-NO <sub>3</sub> )	mg/L	0.0140	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
N-Nitrato + N-Nitrito	mg/L	0.0640	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Turbidez	NTU	0.09	2.81	2.23	2.91	-	-	-
pH a 25°C	pH	NA	7.27	7.21	7.32	-	-	-
Conductividad a 25°C	µS/cm	NA	32.6	35.5	34.4	-	-	-
Color Verdadero	UC	4.0	8.3	8.3	15.4	-	-	-
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	2.5	22.0	19.0	18.0	-	-	-

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

**LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA**



Firmado digitalmente por  
LOPEZ LEON Freddy Humberto  
FAU.20453744168.pdf  
Motivo: Visto en señal de  
conformidad  
Fecha: 04/01/2024 06:27 p. m.

Cajamarca, 04 de Enero de 2024

**INFORME DE ENSAYO N° IE 12231618**

ENSAYOS			Microbiológicos					
Código de la Muestra			1° Neblinómetro	2° Neblinómetro	3° Neblinómetro	-	-	-
Código Laboratorio			12231618-01	12231618-02	12231618-03	-	-	-
Matriz			Natural	Natural	Natural	-	-	-
Descripción			Superficial- Deposición Atmosférica	Superficial- Deposición Atmosférica	Superficial- Deposición Atmosférica	-	-	-
Localización de la Muestra			Shotorco- Chota	Shotorco- Chota	Shotorco- Chota	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados Microbiológicos					
Coliformes Totales	NMP/ 100mL	1.8	6.0	9.0	350	-	-	-
Coliformes Termotolerantes	NMP/ 100mL	1.8	<1.8	<1.8	27	-	-	-
Escherichia coli	NMP/ 100mL	1.8	<1.8	<1.8	27	-	-	-

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



Firmado digitalmente por  
COLINA VENEGAS Juan Jose  
FAU 2045374168 soft  
Motivo: Visto en señal de  
conformidad  
Fecha: 04/01/2024 06:09 p. m.

**LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA**

Cajamarca, 04 de Enero de 2024

**INFORME DE ENSAYO N° IE 01240050**

ENSAYOS			Químicos Instrumentales- Físicoquímicos					
Código de la Muestra			Neblinómetro - 01	Neblinómetro - 02	Neblinómetro - 03	-	-	-
Código Laboratorio			01240050-01	01240050-02	01240050-03	-	-	-
Matriz			Natural	Natural	Natural	-	-	-
Descripción			Superficial- Deposición Atmosférica	Superficial- Deposición Atmosférica	Superficial- Deposición Atmosférica	-	-	-
Localización de la Muestra			Shotorco- Chota- Cajamarca	Shotorco- Chota- Cajamarca	Shotorco- Chota- Cajamarca	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Químicos Instrumentales y Físicoquímicos					
Fluoruro (F <sup>-</sup> )	mg/L	0.0380	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Cloruro (Cl <sup>-</sup> )	mg/L	0.0650	<LCM	0.531	0.680	-	-	-
Nitrito (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	0.0500	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Bromuro (Br <sup>-</sup> )	mg/L	0.0350	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	0.0640	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> )	mg/L	0.0700	<LCM	0.430	0.130	-	-	-
Fosfato (PO <sub>4</sub> <sup>=</sup> )	mg/L	0.0320	0.042	0.948	0.480	-	-	-
N-Nitrito (N-NO <sub>2</sub> )	mg/L	0.0130	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
N-Nitrato (N-NO <sub>3</sub> )	mg/L	0.0140	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
N-Nitrato + N-Nitrito	mg/L	0.0640	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Turbidez	NTU	0.09	2.41	2.82	3.11	-	-	-
pH a 25°C	pH	NA	7.32	7.70	7.23	-	-	-
Conductividad a 25°C	µS/cm	NA	35.8	35.7	25.3	-	-	-
Color Verdadero	UC	4.0	7.7	15.8	15.8	-	-	-
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	2.5	24.0	22.5	17.0	-	-	-

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

**LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA**



Firmado digitalmente por  
LOPEZ LEON Freddy Humberto  
FAU 20453744168 soft  
Motivo: Viso en señal de  
conformidad  
Fecha: 29/01/2024 04:50 p. m.

Cajamarca, 29 de Enero de 2024

**INFORME DE ENSAYO N° IE 01240050**

ENSAYOS			Microbiológicos					
Código de la Muestra			Neblinómetro - 01	Neblinómetro - 02	Neblinómetro - 03	-	-	-
Código Laboratorio			01240050-01	01240050-02	01240050-03	-	-	-
Matriz			Natural	Natural	Natural	-	-	-
Descripción			Superficial- Deposición Atmosférica	Superficial- Deposición Atmosférica	Superficial- Deposición Atmosférica	-	-	-
Localización de la Muestra			Shotorco- Chota- Cajamarca	Shotorco- Chota- Cajamarca	Shotorco- Chota- Cajamarca	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados Microbiológicos					
Coliformes Totales	NMP/ 100mL	1.8	4.0	110	170	-	-	-
Coliformes Termotolerantes	NMP/ 100mL	1.8	<1.8	19	23	-	-	-
Escherichia coli	NMP/ 100mL	1.8	<1.8	19	23	-	-	-

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



Firmado digitalmente por  
ZULUETA SANTA CRUZ Enver  
FAU 20453744158 soft  
Motivo: Visto en señal de  
conformidad  
Fecha: 29/01/2024 04:46 p.m.

**LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA**

Cajamarca, 29 de Enero de 2024

**INFORME DE ENSAYO N° IE 02240159**

ENSAYOS			Químicos Instrumentales- Físicoquímicos					
Código de la Muestra			1° Neblinómetro	2° Neblinómetro	3° Neblinómetro	-	-	-
Código Laboratorio			02240159-01	02240159-02	02240159-03	-	-	-
Matriz			Natural	Natural	Natural	-	-	-
Descripción			Superficial- Deposición Atmosférica	Superficial- Deposición Atmosférica	Superficial- Deposición Atmosférica	-	-	-
Localización de la Muestra			Shotorco-Chota	Shotorco-Chota	Shotorco-Chota	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Químicos Instrumentales y Físicoquímicos					
Fluoruro (F <sup>-</sup> )	mg/L	0.0380	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Cloruro (Cl <sup>-</sup> )	mg/L	0.0650	<LCM	0.314	0.725	-	-	-
Nitrito (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	0.0500	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Bromuro (Br <sup>-</sup> )	mg/L	0.0350	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	0.0640	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	mg/L	0.0700	<LCM	0.411	0.149	-	-	-
Fosfato (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	mg/L	0.0320	0.093	0.872	0.550	-	-	-
N-Nitrito (N-NO <sub>2</sub> )	mg/L	0.0130	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
N-Nitrato (N-NO <sub>3</sub> )	mg/L	0.0140	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
N-Nitrato + N-Nitrito	mg/L	0.0640	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Turbidez	NTU	0.09	2.90	2.83	3.01	-	-	-
pH a 25°C	pH	NA	7.21	7.33	7.47	-	-	-
Conductividad a 25°C	µS/cm	NA	27.2	28.6	28.2	-	-	-
Color Verdadero	UC	4.0	8.7	14.5	13.8	-	-	-
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	2.5	15.0	17.0	26.0	-	-	-

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

**LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA**



Firmado digitalmente por  
LOPEZ LEON Freddy Humberto  
FAU 20453744168 soft  
Motivo: Viso en señal de  
conformidad  
Fecha: 07/03/2024 04:21 p. m.

Cajamarca, 07 de Marzo de 2024

**INFORME DE ENSAYO N° IE 02240159**

ENSAYOS			Microbiológicos					
Código de la Muestra			1° Neblinómetro	2° Neblinómetro	3° Neblinómetro	-	-	-
Código Laboratorio			02240159-01	02240159-02	02240159-03	-	-	-
Matriz			Natural	Natural	Natural	-	-	-
Descripción			Superficial- Deposición Atmosférica	Superficial- Deposición Atmosférica	Superficial- Deposición Atmosférica	-	-	-
Localización de la Muestra			Shotorco-Chota	Shotorco-Chota	Shotorco-Chota	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados Microbiológicos					
Coliformes Totales	NMP/ 100mL	1.8	4.5	79	240	-	-	-
Coliformes Termotolerantes	NMP/ 100mL	1.8	<1.8	2.0	17	-	-	-
Escherichia coli	NMP/ 100mL	1.8	<1.8	2.0	17	-	-	-

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



Firmado digitalmente por  
ZULUETA SANTA CRUZ Enver  
FAU 20453744168 soft  
Motivo: Visto en señal de  
conformidad  
Fecha: 07/03/2024 04:03 p.m.

**LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA**

Cajamarca, 07 de Marzo de 2024

## 7.3. Métodos de ensaño utilizados



**LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA**  
**GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA**  
**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL**  
**ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL-DA**  
**CON REGISTRO N° LE-084**



### INFORME DE ENSAYO N° IE 02240159

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Aniones (Fluoruro, Cloruro, Nitrito, Bromuro, Sulfato, Nitrato, Fosfato, N-NO <sub>2</sub> , N-NO <sub>3</sub> , P-PO <sub>4</sub> , N-NO <sub>2</sub> +N-NO <sub>3</sub> )	mg/L	EPA Method 300.1 Rev. 1.0 1997 (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance). 2017. Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography.
Turbidez	NTU	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 24 th Ed. 2023: Turbidity. Nephelometric Method
Potencial de Hidrógeno (pH) a 25°C	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 24 th Ed. 2023: pH Value. Electrometric Method
Conductividad a 25°C	uS/cm	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 24 th Ed. 2023: Conductivity. Laboratory Method
Color Verdadero	UC	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 24 th Ed. 2023: Color. Spectrophotometric method
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 A, C, 24 th Ed. 2023: Solids. Total Dissolved Solids Dried at 180 oC
Coliformes Totales	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C. 24 th Ed. 2023: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E. 24 th Ed. 2023: Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure
Escherichia coli	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E,G 24 th Ed. 2023: Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Other Escherichia coli Procedures

#### NOTAS FINALES

- (\*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.
- (\*) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.
- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua . Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ Las muestras sobre 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, 07 de Marzo de 2024



Firmado digitalmente por  
 COLINA VENEGAS Juan Jose  
 FAU 20453744168 soft  
 Motivo: Visto en señal de  
 conformidad  
 Fecha: 07/03/2024 04:15 p. m.

LABORATORIO REGIONAL  
 DEL AGUA