



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental

Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental

Identificación de fuentes contaminantes y evaluación de la calidad del agua de la laguna “Las Totoritas” en Vegueta, 2024

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Autores

Alonso Joseph Guzman Garcia

Kevin Junior Santos Huacani

Asesora

Mg. Hellen Yahaira Huertas Pomasoncco

Huacho – Perú

2026



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales.

Sin Derivadas: Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental

Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental

METADATOS

DATOS DEL AUTOR (ES):		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Alonso Joseph Guzman Garcia	74022671	12/06/2026
Kevin Junior Santos Huacani	72532122	12/06/2026
DATOS DEL ASESOR:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CÓDIGO ORCID
Mg. Hellen Yahaira Huertas Pomasoncco	46741141	https://orcid.org/0000-0002-4204-7320
DATOS DE LOS MIEMROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CÓDIGO ORCID
Dr. Fredesvindo Fernandez Herrera	40588728	https://orcid.org/0000-0003-2973-7973
M(o). María del Rosario Grados Olivera	15736587	https://orcid.org/0000-0002-3004-0252
Mg. Lucero Katherine Castro Tena	70837735	https://orcid.org/0000-0002-6770-8615

2026-038372 SANTOS HUACANI KEVIN JUNIOR 20...

Identificación de fuentes contaminantes y evaluación de la calidad del agua de la laguna “Las Totoritas” en Vegueta, 2024

UI-FIAIAYA PREGRADO 2026

Unidad de Investigación FIAIAYA-2026

Facultad de Ingeniería Agrarias, Industrias Alimentarias y Ambiental

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::1:3570811970

Fecha de entrega

15 may 2026, 10:33 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

15 may 2026, 10:53 a.m. GMT-5

Nombre del archivo

BORRADOR_DE_TESIS_DE_ALONSO_KEVIN.pdf

Tamaño del archivo

4.2 MB

119 páginas

23.608 palabras

140.528 caracteres



Página 2 de 131 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega: trn:oid::1:3570811970

20% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 8 palabras)

Exclusiones

- N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

20% Fuentes de Internet

12% Publicaciones

8% 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.

DEDICATORIA

Kevin Santos Huacani

A mi madre, Carolina Huacani, por su paciencia y apoyo incondicional, y a mi padre, Roholan Santos, por ser mi ejemplo de esfuerzo y perseverancia constante, cuya influencia ha sido fundamental en mi crecimiento profesional y personal.

Alonso Joseph Guzman García

A mi madre, Milagritos Edith García Ortiz, por ser mi mayor ejemplo de amor, fortaleza y entrega. Gracias por tu paciencia infinita, por tus consejos que siempre me guían y por tu fe en mí incluso en los momentos más difíciles. Este logro es también tuyo, porque sin tu apoyo y sacrificio no habría llegado hasta aquí.

A todas las personas que Dios puso en mi camino. Cada encuentro dejó una huella que me inspiró a seguir creciendo como persona y profesional.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a nuestros docentes de universidad por brindarnos su apoyo, conocimientos y valiosas reflexiones que enriquecieron nuestra formación profesional. A nuestra asesora, Mg. Hellen Yahaira Huertas Pomasoncco, por sus enseñanzas y su apoyo en este proceso.

Con igual gratitud, reconocemos a nuestras familias, quienes brindaron aliento permanente y confianza en nuestras capacidades nos sostuvieron en cada etapa de este camino académico. Este logro no solo nos pertenece, sino que también refleja la fuerza, el sacrificio y la esperanza que ellos depositaron en nosotros.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CARATULA.....	1
LICENCIA DE CREATIVE COMMONS.....	2
DATOS DEL AUTOR, ASESOR Y JURADO (METADATOS).....	3
RESULTADOS DEL ÍNDICE DE SIMILITUD DEL REPORTE DE ORIGINALIDAD.....	4
DEDICATORIA.....	5
AGRADECIMIENTO.....	6
ÍNDICE.....	7
RESUMEN.....	13
ABSTRACT.....	14
INTRODUCCION.....	15
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	19
1.1 Descripción de la realidad problemática.....	19
1.2 Formulación del problema	20
1.2.1 Problema general.....	20
1.2.2 Problemas específicos	20
1.3 Objetivos de la investigación	20
1.3.1 Objetivo general.....	20
1.3.2 Objetivos específicos.....	20
1.4 Justificación de la investigación.....	21
1.4.1 Justificación teórica.....	21
1.4.2 Justificación ambiental	21
1.4.3 Justificación social	21
1.4.4 Justificación metodológica	21
1.5 Delimitación del estudio	22

CAPÍTULO II. Marco Teórico	23
2.1 Antecedentes de la Investigación	23
2.1.1 Antecedentes Internacionales.....	23
2.1.2 Antecedentes Nacionales	25
2.2. Bases Teóricas	28
2.2.1. Fuentes Contaminantes del Agua.....	28
2.2.2. Calidad del Agua.....	29
2.2.3 Parámetros Fisicoquímicos del Agua	29
2.2.4 Parámetros Microbiológicos del Agua	29
2.2.5 Estándar de Calidad Ambiental del agua-ECA.....	29
2.2.6 Protocolo de Monitoreo	30
2.2.7 Fuente de Contaminación	30
2.3 Definición de términos básicos	30
2.3.1 Laguna	30
2.3.2 Oxígeno Disuelto	30
2.3.3 Demanda Bioquímica de Oxígeno	30
2.3.4 Nitratos	31
2.3.5 Coliformes Termotolerantes	31
2.3.6 Calidad Ambiental del Agua.....	31
2.3.7 Parámetro	31
2.4 Hipótesis de investigación.....	31
2.4.1 Hipótesis General	31
2.4.2 Hipótesis Específicas.....	31
2.5 Operacionalización de las variables.....	33
CAPÍTULO III. Metodología	35
3.1 Diseño Metodológico.....	35

3.1.1 Tipo de Investigación	35
3.1.2 Diseño de la Investigación.....	35
3.1.3 Enfoque.....	35
3.2 Población y Muestra	36
3.2.1 Población	36
3.2.2 Muestra	36
3.2.3 Muestreo	37
3.2.4. Puntos de muestreo.....	37
3.3 Técnicas de Recolección de Datos.....	38
3.4 Instrumentos de Recolección de Datos	39
3.4.1. Selección de parámetros de calidad de agua.....	40
3.5 Validación de instrumentos por juicio de expertos.....	40
3.6 Criterios de validación	41
3.7 Procesamiento de Datos.....	41
3.8 Procedimiento de Actividades a Desarrollar.....	42
3.8.1 Ubicación de los puntos de muestreo	43
3.8.2 Descripción de los puntos de muestreo	44
3.9 Matriz de Consistencia.....	46
CAPÍTULO IV: Resultados.....	47
4.1. Análisis de Resultados	47
4.1.1. Identificación de las fuentes contaminantes que afectan la calidad de agua de la laguna “Las Totoritas”.	47
4.1.2. Influencia de las fuentes contaminantes en la calidad fisicoquímica de agua de la laguna “Las Totoritas”	52
4.1.3. Influencia de las fuentes contaminantes en la calidad microbiológica de agua de la laguna “Las Totoritas”	64
4.1.4. Propuestas para la disminución de fuentes contaminantes	73

4.2. Contratación de hipótesis.....	80
4.2.1. Contratación de hipótesis analítica	80
4.2.2. Contratación de hipótesis estadística	82
CAPÍTULO V: Discusión	87
5.1. Discusión general	87
5.2. Discusiones específicas.....	87
5.2.1 Discusión del Objetivo Específico 1: Identificar las fuentes contaminantes que afectan la calidad de agua de la laguna “Las Totoritas”	87
5.2.2. Discusión del Objetivo Específico 2: Determinar la influencia de las fuentes contaminantes en la calidad fisicoquímica del agua	88
5.2.3. Discusión del Objetivo Específico 3: Determinar la influencia de las fuentes contaminantes en la calidad microbiológica del agua.....	88
5.2.4. Discusión del Objetivo Específico 4: Elaborar propuestas que permitan la disminución de fuentes contaminantes.....	89
CAPÍTULO VI: Conclusiones y recomendaciones	91
6.1. Conclusiones.....	91
6.1.1. Conclusión general.....	91
6.2. Recomendaciones	92
CAPÍTULO VII. REFERENCIAS	94
ANEXOS	100
Anexo 1. ECA para Agua, Categoría 1 –B1.	100
Anexo 2. Mapa de ubicación geográfica del área de estudio.....	101
Anexo 3. Mapa de ubicación geográfica de estaciones de muestreo	102
Anexo 4. Ficha de Identificación de Fuentes Contaminantes	103
Anexo 5. Ficha de identificación de fuentes contaminantes (información recolectada) ...	105
Anexo 6. Guía de entrevista semiestructurada	109
Anexo 7. Evidencias de las entrevistas realizadas	111

Anexo 8. Evidencias fotográficas de las entrevistas realizadas	119
Anexo 9. Validación mediante juicio de expertos.....	120
Anexo 10. Formato de cadena de custodia para monitoreo de la calidad del agua.....	123
Anexo 11. Formato de descripción de puntos de monitoreo	124
Anexo 12. Resultados de los parámetros evaluados en los puntos de monitoreo	125

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Operacionalización de las variables	33
Tabla 2	Ubicación geográfica de puntos de muestreo.....	37
Tabla 3	Identificación de fuentes contaminantes y evaluación de la calidad del agua de la laguna “Las Totoritas” en Vegueta, 2024	46
Tabla 4	Registro de fuentes contaminantes puntuales en la laguna (enero-2025).....	49
Tabla 5	Registro de fuentes contaminantes puntuales en la laguna (abril-2025)	51
Tabla 6	Resultados de parámetros fisicoquímicos e inorgánicos en agua de la Laguna “Las Totoritas” (enero-2025).....	53
Tabla 7	Resultados de parámetros fisicoquímicos e inorgánicos en agua de la Laguna “Las Totoritas” (abril-2025).	54
Tabla 8	Comparación de resultados fisicoquímicos e inorgánicos del agua de la Laguna “Las Totoritas” (enero y abril de 2025) con el ECA-Agua, Categoría 1-B1.....	56
Tabla 9	Resultados de parámetros microbiológicos en agua de la Laguna “Las Totoritas” (enero-2025).	65
Tabla 10	Resultados de parámetros microbiológicos en agua de la Laguna “Las Totoritas” (abril-2025).....	66
Tabla 11	Comparación de resultados microbiológicos del agua de la Laguna “Las Totoritas” (enero y abril de 2025) con el ECA-Agua, Categoría 1-B1.	68
Tabla 12	Resumen de la percepción institucional sobre la problemática ambiental en la Laguna “Las Totoritas”.....	76
Tabla 13	Contrastación de las hipótesis específicas de la investigación.....	81
Tabla 14	Prueba de normalidad para parámetros microbiológicos.....	83
Tabla 15	Prueba estadística de Chi cuadrado	84
Tabla 16	Prueba de normalidad para parámetros fisicoquímicos	85
Tabla 17	Prueba estadística de Chi cuadrado	86

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Procedimiento de actividades a desarrollar	45
Figura 2 Localización geográfica de la laguna “Las Totoritas” mediante imagen satelital obtenida en ArcGIS.....	48
Figura 3 Fotografía de la laguna “Las Totoritas”, distrito de Végueta.....	48
Figura 4 Evidencia fotográfica de residuos inorgánicos en la orilla de la laguna (enero -2025)	50
Figura 5 Evidencia fotográfica de residuos inorgánicos en la orilla de la laguna (abril -2025)	52
Figura 6 Comparación del pH de la laguna con el valor de referencia del ECA-Agua	57
Figura 7 Comparación del OD de la laguna con el valor de referencia del ECA-Agua	58
Figura 8 Comparación del DBO de la laguna con el valor de referencia del ECA-Agua.....	58
Figura 9 Comparación de Nitratos de la laguna con el valor del ECA-Agua	59
Figura 10 Comparación de Turbiedad de la laguna con el valor del ECA-Agua.....	60
Figura 11 Comparación de SAAM de la laguna con el valor del ECA-Agua.....	60
Figura 12 Comparación de Cadmio (Cd) de la laguna con el valor del ECA-Agua.....	61
Figura 13 Comparación de Zinc de la laguna con el valor del ECA-Agua.....	62
Figura 14 Comparación de Plomo de la laguna con el valor del ECA-Agua.....	63
Figura 15 Comparación de Cobre de la laguna con el valor del ECA-Agua.	64
Figura 16 Comparación de Coliformes termotolerantes de la laguna con el valor del ECA-Agua	69
Figura 17 Comparación de Enterococos intestinales de la laguna con el valor del ECA-Agua.	70

Figura 18	Comparación de Salmonella sp. de la laguna con el valor del ECA-Agua.	71
Figura 19	Comparación de Vibrio Cholerae de la laguna con el valor del ECA-Agua.	72
Figura 20	Comparación de Escherichia coli de la laguna con el valor del ECA-Agua.	73
Figura 21	Diagrama de selección de una prueba estadística	82

RESUMEN

El presente estudio tuvo como propósito evaluar la calidad del agua de la laguna Las Totoritas, ubicada en el distrito de Végueta, provincia de Huaura, ante la presencia de diversas fuentes contaminantes que amenazan su equilibrio ecológico. El presente estudio tuvo como objetivo identificar la influencia de las fuentes contaminantes en la calidad del agua de la laguna Las Totoritas, ubicada en el distrito de Vegueta, durante el año 2024. La investigación fue de enfoque cuantitativo, diseño no experimental y nivel descriptivo–correlacional. Se emplearon técnicas de observación directa, entrevistas semiestructuradas al personal de la municipalidad distrital de Vegueta. Asimismo, se ejecutó un monitoreo de la calidad del agua en tres puntos de muestreo durante dos campañas (enero y abril de 2025). En los análisis de laboratorio se determinaron parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, siguiendo el protocolo para monitoreo de la calidad del agua- ANA 2016. La identificación de fuentes contaminantes se realizó mediante observación directa y registro de campo, mientras que la evaluación de la calidad del agua se efectuó a través del análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, comparados con los Estándares de Calidad Ambiental para Agua establecidos en el D.S. N.º 004-2017-MINAM, Categoría 4. Los resultados evidenciaron variaciones en los parámetros evaluados en función de la proximidad a las fuentes contaminantes identificadas, registrándose valores que superan los límites permisibles del ECA-Agua en determinados puntos de muestreo. Finalmente, se formularon propuestas orientadas a la mejora de la calidad ambiental de la laguna Las Totoritas.

Palabras clave: fuentes contaminantes, calidad del agua, Laguna Las Totoritas, DBO, coliformes termotolerantes.

ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the water quality of the Las Totoritas lagoon, located in the district of Végueta, province of Huaura, in the presence of various contaminant sources that threaten its ecological balance. This research sought to identify the influence of contaminant sources on the water quality of the Las Totoritas lagoon during the year 2024. The study followed a quantitative approach with a non-experimental design and a descriptive–correlational level. Direct observation techniques and semi-structured interviews with personnel from the District Municipality of Végueta were employed. In addition, water quality monitoring was conducted at three sampling points during two campaigns (January and April 2025). Physicochemical and microbiological parameters were determined through laboratory analyses, following the Water Quality Monitoring Protocol established by the National Water Authority (ANA, 2016). The identification of contaminant sources was carried out through direct observation and field records, while water quality assessment was performed by analyzing physicochemical and microbiological parameters and comparing them with the Environmental Quality Standards for Water established in Supreme Decree No. 004-2017-MINAM, Category 4. The results showed variations in the evaluated parameters depending on the proximity to the identified contaminant sources, with values exceeding the permissible limits of the ECA-Water at certain sampling points. Finally, proposals aimed at improving the environmental quality of the Las Totoritas lagoon were developed.

Keywords: pollution sources, water quality, Las Totoritas Lagoon, BOD, thermotolerant coliforms.

INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso esencial para el mantenimiento de los ecosistemas y el desarrollo de las actividades humanas (Rey, Dominguez, & Oviedo, 2022); sin embargo, en las últimas décadas su calidad ha sufrido un deterioro progresivo debido al incremento de actividades domésticas, agrícolas y recreativas que generan presiones significativas sobre los cuerpos de agua naturales. Según la Autoridad Nacional del Agua (ANA, 2019), la contaminación hídrica constituye uno de los principales desafíos para la sostenibilidad ambiental en el Perú, ya que altera el equilibrio ecológico, afecta la biodiversidad acuática y pone en riesgo el bienestar de las comunidades que dependen de este recurso.

A nivel global, organismos internacionales como la Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2014; 2023) advierten que los cuerpos de agua superficiales, entre ellos las lagunas, experimentan cambios acelerados derivados del cambio climático, la urbanización no planificada y el inadecuado manejo de residuos. En el caso específico de Perú, pese a contar con más de doce mil lagunas que cumplen funciones ecológicas esenciales, muchas de ellas presentan signos de contaminación asociados a descargas de aguas residuales, malas prácticas agrícolas y el aumento de actividades recreativas informales (Podlasek, Koda, Kwas, Vaverková, & Jakimiuk, 2025).

Este trabajo tuvo como finalidad proponer medidas que contribuyeran a reducir la contaminación del cuerpo de agua y a fortalecer el manejo ambiental por parte de la comunidad y las autoridades. El estudio no solo buscó describir la problemática, sino también generar información útil para la educación ambiental, la planificación territorial y la implementación de estrategias de conservación.

Asimismo, la investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con un diseño no experimental y de alcance descriptivo; el estudio fue de tipo aplicado. La población correspondió a toda la extensión del cuerpo de agua, mientras que la muestra estuvo conformada por seis unidades de análisis obtenidas mediante dos campañas de monitoreo realizadas en tres puntos estratégicos. Para la recolección de datos se emplearon técnicas de observación directa y entrevistas semiestructuradas. Esta metodología permitió obtener resultados confiables y representar de manera integral el estado de la calidad del agua en la laguna “Las Totoritas”.

La tesis se organizó en seis capítulos principales. El Capítulo I desarrolló el planteamiento del problema, la formulación de los objetivos, la justificación de la investigación y la delimitación del estudio. El Capítulo II expuso el marco teórico, incluyendo antecedentes nacionales e internacionales, bases conceptuales y definiciones necesarias para comprender el análisis. El

Capítulo III describió la metodología empleada, detallando el diseño de investigación, las técnicas e instrumentos de recolección de datos, el proceso de validación y los procedimientos aplicados en campo y laboratorio. El Capítulo IV presentó los resultados obtenidos, su análisis e interpretación con relación a los estándares normativos. El Capítulo V desarrolló la discusión de los resultados en contraste con los antecedentes y las bases teóricas. Finalmente, el Capítulo VI presentó las conclusiones y recomendaciones orientadas a mejorar la calidad ambiental de la laguna “Las Totoritas”.

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

El agua es un recurso indispensable, siendo esencial para la vida y susceptible de ser afectada. Por ello, se convierte en un factor estratégico crucial para promover el desarrollo sostenible y preservar los ciclos naturales que lo respaldan (Autoridad Nacional del Agua [ANA], 2019).

En el contexto actual, la alteración en la calidad del agua se ha convertido en un problema en todo el mundo a medida que el crecimiento demográfico, las actividades industriales y agrícolas y los peligros del cambio climático provocan cambios significativos en el ciclo del agua (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2014). Asimismo, a nivel global, las aguas superficiales como las lagunas están experimentando cambios rápidos y una de cada cinco cuencas fluviales ha experimentado fluctuaciones significativas en los niveles de las aguas superficiales durante los últimos 5 años, por lo que conservar el agua requiere de un compromiso a nivel internacional que pueda reducir significativamente el impacto humano en el clima (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2023).

En lo que respecta a la cartografía de lagunas en el Perú, el país alberga un total de 12,202 de ellas. La mayoría (61%) se localiza en la vertiente del Atlántico, seguida por la vertiente del Pacífico (32%) y la del Titicaca (7%). A pesar de su potencial, actualmente se aprovecha menos del 2% del total de lagunas por parte de la población peruana, lo que representa una capacidad total de almacenamiento de más de 3000 millones de metros cúbicos (Ministerio de Agricultura y Riego del Perú [MIDAGRI], s.f.). Sin embargo, en las últimas cuatro décadas es imperativo abordar el impacto negativo en la calidad del agua en las lagunas atribuibles al calentamiento global. Esto tiene repercusiones directas en el suministro de recursos hídricos destinados al consumo humano, la agricultura, la industria turística. Dada su significativa importancia en términos económicos, sociales y ambientales, resulta crucial mantener una red de observación climática y seguimiento continuo para comprender la contaminación de sus factores ambientales y así tomar las medidas adecuadas (Autoridad Nacional del Agua [ANA], 2015).

Del mismo modo, luego de realizar visitas de campo en la laguna “Las Totoritas” en Végueta durante el año 2023, se constata claramente una deficiente disposición de desechos sólidos, así como la acumulación de escombros y el vertido de agroquímicos en el cuerpo de agua. Además, esta laguna está abierta al público y es utilizada a lo largo de todo el año, lo que

implica que, si está contaminada, podría tener un impacto significativo en la salud de los bañistas. A esto se suma que las autoridades responsables, ya sea la municipalidad de Vegueta o Medio Mundo, no parecen gestionar adecuadamente la zona, ya que no se percibe la presencia de contenedores de basura ni de instalaciones sanitarias cercanas. Dada su importancia, es necesario reconocer su presencia y valorar los beneficios que nos brindan. Por ello, urge dar a conocer su relevancia y cuáles son las amenazas que se ciernen sobre ellos, para poder tomar medidas de acción inmediatas que aseguren su preservación.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

- ¿Cómo influyen las fuentes contaminantes en la calidad de agua de la laguna “Las Totoritas” ubicada en Vegueta en el periodo 2024?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuáles son las fuentes contaminantes que afectan la calidad de agua de la laguna “Las Totoritas”?
- ¿De qué manera influyen las fuentes contaminantes en la calidad fisicoquímica del agua de la laguna “Las Totoritas”?
- ¿De qué manera influyen las fuentes contaminantes en la calidad microbiológica del agua de la laguna “Las Totoritas” ubicada en Vegueta?
- ¿Qué propuestas permiten la disminución de fuentes contaminantes para mejorar la calidad de agua de la laguna “Las Totoritas”?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

- Identificar de qué manera influyen las fuentes contaminantes en la calidad del agua según el D.S. N.º 004-2017 (ECA para Agua) de la laguna “Las Totoritas” ubicada en Vegueta en el periodo 2024.

1.3.2 Objetivos específicos

- Identificar las fuentes contaminantes que afectan la calidad de agua de la laguna “Las Totoritas”.
- Determinar la influencia de las fuentes contaminantes en la calidad fisicoquímica de agua de la laguna “Las Totoritas”.
- Determinar la influencia de las fuentes contaminantes en la calidad microbiológica de agua de la laguna “Las Totoritas”.

- Elaborar propuestas que permitan la disminución de fuentes contaminantes para mejorar la calidad de agua de la laguna “Las Totoritas”.

1.4 Justificación de la investigación

1.4.1 Justificación teórica

Mediante la aplicación de técnicas e instrumentos de recolección de datos se buscó que la investigación establezca la relación existente entre las fuentes contaminantes y la calidad del agua de la laguna “Las Totoritas”, aportando de esta manera conocimiento científico centrado en la evaluación de la calidad del agua, que incentiva a nuevas políticas en búsqueda del cuidado del líquido elemento según la legislación ambiental vigente.

1.4.2 Justificación ambiental

La investigación evaluó la calidad del recurso hídrico mediante la identificación del cumplimiento del D.S. N.º 004-2017 (ECA para Agua) considerándose dentro de la categoría E1, la tabla de los parámetros a comparar se observa en el (Anexo 1). A partir de los resultados obtenidos en nuestros instrumentos de la investigación se ha realizado la identificación de impactos negativos que podrían generar problemas de salud en la población local, en el turismo y afectaciones al medio ambiente debido al uso de la laguna “Las Totoritas”, por lo que es de utilidad a entidades como la Autoridad Nacional del Agua (ANA) y la Municipalidad Distrital de Vegueta en la búsqueda de propuestas de mejoras para su conservación.

1.4.3 Justificación social

Mediante el análisis de la calidad de agua se logró comprender el estado de los parámetros físicoquímicos y microbiológicos en la laguna “Las Totoritas”, la cual es concurrente por la población en época de verano, y a través de ello se proponen propuestas de mejora que permitirá a las autoridades tomar medidas en su gestión para mejorar la calidad del agua de la laguna promoviendo un mejor servicio y compromiso con la población y el bienestar ambiental.

1.4.4 Justificación metodológica

La investigación se centró en la implementación de metodología basada en técnicas e instrumentos con formatos proporcionados en base a organismos técnico especializados como las directrices del ANA y la normativa ambiental vigente, el cual permitió la trazabilidad en la toma de muestras y la obtención de datos confiables. Además, se dio el uso del software ArcGIS y herramientas estadísticas como SPSS y Excel, junto con la aplicación de la metodología ICA-

PE, garantizando la integridad y la coherencia en el análisis de los resultados replicables en posteriores estudios similares.

1.5 Delimitación del estudio

1.5.1. Delimitación espacial.

La presente investigación tiene como área de estudio la laguna "Las Totoritas", Centro Poblado Medio Mundo, distrito de Végueta. En base al sistema geodésico de coordenadas geográficas en la zona 18L y cuyas coordenadas N: 8786469.51 E: 209894.30, con una extensión de 0.49 ha y profundidad de 5 m.s.n.m.

1.5.2. Delimitación temporal

El trabajo de investigación, se realizó durante el año 2024 y parte del 2025, específicamente desde el 20 de marzo del 2024 hasta el mes de agosto del 2025.

CAPÍTULO II. Marco Teórico

2.1 Antecedentes de la Investigación

2.1.1 Antecedentes Internacionales

Guerra y Mejía (2023), en su tesis analizaron cómo la calidad del agua varía con el tiempo desde el 2016 al 2022 en las lagunas de Colta ubicadas en una zona intervenida, así como en la laguna de Magtayán, localizada en una zona protegida. Para la metodología del trabajo de investigación se realizó un muestreo compuesto que consistió en realizar 6 monitoreos por laguna considerando sus distintas temporadas. Posteriormente, evaluar la calidad del agua según el índice ICA desarrollado por la Fundación Sanitaria Nacional de los Estados Unidos (ICA-NSF). Los resultados obtenidos durante el muestreo en la Laguna de Colta en época lluviosa muestran que los coliformes totales tienen un valor promedio de 57,556 NMP/100mL, el oxígeno disuelto alcanza el 136,44 % saturación y el pH con 8,84. Mientras que en la época seca presenta un valor de 26778 NMP/100mL en coliformes totales, el oxígeno disuelto llega al 122,20 % saturación y el pH con 8,73. En contraste, en la laguna de Magtayán durante la época lluviosa los coliformes totales tienen un valor promedio de 778 NMP/100mL, el oxígeno disuelto alcanza 102,18 % saturación y el pH es de 7,35. En la época seca, se registró un valor de 1333,33 NMP/100mL para coliformes totales, el oxígeno disuelto llega al 97,90 % saturación y el pH es de 7,51. Concluyendo en que los resultados de la Laguna de Colta tiene una calidad de agua clasificada como "regular" con un puntaje promedio de 64 para ambas estaciones. En contraste, la Laguna de Magtayan presenta un puntaje estimado de 73 lo cual califica la calidad de agua como "buena".

Herrera (2022) en su tesis tiene por objetivo evaluar la calidad de agua, estableciendo disparidades entre los dos cuerpos de agua presentes en el humedal Laguna Santa Elena, y vincularlas con las prácticas de uso del suelo circundante, proponiendo medidas encaminadas a la preservación del área. Se empleó el software ArcMap para identificar los usos de suelo en las áreas periféricas y se realizaron campañas de terreno con el propósito de recolectar muestras que abarcan parámetros físicoquímicos, nutrientes y poblaciones de fitoplancton. Además, en base a la norma NCh 1333/78 en los parámetros de la Laguna Santa Elena 1 se obtuvieron los valores de ($T=23,3\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\text{pH}=8,5$, $\text{CE}=255\text{ }\mu\text{S/cm}$ y en el $\text{OD}=7,9\text{ mg/L}$) y en la Laguna Santa Elena 2 los valores de ($T=24,9\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\text{pH}=9,4$, $\text{CE}=286\text{ }\mu\text{S/cm}$ y en el $\text{OD}=8,3\text{ mg/L}$). Además, en los resultados se logró distinguir cuatro categorías de ocupación del suelo: bosques, humedales, praderas y matorrales y, terrenos agrícolas. Concluyendo que la Laguna Santa Elena 2 exhibe una calidad de agua no óptima para la preservación de la vida acuática, a

diferencia de la Laguna Santa Elena 1 cuenta con mejor calidad de agua, principalmente debido a las características morfométricas.

Landero (2019), en su tesis, planteó como propósito evaluar la calidad del agua a partir de los niveles de contaminación asociados a Coliformes Fecales, Demanda Química de Oxígeno, Demanda Bioquímica de Oxígeno y Sólidos Suspendidos Totales. Para llevar a cabo el estudio, se realizó una visita al área de investigación con el fin de definir los puntos de muestreo dentro del cuerpo lagunar. Las muestras fueron recolectadas entre febrero y abril de 2019 y, posteriormente, los resultados obtenidos para cada parámetro fueron comparados utilizando el índice Canadian Council Ministry of Environment Water Quality Index (CCME-WQI). Este método otorga una calificación máxima de 100, la cual disminuye conforme aumenta la contaminación. En la estación 1, los datos revelaron que en febrero los Coliformes Fecales alcanzaron un nivel considerable de 11,000 NMP/100 ml; en marzo se registró una Demanda Química de Oxígeno elevada, con 46,8 mg/L de O₂; y en abril la Demanda Bioquímica de Oxígeno mostró un valor reducido de 6,9 mg/L. Por su parte, en la estación 2 se observó en febrero un nivel significativo de Coliformes Fecales de 2,400 NMP/100 ml; en marzo la Demanda Química de Oxígeno llegó a 57,8 mg/l de O₂; y en abril la Demanda Bioquímica de Oxígeno se mantuvo baja, con 6,2 mg/l. En conclusión, el mes de febrero presentó los niveles más altos de Coliformes Fecales. La Demanda Química de Oxígeno fluctuó entre categorías de “Aceptable” y “Contaminada”, mientras que la Demanda Bioquímica de Oxígeno reflejó una condición de “Buena calidad”. En cuanto a los Sólidos Suspendidos Totales, estos mostraron un estado de “Excelente calidad” durante todo el periodo de estudio.

Martínez y Barrero (2018) en su investigación tuvieron como objetivo evaluar las condiciones de calidad del agua, para formular estrategias de aprovechamiento y conservación de la microcuenca quebrada La Argentina. Para el desarrollo del estudio se dio bajo un análisis cuantitativo, empezando por el reconocimiento del área y su tipo de suelo actual para su posterior monitoreo de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. Para la aplicación del Índice de calidad del agua e índices de contaminación. Los resultados de los 9 parámetros fisicoquímicos y microbiológicos para determinar el estado del cuerpo hídrico, mostrando que en la temporada húmeda en la cuenca alta (Coliformes fecales= <1,8 NMP/mL, pH=8,5, DBO5= <5 mg/L, Nitratos = <0,3 mg/L, Fosfatos= 0,10 mg/L, OD= 90 %saturación, cambio de temperatura= 1,9 °C, Turbiedad= 50 NTU). En la cuenca media (Coliformes fecales= 24,95 NMP/mL, pH=8,665, DBO5= <5 mg/L, Nitratos = <0,3 mg/L, Fosfatos= 1,115 mg/L, OD= 82,5 % saturación, cambio de temperatura= 1 °C, Turbiedad= 13 NTU), en la cuenca baja

(Coliformes fecales= 9,4 NMP/mL, pH=8,51, DBO5= <5 mg/L, Nitratos = <0,3 mg/L, Fosfatos= 0,32 mg/L, OD= 80 %saturación, cambio de temperatura= 1,05 °C, Turbiedad= 45 NTU). Mientras que en la temporada seca en la cuenca alta (Coliformes fecales= 10 NMP/mL, pH=8,8, DBO5= <5 mg/L, Nitratos = <0,3 mg/L, Fosfatos= 0,15 mg/L, OD= 73,5 % saturación, cambio de temperatura= 0,5 °C, Turbiedad= 1,35 NTU). En la cuenca media (Coliformes fecales= 31 NMP/mL, pH=8,44, DBO5= <5 mg/L, Nitratos = <0,3 mg/L, Fosfatos= 1,17 mg/L, OD= 74 % saturación, cambio de temperatura= 0,6 °C, Turbiedad= 1,75 NTU), en la cuenca baja (Coliformes fecales= 98 NMP/mL, pH=8,62, DBO5= <5 mg/L, Nitratos = <0,3 mg/L, Fosfatos= 0,23 mg/L, OD= 78,5 %saturación, cambio de temperatura= 0,75 °C, Turbiedad= 1,5 NTU). Por lo que se concluye que los parámetros según la escala ICA en temporada húmeda, cuenca alta y baja indican una escala aceptable, y en caso de la cuenca media a la escala regular. En temporada seca la cuenca alta, media y baja indican una escala aceptable.

Kovich (2019) realizó un estudio con el propósito de evaluar la calidad del agua mediante la detección de *Enterococcus* utilizando la técnica del Número Más Probable (NMP) y el registro de parámetros físico-químicos en el lugar de muestreo. La investigación se centró en la calidad del agua recreativa en cuatro áreas durante el periodo de marzo a abril, donde se tomaron muestras para análisis microbiológicos con el fin de identificar *Enterococcus* mediante NMP, al mismo tiempo que se midieron in situ variables físico-químicas como temperatura, pH, conductividad y sólidos disueltos. Los resultados de marzo mostraron una temperatura que varía entre 15,2 y 20 °C, a diferencia del mes de abril que fue mayor oscilando entre 20 y 24 °C. En cuanto el pH varía entre 5 y 6,3, similar al mes de abril con un pH que varió entre 5,3 y 6,3. En lo que respecta la conductividad experimentó cambios en el mes de marzo de 0,8 a 0,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pero se mantuvo estable en abril con un valor de 0,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Por otro lado, los sólidos disueltos experimentaron leves cambios en el mes de marzo de 0,4 a 0,3 ppm, de igual manera en abril con un valor de 0,2 a 0,3 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Concluyendo que el medio utilizado permite la existencia de miembros del grupo *Enterococcus* en las áreas sujetas a análisis en las aguas del río Limay, lo que impacta negativamente en la calidad sanitaria, la salud de las personas y el medio ambiente.

2.1.2 Antecedentes Nacionales

Huaranca (2023) en su estudio, evaluó la calidad del agua de la laguna de Matara a partir de los parámetros físico-químicos, inorgánicos y microbiológicos. La metodología empleada se basó en un enfoque inductivo, analizando dichos parámetros mediante el Índice

de Calidad del Agua-Perú, con el objetivo de elaborar un enunciado general que permitiera comprender y explicar la situación de la calidad del agua. Los resultados de los 8 parámetros físico-químicos para la categoría 4 de conservación del ambiente acuático (E1-Lagos y Lagunas) mostraron que en LMata1 (DBO5=5 mg/L, N03-N+= <0,009, T= 17,66 °C, pH=7,74, CE= 381,20 µS/cm y en el OD= 5,11 mg/L). En LMata2 (DBO5= 6 mg/L, N03-N+= <0,009, T= 17,56 °C, pH=7,96, CE= 378,50 µS/cm y en el OD= 6,77 mg/L), en LMata3 (DBO5= 6 mg/L, N03-N+= <0,009, T= 18,53 °C, pH=8, CE= 377 µS/cm y en el OD= 7,63 mg/L). Finalmente, en LMata4 (DBO5= 6 mg/L, N03-N+= <0,009, T= 18,41 °C, pH=8, CE= 379,4 µS/cm y en el OD= 7,23 mg/L). Asimismo, el único parámetro microbiológico evaluado en esta categoría son los coliformes termotolerantes que cumplen con los estándares establecidos con un valor en LMata1 = 79 NMP/100mL, LMata2 = 17 NMP/100mL, LMata3 = 17 NMP/100mL y LMata4 = 490 NMP/100mL. Concluyendo en que los resultados de laboratorio y la aplicación de la metodología ICA-PE en esta investigación indican la excelente calidad del agua en la laguna de Matara encontrándose en condiciones cercanas a los niveles naturales.

Oscoco (2022), en su investigación, se propuso determinar el nivel de contaminación del agua con el fin de promover actividades productivas sostenibles, de acuerdo con el D.S. N° 004-2017-MINAM, en la laguna Pacucha, ubicada en Andahuaylas, Apurímac. El estudio adoptó un enfoque metodológico de carácter básico, empleando fichas de cotejo y de recolección de datos, y se realizó un muestreo compuesto por 11 puntos estratégicos durante los meses de enero y febrero de 2021. Los resultados en cuanto a los parámetros físico-químicos presentan los siguientes valores promediados (pH= 7,80, TDS= 104,50 mg/L, Turbidez= <0,50, DBO5= 2,46 mg/L, Fosfatos= 0,12 mg/L, Nitratos= 0,14 mg/L, Nitrógeno Amoniacal= 0,60 mg/L y en el OD= 5,96 mg/L) y el parámetro biológico analizado de Coliformes Termotolerantes tiene un valor de 31,18 NMP/100mL. Concluyendo mediante la categorización de la laguna según el D.S N° 004-2017-MINAM y los resultados de los parámetros no evidencian la presencia de contaminación física-química, en cuanto el oxígeno disuelto cumple con el valor mínimo en el tipo B1, pero no alcanza para el mínimo del tipo B2 y en cuanto a los parámetros biológicos del tipo B1 y B2 se encuentra dentro del límite aceptable.

Manchego y Ventura (2022) efectuaron un estudio el cual tuvo como objetivo analizar y proponer soluciones por medio de una gestión ambiental que guiará la ejecución de acciones y estrategias para impulsar el desarrollo sostenible, beneficiando el entorno natural y la comunidad al promover un uso eficiente de los recursos, así como la preservación y conservación del ambiente. La metodología adoptó un enfoque mixto que combina elementos

cualitativos y cuantitativos en una revisión sistemática, aplicando la observación directa en la Laguna Ñahuimpuquio, la realización de un muestreo en 3 puntos establecidos y la realización de una encuesta desde la perspectiva de sus pobladores locales. El estudio de los parámetros en el punto P1 mostró en sus resultados ($T^{\circ}= 13,9$, $CE= 309 \mu\text{S/cm}$, $\text{TDS}= 114 \text{ mg/L}$, $\text{Fenoles}= <0.009 \text{ mg/L}$, $\text{Turbiedad}= 2,04 \text{ NTU}$, $\text{Nitratos}= <5.0 \text{ mg/L}$), para P2 ($T^{\circ}= 13,8$, $CE= 307 \mu\text{S/cm}$, $\text{TDS}= 119 \text{ mg/L}$, $\text{Fenoles}= <0.007 \text{ mg/L}$, $\text{Turbiedad}= 2,19 \text{ NTU}$, $\text{Nitratos}= <8.0 \text{ mg/L}$) y para P3 ($T^{\circ}= 12,9$, $CE= 310 \mu\text{S/cm}$, $\text{TDS}= 124 \text{ mg/L}$, $\text{Fenoles}= <0.008 \text{ mg/L}$, $\text{Turbiedad}= 2,17 \text{ NTU}$, $\text{Nitratos}= <7.0 \text{ mg/L}$). Además, se sugirieron estrategias como el uso del compost por exceso de materia orgánica y la biorremediación del suelo para abordar la presencia de sustancias tóxicas en el área debido al exceso de actividad turística. La conclusión más significativa fue que el monitoreo de la Laguna de Ñahuimpuquio ha sido esencial para desarrollar estrategias efectivas de control de la contaminación, permitiendo identificar riesgos como el agotamiento del macrobentos y presencia de fenoles, así como el pH elevado que indica grave contaminación. Asimismo, se resalta que el cuidado del ecosistema es una meta en conjunto que debe ser abordada por las autoridades, así como por la población aledaña.

Salazar (2020), realizó un estudio con el objetivo de evaluar la calidad del agua de la laguna de Punrun, en el departamento de Pasco, como fuente de consumo humano, considerando que se clasifica dentro de la categoría 1 y subcategoría A1. La investigación siguió un enfoque cuantitativo, de tipo no experimental y transeccional, empleando muestras físico-químicas tomadas en tres puntos de monitoreo y utilizando el programa INFOSTAT para el análisis e interpretación de los datos. El estudio de alguno de los parámetros físico-químicos e inorgánicos en el punto P1 mostró en sus resultados ($\text{pH}= 7,74$, $CE= 225 \mu\text{S/cm}$, $\text{TDS}= 113 \text{ mg/L}$, $\text{DBO}= < 0,07 \text{ mg/L}$, $\text{DQO}= < 1 \text{ mg/L}$, $\text{OD}= 7,61 \text{ mg/L}$, $\text{Turbidez}= 0 \text{ NTU}$, $\text{Nitratos}= 0,06 \text{ mg/L}$, $\text{Plomo}= 0,01 \text{ mg/L}$, $\text{Cadmio}= < 0,01 \text{ mg/L}$, $\text{Arsénico}= 0,01 \text{ mg/L}$, $\text{Hierro}= 0,30 \text{ mg/L}$), mientras que para el punto P2 lo siguiente ($\text{pH}= 8,42$, $CE= 222 \mu\text{S/cm}$, $\text{TDS}= 214 \text{ mg/L}$, $\text{DBO}= < 0,5 \text{ mg/L}$, $\text{DQO}= < 1 \text{ mg/L}$, $\text{OD}= 7,14 \text{ mg/L}$, $\text{Turbidez}= 0 \text{ NTU}$, $\text{Nitratos}= 0,02 \text{ mg/L}$, $\text{Plomo}= 0,09 \text{ mg/L}$, $\text{Cadmio}= < 0,01 \text{ mg/L}$, $\text{Arsénico}= 0 \text{ mg/L}$, $\text{Hierro}= 0,02 \text{ mg/L}$) y para el punto P3 se registró ($\text{pH}= 7,78$, $CE= 407 \mu\text{S/cm}$, $\text{TDS}= 214 \text{ mg/L}$, $\text{DBO}= 0,05 \text{ mg/L}$, $\text{DQO}= < 1 \text{ mg/L}$, $\text{OD}= 7,55 \text{ mg/L}$, $\text{Turbidez}= 0 \text{ NTU}$, $\text{Nitratos}= 0,05 \text{ mg/L}$, $\text{Plomo}= 0,09 \text{ mg/L}$, $\text{Cadmio}= < 0,01 \text{ mg/L}$, $\text{Arsénico}= 0 \text{ mg/L}$, $\text{Hierro}= 0,02 \text{ mg/L}$). Se concluye que los parámetros físicos-químicos evaluados, se encuentran dentro de los límites máximos permitidos según el Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano D.S N°031-2010-SA, a excepción del cadmio y el plomo, dado su carácter de metal pesado, indica la necesidad de aplicar un proceso de tratamiento especialmente riguroso asegurando la calidad de agua para el consumo humano.

Indicando la calidad de agua actual sirve de valor económico notable para actividades como la ganadería, el turismo y la conservación de ecosistemas, entre otros aspectos.

Amanca (2019), en su tesis de grado, se propuso evaluar la calidad del agua de la Laguna Génesis, ubicada en el Refugio de Vida Silvestre Los Pantanos de Villa–Chorrillos, tomando como referencia los parámetros del D.S. N.º 004-2017 (ECA para Agua). La metodología del estudio consistió en visitar el área de investigación, establecer cuatro puntos de muestreo en la laguna y recolectar las muestras siguiendo el Protocolo Nacional para el Monitoreo de Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, durante noviembre de 2019. Los resultados mostraron que los parámetros del ECA para la subcategoría A1 del punto de monitoreo PM01 ($T^{\circ}= 24,9^{\circ}\text{C}$, $\text{pH}= 7,3$, $\text{CE}= 2500\ \mu\text{S}/\text{cm}$, $\text{SDT}= 1884\ \text{mg}/\text{L}$, $\text{DBO}= < 0,01\ \text{mg}/\text{L}$, $\text{SST}= < 2\ \text{mg}/\text{L}$ y $\text{CT}= 130 \times 10\ \text{NMP}/100\ \text{ml}$), en el caso del PM02 se registraron los siguientes valores ($T^{\circ}= 25^{\circ}\text{C}$, $\text{pH}= 7,3$, $\text{CE}= 3650\ \mu\text{S}/\text{cm}$). En el caso del ECA para la categoría 4: E1 del PM03 se registraron los siguientes valores ($T^{\circ}= 24,2^{\circ}\text{C}$, $\text{pH}= 7,2$, $\text{CE}= 4060\ \mu\text{S}/\text{cm}$, $\text{TDS}= 1\ \text{mg}/\text{L}$, $\text{DBO}= 10,2\ \text{mg}/\text{L}$, $\text{SST}= 33\ \text{mg}/\text{L}$ y $\text{CT}= 23 \times 10^2\ \text{NMP}/100\ \text{ml}$) y en el caso del PM04 se observa ($T^{\circ}= 22,9^{\circ}\text{C}$, $\text{pH}= 7,3$, $\text{CE}= 4180\ \mu\text{S}/\text{cm}$, $\text{TDS}= 1\ \text{mg}/\text{L}$, $\text{DBO}= 10,4\ \text{mg}/\text{L}$, $\text{SST}= 25\ \text{mg}/\text{L}$ y $\text{CT}= 1100\ \text{NMP}/100\ \text{ml}$). Concluyendo que la calidad del agua en la laguna no es óptima según la subcategoría A1 en el punto PM01 la cual no cumple en los parámetros de SDT, CT y CE, a diferencia del punto PM02 que solo incumple el parámetro de CE. Y en cuanto la categoría 4: E1 en el punto PM03 se observó que no cumple con los límites establecidos en los parámetros de DBO, SST, CE y CT, a diferencia del punto PM04 que incumple en el parámetro DBO y CE. Por lo tanto, resulta imprescindible realizar monitoreos frecuentes ya que estos cuerpos de agua destinados a la recreación suelen ser afectadas por residuos sólidos orgánicos e inorgánicos por la falta de cultura ambiental de los visitantes.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Fuentes Contaminantes del Agua

Las fuentes contaminantes del agua son aquellos elementos o actividades que introducen sustancias o energía al medio acuático, alterando sus características naturales y generando efectos adversos sobre los ecosistemas y la salud humana (Trompa, Chipateuca, & Romero, 2024). Las fuentes de contaminación se clasifican en puntuales y no puntuales. Las fuentes puntuales son aquellas cuya descarga puede identificarse con precisión, como los efluentes de plantas industriales, descargas domésticas o vertimientos de aguas residuales municipales. En cambio, las fuentes no puntuales provienen de escorrentías superficiales o infiltraciones difusas, como las generadas por actividades agrícolas, ganaderas o el arrastre de residuos sólidos urbanos (Saldaña & Gómez, 2006).

2.2.2. Calidad del Agua

Según Romero (2009) La calidad del agua se concibe como el conjunto de características físicas, químicas y biológicas que definen su idoneidad para un uso específico, considerando la interacción de factores naturales y actividades humanas que influyen en su composición y en su capacidad para mantener la vida acuática. Evaluar la calidad del agua implica medir parámetros que reflejen el grado de alteración respecto a su estado natural, los cuales se clasifican generalmente en fisicoquímicos, microbiológicos y biológicos

La interpretación de estos parámetros debe realizarse conforme a las normas nacionales e internacionales, como las establecidas por la Organización Mundial de la Salud (Sierra, 2011).

2.2.3 Parámetros Fisicoquímicos del Agua

Los parámetros fisicoquímicos son indicadores fundamentales para evaluar la calidad del agua, ya que reflejan las condiciones naturales del ecosistema y los posibles impactos ocasionados por las actividades humanas. Entre los principales se encuentran el pH, la temperatura, OD, la DBO₅, la DQO, los nitratos (NO₃⁻), los fosfatos (PO₄³⁻), la SDT (Samboni, Carbajal, & Escobar, 2007).

Según Díaz et al., (2005) el pH y la temperatura influyen directamente en las reacciones químicas y en la disponibilidad de nutrientes y oxígeno; el OD, la DBO₅ y la DQO reflejan la carga orgánica y la capacidad del agua para sustentar vida acuática; mientras que los nutrientes y los sólidos disueltos permiten identificar procesos de eutrofización o aportes de origen agrícola e industrial.

2.2.4 Parámetros Microbiológicos del Agua

Los parámetros microbiológicos del agua pueden definirse como el conjunto de indicadores biológicos que permiten evaluar la presencia de microorganismos patógenos o de origen fecal en un cuerpo de agua, y constituyen un criterio esencial para determinar su aptitud para distintos usos, especialmente el consumo humano y las actividades recreativas (Gonzáles, 2012).

Los principales indicadores microbiológicos son los coliformes totales y los coliformes termotolerantes (o coliformes fecales), los cuales son comúnmente empleados por organismos internacionales y nacionales en la evaluación de la calidad sanitaria del agua (Hernández, Espinoza, & Malpica, 2011).

2.2.5 Estándar de Calidad Ambiental del agua-ECA

De acuerdo con la Ley N° 28611 (2005), un estándar de calidad ambiental corresponde al valor que indica la concentración de ciertos parámetros físico-químicos y biológicos presentes en un componente ambiental del cuerpo receptor. Dependiendo del parámetro

analizado, dicha concentración puede establecerse como un valor máximo, mínimo o dentro de un intervalo específico, de modo que no genere riesgos relevantes para la salud humana ni para el ambiente.

2.2.6 Protocolo de Monitoreo

Es aquel documento normalizado cuya función es realizar la planificación de actividades del monitoreo, debidamente aprobada en su estructura y también debe ser validada en campo para garantizar que la metodología propuesta sea efectiva y aplicable en situaciones reales (Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas [SERNANP], 2020).

2.2.7 Fuente de Contaminación

Conocida como “fuente primaria de contaminación” aquellas que emiten sustancias o agentes físico-químicos, biológicos al ambiente, siendo capaces de perjudicar a la naturaleza al provocar cambios adversos, volviéndolo inhabitable para sus especies. Además, pueden provocar graves problemas de salud en las personas que entren en contacto con ella (Ministerio de Salud, 2023).

2.3 Definición de términos básicos

2.3.1 Laguna

Consideradas como cuerpos de agua de vital importancia para el abastecimiento de la humanidad y su uso en actividades productivas. Además, dentro de ellas se pueden encontrar especies acuáticas que cumplen la función significativa del dinamismo en el ecosistema, por lo mismo que es considerado un ecosistema frágil (Autoridad Nacional del Agua [ANA], 2018, p. 20).

2.3.2 Oxígeno Disuelto

Se refiere a la cantidad de oxígeno libre presente en el agua, elemento fundamental para la vida acuática y los procesos que ocurren en el medio acuático, además de prevenir la aparición de olores. Su control y tratamiento constituyen una parte esencial de los sistemas de manejo de aguas residuales (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos [US EPA], 2023).

2.3.3 Demanda Bioquímica de Oxígeno

Es el índice de oxidación bioquímica de materia orgánica requerida por organismos para su degradación bajo condiciones aeróbicas en cierto periodo de tiempo y a temperatura adecuada, sin considerar los compuestos orgánicos no susceptibles a degradarse (Agrotec., 2022).

2.3.4 Nitratos

Es un compuesto presente en aguas superficiales y terrestres con una alta capacidad móvil debido al proceso biogeoquímico que pasa el nitrógeno, por medio del uso de los fertilizantes se genera un vínculo directo o indirecto con algunos alimentos, lo cual significa un riesgo para la salud de la población (Agencia española de seguridad alimentaria y nutrición [AESAN], 2023).

2.3.5 Coliformes Termotolerantes

Se les considera un grupo de bacterias indicadoras del grado de desinfección en aguas expuestas a contaminantes fecales, con la capacidad de fermentar lactosa a 44-45 °C. Su presencia permite evaluar la calidad microbiológica del agua y determinar si cumple los estándares sanitarios para el consumo humano (Gonzales, 2023).

2.3.6 Calidad Ambiental del Agua

Para Salgado (2021), la calidad ambiental del agua está vinculada a indicadores naturales, económicos y sociales, del cual es posible establecer una valoración de factores naturales que afectan las condiciones para la población de una región en específico.

2.3.7 Parámetro

Son aquellas variables que proporcionan información esencial para evaluar la calidad de un componente ambiental, el desarrollo de un monitoreo permitirá determinar una ubicación específica para llevar a cabo su evaluación (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2017)

2.4 Hipótesis de investigación

2.4.1 Hipótesis General

- H_1 : Las fuentes contaminantes influyen directamente en la calidad de agua de la laguna “Las Totoritas” ubicada en Vegueta en el periodo 2024, evidenciándose en la alteración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos conforme a los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (D.S. N.º 004-2017-MINAM).
- H_0 : Las fuentes contaminantes no influyen directamente en la calidad de agua de la laguna “Las Totoritas” ubicada en Vegueta en el periodo 2024, no evidenciándose alteraciones en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos conforme a los Estándares de Calidad Ambiental para Agua.

2.4.2 Hipótesis Específicas

- Las fuentes existentes contaminantes que afectan la calidad de agua de la laguna “Las Totoritas” ubicada en Vegueta en el periodo 2024, superando los valores permisibles establecidos por el ECA-Agua.

- Las fuentes contaminantes influyen significativamente en la calidad fisicoquímica de agua de la laguna “Las Totoritas” ubicada en Vegueta en el periodo 2024
- Las fuentes contaminantes influyen significativamente en la calidad microbiológica de agua de la laguna “Las Totoritas” ubicada en Vegueta en el periodo 2024, superando los valores permisibles establecidos por el ECA-Agua.
- Es posible elaborar propuestas que permitan la disminución de fuentes contaminantes en base a la evaluación de la calidad de agua de la laguna “Las Totoritas” ubicada en Vegueta en el periodo 2024.

2.5 Operacionalización de las variables

Tabla 1

Operacionalización de las variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	NORMA	Categoría y valor ECA	Unidad	Método de Análisis	METODOLOGÍA
V.D.:	Es la condición del agua en un área en específico y en un momento determinado, debido a su influencia por factores naturales y antropogénicos, esto implica realizar la evaluación de sus parámetros físicos, químicos y biológicos para la elaboración de informes técnicos requeridos para su interpretación y comprensión sobre el estado del recurso hídrico y su aptitud para ser utilizada en el consumo humano, la agricultura y la vida acuática (ANA, 2018).	Evaluación de características físicas, químicas y biológicas del agua, las cuales han sido influenciadas tanto por factores naturales como por las actividades humanas dentro de la laguna "Las Totoritas".	Parámetros físico - químicos	pH	APHA 4500-H+ B	Cat. 4: Conservación del ambiente acuático y el valor 6,5-8,5	Unidad de pH	Método potenciométrico	Técnica: Monitoreo de la calidad de agua Instrumento: Formatos de monitoreo de laboratorio Instrumento: Equipos de medición
				Oxígeno disuelto	APHA 4500-O G	Cat. 4 y el valor ≥ 5	mg/L	Método electrométrico	
				Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	APHA 5210 B	Cat. 4 y el valor ≤ 10	mg/L	Método de Incubación 5 días	
				Conductividad eléctrica	APHA 2510 B	Cat. 4	μ S/cm	Método conductimétrica	
				Turbiedad	APHA 2130 B	Cat. 4 y el valor ≤ 50	NTU	Método nefelométrico	
				Nitratos	APHA 4500-NO3 B	Cat. 4 y el valor ≤ 13	mg/L	Método espectrofotométrico UV	
				Fósforo total	APHA 4500-P E	Cat. 4 y el valor $\leq 0,1$	mg/L	Método ácido ascórbico	
				Metales totales (Pb, Cd, Cu, Zn)	APHA 3111 B	Cat. 4	mg/L	Espectrometría de absorción atómica	
				Coliformes termotolerantes	APHA 9221 E	Cat. 1 y el valor ≤ 200	NMP/100 MI	Número Más Probable	
				Escherichia coli	APHA 9223 B	Cat. 1 y el valor es ausencia	NMP/100 MI	Método enzimático	
				Salmonella spp.	APHA 9260 B	Cat. 1 y el valor es ausencia	Presencia/100 ml	Cultivo microbiológico	
				Vibrio cholerae	APHA 9260 H	Cat. 1 y el valor es ausencia	Presencia/100 ml	Cultivo selectivo	

V.I.: Implica un proceso analítico mediante el cual se evalúan las actividades naturales y antrópicas en un espacio de tiempo y área en específica, la cual se da mediante la examinación de los procedimientos y determinación de los componentes e instalaciones donde se manipulan, almacenan, transportan, producen, emiten o desechan sustancias peligrosas con el potencial de contaminante representando un riesgo para la calidad del agua, así como para los ecosistemas dependientes de él. La identificación de estas fuentes es crucial para implementar medidas de mitigación y preservación del entorno natural (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2021).	Identificación de fuentes contaminantes	Identificación de actividades o sustancias de origen natural o antropogénico con potencial de contaminar un área y en un momento específico.	Identificación de la fuente	Ubicación geográfica de las fuentes contaminantes en el entorno de la laguna	Distancia de la fuente contaminante respecto al cuerpo de agua	Técnica: Entrevista Instrumento: Guía de entrevista Área: Partes interesadas Técnica: Observación directa (recorrido de campo) Instrumento: Ficha de identificación de fuentes contaminantes. Área: Partes interesadas Técnica: Observación directa (recorrido de campo) Instrumento: Ficha de campo y georreferenciación
	Identificación de la variable dependiente	Tipo de contaminación	Tipo de contaminante generado	Frecuencia de la actividad contaminante	Proximidad a la laguna y puntos de muestreo	

Nota. Los indicadores de la variable dependiente calidad del agua fueron seleccionados conforme a los Estándares de Calidad Ambiental para Agua establecidos en el Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM, Categoría 4: Conservación del ambiente acuático. Los métodos de análisis corresponden a procedimientos estandarizados de la American Public Health Association (APHA). La variable independiente identificación de fuentes contaminantes no presenta valores ECA, dado que su evaluación se basa en técnicas de observación directa, georreferenciación y registro de campo.

CAPÍTULO III. Metodología

3.1 Diseño Metodológico

3.1.1 Tipo de Investigación

La investigación fue de tipo aplicada, ya que buscó generar conocimiento científico orientado a la solución de un problema ambiental concreto, que en este caso estuvo relacionado con la identificación de fuentes contaminantes que modificaban la calidad del agua de la laguna “Las Totoritas”. De acuerdo con Lozada (2014), la investigación aplicada tiene como propósito fundamental utilizar los conocimientos teóricos en la práctica para resolver necesidades o problemáticas específicas de una realidad determinada.

En ese sentido, el estudio no se limitó únicamente a describir o comprender el fenómeno de contaminación, sino que proporcionó información útil para la gestión ambiental local y para la formulación de propuestas de mitigación que contribuyan a mejorar la calidad del agua.

3.1.2 Diseño de la Investigación

El estudio adoptó un diseño no experimental, dado que no se manipularon intencionalmente las variables de interés, sino que se analizaron tal como se presentaron en su contexto natural. Según Hadi et al. (2023), este tipo de diseño se aplica cuando el investigador no controla ni interviene sobre las variables independientes, limitándose únicamente a observar los fenómenos en la forma en que se desarrollan en la realidad.

Asimismo, la investigación fue de alcance descriptivo, porque buscó caracterizar detalladamente el estado de la calidad del agua de la laguna “Las Totoritas” y precisar las características de las fuentes contaminantes que influyeron en ella. Según Martínez y Gonzales (2023), una investigación descriptiva tiene como objetivo principal detallar las propiedades, condiciones y relaciones que existen en un fenómeno determinado, sin modificarlo, permitiendo con ello obtener una representación fiel de la realidad estudiada.

3.1.3 Enfoque

El estudio adoptó un enfoque cuantitativo, ya que su desarrollo se basó en la recolección, análisis e interpretación de datos numéricos relacionados con los indicadores ambientales del estudio. Según Cárdenas (2018), el enfoque cuantitativo se caracteriza por el uso de mediciones objetivas y la aplicación de procedimientos y valores numéricos para determinar patrones, relaciones y tendencias.

En esta investigación se cuantificaron los parámetros físicoquímicos (como pH, oxígeno disuelto, DBOs, DQO, nitratos y fosfatos) y los microbiológicos (como coliformes totales y *Escherichia coli*), comparándolos con los límites establecidos en el Decreto

Supremo N.º 004-2017-MINAM (ECA para Agua). Este procedimiento permitió evaluar la calidad del agua de la laguna “Las Totoritas” a través de indicadores medibles y resultados que pueden replicarse.

3.2 Población y Muestra

3.2.1 Población

La población de estudio fue toda la extensión del área que contiene la laguna “Las Totoritas”, el cual es perteneciente al distrito de Vegueta, Provincia de Huaura.

3.2.2 Muestra

La muestra del estudio se había conformado por seis (6) unidades de análisis, correspondientes a las muestras de agua superficial recolectadas en dos campañas de monitoreo realizadas en los meses de enero y abril del año 2025 en la laguna “Las Totoritas”. En cada monitoreo se tomaron tres muestras puntuales, seleccionadas de acuerdo con criterios normativos y la ubicación de posibles fuentes contaminantes dentro del área de estudio.

El primer punto de muestreo, LTOT1, correspondió a la entrada de agua de la laguna, alimentada principalmente por aguas subterráneas, ubicado en las coordenadas UTM 209946.98 E, 8786503.4 N (Datum WGS-84, zona 18). El segundo punto, LTOT2, se localizó en la zona central de la laguna, donde se observó la presencia de residuos sólidos flotantes, con coordenadas 209893.04 E, 8786471.2 N. Finalmente, el tercer punto, LTOT3, se situó en la parte final de la laguna, correspondiente a la salida del agua que se conecta con el sistema de riego para cultivos vegetales, ubicado en 209862.86 E, 8786440.0 N.

La elección de los puntos de muestreo se llevó a cabo conforme a lo indicado en el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (ANA, 2016), con el objetivo de asegurar que las condiciones físico-químicas y microbiológicas de la laguna estuvieran adecuadamente representadas de manera espacial.

A continuación, se presenta una tabla resumen de los puntos de muestreo seleccionados y sus coordenadas correspondientes:

Tabla 2*Ubicación geográfica de puntos de muestreo*

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO	COORDENADAS UTM (DATUM WGS-84) – Zona 18	
		E	N
LTOT1	Entrada de agua a la laguna	209946.98	8786503.4
LTOT2	Zona central de la laguna / Presencia de residuos sólidos por la recreación.	209893.04	8786471.2
LTOT3	Zona final de la laguna / Conecta con el propósito de riego de vegetales.	209862.86	8786440.0

Nota: En el Anexo 3 se visualiza el mapa de ubicación de estaciones de muestreo.

3.2.3 Muestreo

El muestreo se llevó a cabo bajo un diseño no probabilístico por conveniencia, considerando la accesibilidad y la relevancia ambiental de los puntos seleccionados. En cada estación, las muestras fueron recolectadas de manera puntual y superficial, a una profundidad aproximada de 20 a 30 centímetros desde la lámina de agua, con el propósito de obtener una representación fidedigna del estrato más influenciado por los procesos de intercambio y contaminación.

Durante cada campaña, las muestras se obtuvieron en frascos esterilizados y previamente codificados, preservándose en hielo a 4 °C y transportándose al laboratorio acreditado de razón social SAG dentro del tiempo máximo establecido por las normas técnicas peruanas (NTP 214.001 y NTP ISO 5667-6). Asimismo, se aplicaron rigurosos procedimientos de control de calidad, incluyendo la verificación de equipos, el uso de blancos de campo, duplicados y el cumplimiento estricto de la cadena de custodia.

Esta metodología permitió garantizar la validez, precisión y reproducibilidad de los resultados obtenidos, asegurando que las muestras reflejaran fielmente las condiciones reales de la calidad del agua en la laguna “Las Totoritas” durante los periodos de monitoreo establecidos.

3.2.4. Puntos de muestreo

Asimismo, los puntos de muestreo fueron seleccionados considerando criterios técnicos relacionados con la dinámica hídrica de la laguna Las Totoritas, la presencia de

afluentes, la localización de actividades humanas y la identificación previa de posibles fuentes contaminantes. La ubicación de los puntos de muestreo respondió a criterios técnicos que consideran la dirección del flujo superficial, la presencia de corrientes internas, la identificación de descargas visibles y el uso antrópico del entorno de la laguna. Se priorizaron zonas con evidencia de aporte de contaminantes, tales como descargas domésticas informales, acumulación de residuos sólidos y áreas de actividad agrícola cercana, así como sectores con menor intervención humana (ANA, 2019).

Estos puntos permitieron obtener muestras representativas para la evaluación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos conforme a los Estándares de Calidad Ambiental para Agua establecidos en el (Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM).

3.3 Técnicas de Recolección de Datos

Para recopilar la información requerida durante el desarrollo del estudio, se utilizaron tres técnicas principales: observación directa, entrevistas y análisis de laboratorio.

En primer lugar, se utilizó la técnica de observación directa, enfocada en identificar posibles fuentes de contaminación en el área de influencia de la laguna “Las Totoritas”. Esta estrategia permitió documentar en el campo las actividades humanas, el manejo de residuos, las descargas de agua y otras acciones que podrían afectar la calidad del recurso hídrico.

Posteriormente, se empleó la técnica de entrevista semiestructurada, dirigida al personal técnico de la Gerencia de Gestión Ambiental de la Municipalidad de Végueta, con el objetivo de recopilar información complementaria sobre la gestión ambiental local, antecedentes de monitoreo, medidas de control implementadas y la percepción institucional acerca de las fuentes de contaminación y la calidad del agua de la laguna.

Por último, se aplicó la técnica de análisis de laboratorio para evaluar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las muestras recolectadas durante las campañas de monitoreo. Este procedimiento se llevó a cabo siguiendo las directrices del Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (ANA, 2016) y las Normas Técnicas Peruanas (NTP 214.001 y NTP ISO 5667-6), garantizando así la precisión, validez y fiabilidad de los resultados obtenidos.

2.3.1. Aseguramiento y control de calidad del muestreo

El proceso de muestreo, preservación, transporte y análisis de las muestras de agua se realizó siguiendo el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales establecido por la Autoridad Nacional del Agua (ANA, 2016), con la finalidad de garantizar la confiabilidad y representatividad de los resultados. Durante el muestreo, las muestras fueron recolectadas en frascos estériles previamente rotulados,

evitando la contaminación cruzada. Posteriormente, las muestras fueron preservadas mediante refrigeración a una temperatura aproximada de 4 °C y transportadas en un cooler hacia el laboratorio correspondiente, manteniendo la cadena de custodia.

La cadena de custodia incluyó el registro de la fecha, hora, ubicación del punto de muestreo, responsable de la toma de muestra y condiciones ambientales, asegurando la trazabilidad de las muestras desde su recolección hasta su análisis. Los análisis físicoquímicos y microbiológicos fueron realizados en un laboratorio especializado, empleando métodos estandarizados conforme al Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2017), garantizando la precisión y confiabilidad de los resultados obtenidos.

3.4 Instrumentos de Recolección de Datos

Para la aplicación de las técnicas mencionadas, se utilizaron instrumentos estructurados y validados que aseguraron la calidad y trazabilidad de la información obtenida.

En primer lugar, se empleó una ficha de identificación de fuentes contaminantes (Anexo 5), diseñada con el propósito de registrar de manera sistemática las posibles fuentes puntuales y difusas que afectan la laguna “Las Totoritas”. Esta ficha permitió consignar datos sobre la localización, tipo de fuente, características de las descargas y su posible impacto sobre la calidad del agua.

Asimismo, se utilizó una guía de entrevista semiestructurada (Anexo 6), aplicada al personal de la Gerencia de Gestión Ambiental de la Municipalidad Distrital de Végueta, que permitió recopilar información cualitativa sobre las actividades de control ambiental, las acciones de monitoreo municipal, los antecedentes históricos y las principales problemáticas ambientales asociadas a la laguna.

Finalmente, se utilizaron formatos oficiales de monitoreo (Anexos 10, 11 y 12) proporcionados por la empresa acreditada encargada del análisis de las muestras, los cuales contaron con la validación del Instituto Nacional de Calidad (INACAL). Estos formatos registraron los parámetros físicoquímicos y microbiológicos evaluados, las coordenadas geográficas de los puntos de muestreo, los procedimientos de preservación y transporte, así como la correspondiente cadena de custodia, cumpliendo con los requerimientos del Protocolo para el Monitoreo de Aguas (ANA, 2016).

El uso de estos instrumentos garantizó la confiabilidad, representatividad y consistencia técnica de los datos recolectados, permitiendo obtener información precisa para la evaluación de la calidad del agua de la laguna “Las Totoritas”.

3.4.1. Selección de parámetros de calidad de agua

La selección de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos evaluados en el presente estudio se fundamenta en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua establecidos en el Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM, específicamente en la Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático, aplicable a cuerpos de agua superficiales como lagunas. Estos parámetros permiten evaluar el estado ecológico del cuerpo hídrico y determinar la influencia de fuentes contaminantes de origen antrópico y natural.

Los parámetros fisicoquímicos como pH, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, turbidez, demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), nitratos y fósforo total son indicadores clave de la calidad del agua, ya que permiten identificar procesos de contaminación orgánica, eutrofización y alteraciones en la dinámica físico-química del sistema acuático (APHA, 2017). Asimismo, los parámetros microbiológicos como coliformes termotolerantes, *Escherichia coli* y *Salmonella* spp. constituyen indicadores de contaminación fecal y permiten evaluar riesgos sanitarios asociados a descargas domésticas o presencia de residuos orgánicos.

En ese sentido, la evaluación de estos parámetros permite determinar el grado de cumplimiento de los ECA-Agua y establecer la relación entre las fuentes contaminantes identificadas y el deterioro de la calidad del agua de la laguna Las Totoritas.

3.5 Validación de instrumentos por juicio de expertos

Para garantizar la validez y fiabilidad de los instrumentos de recolección de datos empleados en la investigación, como la Ficha de Identificación de Fuentes Contaminantes y la Entrevista Estructurada, se realizó un proceso de validación mediante la evaluación de expertos. Este procedimiento permitió examinar la relevancia, claridad y coherencia de los instrumentos con respecto a los objetivos del estudio.

La validación fue efectuada por tres especialistas con formación en Ingeniería Ambiental, quienes cuentan con experiencia profesional y académica en evaluación de calidad ambiental. A cada experto se le entregaron los instrumentos junto con una ficha de validación, en la cual calificaron los ítems según los criterios establecidos en una escala de valoración de 1 a 5, donde (1) corresponde a muy malo y (5) a muy bueno.

El proceso de validación consideró aspectos técnicos, metodológicos y de contenido. Los resultados obtenidos demostraron una aceptación total (100 %), lo que indica que los instrumentos presentaron consistencia interna, claridad conceptual y adecuación al propósito de la investigación. De esta manera, ambos instrumentos fueron considerados válidos y aptos para su aplicación en campo, permitiendo obtener información confiable sobre las fuentes

contaminantes y la percepción institucional vinculada a la calidad del agua de la laguna “Las Totoritas”.

3.6 Criterios de validación

Para el proceso de validación, los expertos aplicaron diez criterios principales, agrupados en dimensiones de contenido, forma y pertinencia técnica, con el fin de evaluar la calidad y adecuación de los instrumentos:

- Claridad: Se verificó que las preguntas y enunciados estuvieran redactados con un lenguaje técnico, comprensible y apropiado al contexto ambiental.
- Objetividad: Se evaluó que cada ítem permitiera la obtención de información verificable y observable, libre de juicios personales.
- Actualidad: Se consideró la correspondencia de los ítems con los avances recientes en ciencia, tecnología y gestión ambiental.
- Organización: Se revisó que las preguntas mantuvieran una secuencia lógica y coherente, facilitando la comprensión por parte del encuestado.
- Suficiencia: Se determinó que los instrumentos abordaran la totalidad de los aspectos relevantes para cumplir los objetivos del estudio.
- Pertinencia: Se analizó la correspondencia entre las preguntas, los objetivos específicos y las variables de investigación.
- Consistencia: Se comprobó la coherencia interna de los ítems y su relación con el marco teórico.
- Coherencia: existe coherencia entre variables e ítems
- Metodología: Se evaluó la adecuación del formato y tipo de preguntas en función del propósito del instrumento.
- Aplicación: Se valoró la facilidad de uso, la aplicabilidad en campo y la comprensión por parte de los participantes.

3.7 Procesamiento de Datos

Los datos fueron procesados de forma sistemática y rigurosa, con el fin de asegurar la calidad, coherencia y fiabilidad de la información recopilada a lo largo de las diferentes etapas del estudio.

En primer lugar, los datos procedentes de la ficha de identificación de fuentes contaminantes, aplicada a lo largo de toda la extensión de la laguna “Las Totoritas”, fueron organizados y clasificados en el software Excel. Este procedimiento permitió agrupar las fuentes puntuales y difusas según su tipo, ubicación, características y posible impacto

ambiental. La información recolectada fue verificada y contrastada con las observaciones de campo para asegurar la consistencia espacial y descriptiva, proporcionando así una visión integral de las presiones antrópicas que afectan el ecosistema acuático.

Posteriormente, la información cualitativa recolectada mediante las entrevistas semiestructuradas al personal técnico de la Gerencia de Gestión Ambiental de la Municipalidad Distrital de Végueta fue analizada mediante la técnica de análisis de contenido. Las respuestas se organizaron en categorías temáticas para identificar las percepciones institucionales sobre la gestión ambiental, los antecedentes de monitoreo y las principales problemáticas relacionadas con la calidad del agua. Asimismo, esta información sirvió como referencia para diseñar futuras medidas de mitigación de la contaminación, orientando recomendaciones técnicas y acciones de gestión ambiental que contribuyan a la preservación y recuperación de la laguna.

En la etapa siguiente, los datos de laboratorio, registrados en los formatos oficiales de monitoreo validados por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL), fueron sistematizados y analizados utilizando herramientas estadísticas descriptivas. Se calcularon los valores mínimos, máximos, promedios y variaciones de los parámetros fisicoquímicos (pH, oxígeno disuelto, DBO₅, nitratos, turbiedad, SAAM, cadmio, zinc, plomo y cobre) y microbiológicos (coliformes termotolerantes, enterococos intestinales, *Salmonella* sp., *Vibrio cholerae* y *Escherichia coli*) para cada punto de monitoreo (LTOT1, LTOT2 y LTOT3) y para los dos periodos de evaluación (enero y abril de 2025).

Finalmente, los resultados obtenidos se contrastaron con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua establecidos en el Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM, categoría 1-B1, aplicable a cuerpos de agua como lagunas destinadas a actividades recreativas. Este análisis permitió determinar el nivel de cumplimiento de los parámetros medidos e identificar los factores que inciden en la calidad del recurso hídrico, así como su relación con las actividades humanas en la zona circundante.

3.8 Procedimiento de Actividades a Desarrollar

El desarrollo del presente estudio se estructuró en tres fases principales, orientadas a garantizar un proceso metodológico ordenado, riguroso y coherente con los objetivos planteados. En la Fase I, denominada Identificación del problema, se llevó a cabo la revisión de información base relacionada con los antecedentes técnicos, normativos y ambientales del área de estudio. Esta etapa permitió reconocer la problemática ambiental existente en la laguna “Las Totoritas” e identificar las principales fuentes potenciales de contaminación,

además de delimitar geográficamente la zona de intervención a través de coordenadas UTM, con el fin de precisar el ámbito espacial del estudio.

La Fase II, denominada Recopilación de información, incluyó la aplicación de los instrumentos seleccionados para la investigación. En esta etapa se utilizó la ficha de identificación de fuentes contaminantes, que permitió registrar y clasificar los focos de impacto en toda la laguna. Asimismo, se realizó una entrevista al personal técnico de la Gerencia de Gestión Ambiental de la Municipalidad Distrital de Végueta, con el objetivo de obtener información institucional adicional sobre la situación ambiental local y las medidas de control implementadas. Posteriormente, se llevó a cabo el monitoreo de la calidad del agua en dos campañas (enero y abril de 2025), considerando tres puntos de muestreo estratégicamente ubicados: entrada (LTOT1), zona central (LTOT2) y salida (LTOT3). Durante esta fase también se realizó la toma y preservación de muestras bajo los procedimientos establecidos por las normas técnicas peruanas, asegurando la integridad y representatividad de los datos. Las muestras fueron enviadas al laboratorio acreditado, registrándose toda la información en formatos oficiales validados por INACAL. Finalmente, se recibieron y verificaron los resultados analíticos correspondientes.

La Fase III, denominada Procesamiento, análisis y propuestas, incluyó la organización y depuración de los datos obtenidos tanto en campo y en laboratorio, seguida de la interpretación de los resultados. Esta interpretación se realizó tomando como referencia los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua del Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM, lo que permitió evaluar el grado de cumplimiento de los parámetros analizados.

Después de la recolección e interpretación de los datos fisicoquímicos y microbiológicos de la laguna “Las Totoritas”, se elaboraron propuestas orientadas a mejorar la gestión ambiental del ecosistema. Estas se basaron tanto en los resultados obtenidos como en la información que se recolectó en entrevistas que se realizaron al personal técnico de la municipalidad distrital de Vegueta. El propósito fue brindar soluciones técnicas y viables que permitan reducir las fuentes contaminantes y fortalecer el manejo sostenible de la laguna.

3.8.1 Ubicación de los puntos de muestreo

La ubicación de los puntos de muestreo fue determinada considerando criterios hidrológicos, ambientales y antrópicos, con el propósito de evaluar la influencia de las fuentes contaminantes sobre la calidad del agua de la laguna Las Totoritas. Para ello, se consideraron los siguientes criterios técnicos:

- Presencia de fuentes contaminantes identificadas durante el reconocimiento de campo, como acumulación de residuos sólidos, escorrentía superficial y actividades antrópicas cercanas.

- Dinámica hídrica de la laguna, incluyendo zonas de ingreso y circulación del agua, donde se favorece el transporte y dispersión de contaminantes.

- Proximidad a zonas con actividad humana, tales como áreas urbanas, tránsito de personas y actividades recreativas.

- Representatividad espacial del cuerpo de agua, permitiendo evaluar variaciones en la calidad del agua en diferentes sectores de la laguna.

Se establecieron tres puntos de muestreo estratégicamente distribuidos para representar las condiciones ambientales predominantes del sistema acuático y evaluar el impacto de las fuentes contaminantes identificadas.

Respecto a las campañas de monitoreo, estas fueron realizadas en los meses de enero y abril de 2025, periodos que corresponden a la temporada de verano y transición hacia la temporada húmeda en la costa peruana, caracterizada por mayor temperatura ambiental y posibles variaciones en la concentración de contaminantes debido a la evaporación, escorrentía superficial y actividad antrópica.

3.8.2 Descripción de los puntos de muestreo

Los puntos de muestreo fueron seleccionados considerando la posible influencia de fuentes contaminantes y la dinámica de circulación del agua dentro de la laguna. El punto de muestreo 1 fue ubicado en un sector cercano a zonas con presencia de residuos sólidos y actividad humana, con el fin de evaluar la influencia directa de estas fuentes contaminantes.

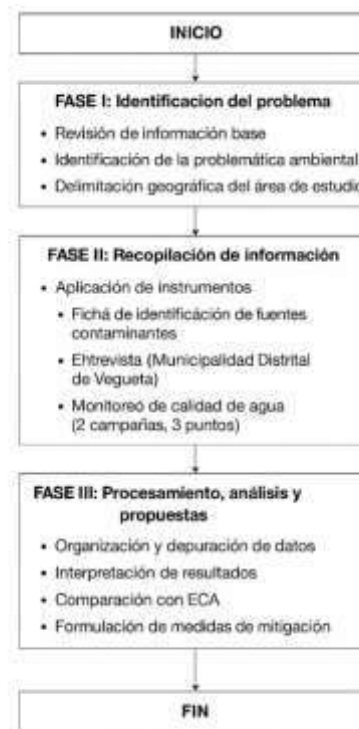
El punto de muestreo 2 fue ubicado en una zona representativa del cuerpo principal de la laguna, donde se produce la mezcla del agua, permitiendo evaluar las condiciones generales de la calidad del agua.

El punto de muestreo 3 fue ubicado en un sector alejado de las principales fuentes contaminantes identificadas, con la finalidad de establecer una referencia comparativa y evaluar la variación espacial de los parámetros de calidad del agua.

Esta distribución permitió evaluar la relación entre la ubicación de las fuentes contaminantes y las variaciones en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos analizados.

Figura 1

Procedimiento de actividades a desarrollar



3.9 Matriz de Consistencia

Tabla 3

Identificación de fuentes contaminantes y evaluación de la calidad del agua de la laguna “Las Totoritas” en Vegueta, 2024

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
Problema principal	Objetivo principal	Hipótesis principal	Variable independiente (X)	Tipo de investigación: - Aplicada Nivel de investigación: - Descriptivo Diseño de la investigación: - No experimental Enfoque: - Cuantitativo Población y Muestra: - No probabilístico N= Cantidad total de agua en la Laguna n= 6 puntos de monitoreo (muestreo pareado) Técnicas e instrumentos de recolección de datos: Técnicas: - Observación directa - Entrevista estructurada Instrumentos: - Formatos de monitoreo de la calidad del agua. - Ficha de identificación de fuentes contaminantes. - Guía de entrevista. Técnicas de análisis de datos: - Excel - ArcGIS
¿Cómo influyen las fuentes contaminantes en la calidad de agua de la laguna “Las Totoritas” ubicada en Vegueta en el periodo 2024?	¿Identificar de qué manera influyen las fuentes contaminantes en la calidad del agua según el D.S. N.º 004-2017 (ECA para Agua) de la laguna “Las Totoritas” ubicada en Vegueta en el periodo 2024?	H _a : Las fuentes contaminantes influyen directamente en la calidad de agua de la laguna “Las Totoritas” ubicada en Vegueta en el periodo 2024 H ₀ : Las fuentes contaminantes no influyen directamente en la calidad de agua de la laguna “Las Totoritas” ubicada en Vegueta en el periodo 2024	Identificación de fuentes contaminantes	
Problemas secundarios	Objetivos secundarios	Hipótesis secundarias	Variable dependiente (Y)	
¿Cuáles son las fuentes contaminantes que afectan la calidad de agua de la laguna “Las Totoritas”?	Identificar las fuentes contaminantes que afectan la calidad de agua de la laguna “Las Totoritas”.	Existen fuentes contaminantes que afectan la calidad de agua de la laguna “Las Totoritas” ubicada en Vegueta en el periodo 2024		
¿De qué manera influyen las fuentes contaminantes en la calidad físicoquímica del agua de la laguna “Las Totoritas”?	Determinar la influencia de las fuentes contaminantes en la calidad físicoquímica de agua de la laguna “Las Totoritas”.	Las fuentes contaminantes influyen negativamente en la calidad físicoquímica de agua de la laguna “Las Totoritas” ubicada en Vegueta en el periodo 2024		
¿De qué manera influyen las fuentes contaminantes en la calidad microbiológica del agua de la laguna “Las Totoritas” ubicada en Vegueta?	Determinar la influencia de las fuentes contaminantes en la calidad microbiológica de agua de la laguna “Las Totoritas”.	Las fuentes contaminantes influyen negativamente en la calidad microbiológica de agua de la laguna “Las Totoritas” ubicada en Vegueta en el periodo 2024.	Calidad del agua de la laguna “Las Totoritas”	
¿Qué propuestas permiten la disminución de fuentes contaminantes para mejorar la calidad de agua de la laguna “Las Totoritas”?	Elaborar propuestas que permitan la disminución de fuentes contaminantes para mejorar la calidad de agua de la laguna “Las Totoritas”.	Es posible elaborar propuestas que permitan la disminución de fuentes contaminantes en base a la evaluación de la calidad de agua de la laguna “Las Totoritas” ubicada en Vegueta en el periodo 2024.		

T= Técnica; I= Instrumento

Nota. Para obtener el análisis de la información recopilada se va a emplear una lista de cotejo o una matriz de evaluación considerando todos los campos y la información obtenida de la aplicación de los instrumentos

CAPÍTULO IV: Resultados

4.1. Análisis de Resultados

4.1.1. Identificación de las fuentes contaminantes que afectan la calidad de agua de la laguna “Las Totoritas”.

Para llevar a cabo el desarrollo de este objetivo, en primer lugar, se procedió a realizar una descripción del área de estudio, la cual corresponde a una laguna destinada principalmente a actividades recreativas. Posteriormente, se presentó y analizó la información recolectada en las fichas mencionadas en capítulos anteriores, con el propósito de identificar las posibles fuentes de contaminación que inciden en este cuerpo de agua.

Dicha identificación permitió evaluar de manera integral el estado actual del ecosistema y comprender las principales causas que alteran su equilibrio ambiental. El análisis resultante sirvió como fundamento para establecer diagnósticos precisos que evidenciaron cómo estos factores repercutieron en la calidad del agua de la laguna. Todo el proceso mencionado se presentará a continuación.

Descripción del área de estudio

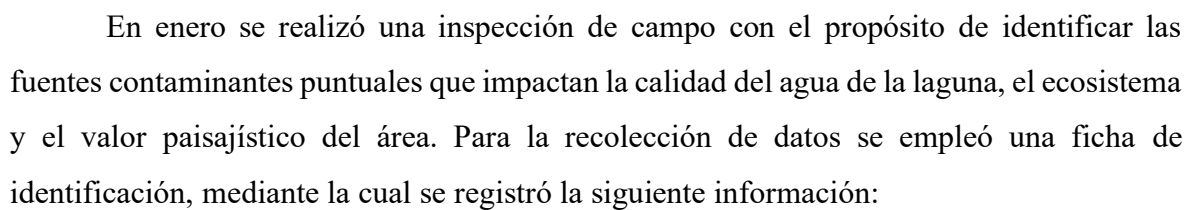
La laguna “Las Totoritas” se encuentra ubicada en el distrito de Végueta, provincia de Huaura, región Lima. Durante las visitas de campo realizadas en los meses de enero y abril de 2025, se registraron sus principales características morfológicas, así como los elementos que conforman su entorno inmediato. Se observó que la laguna presenta una extensión superficial limitada y un uso predominantemente recreativo.

En las zonas ribereñas se identificaron espacios destinados a la circulación peatonal y áreas amplias utilizadas como estacionamiento para los vehículos de los visitantes. Asimismo, se registró la presencia de pequeñas cabañas donde emprendedores locales ofrecen productos artesanales y recuerdos alusivos al lugar. De igual modo, algunas personas se dedican al alquiler de caballitos de totora y de inflables acuáticos, actividades orientadas al entretenimiento de los turistas.

Por otro lado, se evidenció la existencia de vegetación ribereña compuesta principalmente por especies como juncos (*Schoenoplectus sp.*) y totoras (*Typha domingensis*), que desempeñan un papel fundamental en la estabilidad ecológica del ecosistema.

A continuación, se presenta una imagen satelital y una fotografía para una mejor representación del ecosistema estudiado

Localización geográfica de la laguna “Las Totoritas” mediante imagen satelital obtenida en ArcGIS.



En la laguna, especialmente en las zonas de las orillas donde crecen las totoritas, se registró la presencia de residuos inorgánicos (principalmente plásticos) provenientes de las actividades recreativas de las personas que visitan el lugar. Entre los desechos observados se encontraron envases, botellas, tapas, bolsas de alimentos, entre otros. El origen de esta fuente contaminante es de tipo antropogénico y no puntual, afectando tanto la calidad del agua como el equilibrio general del ecosistema. Es importante señalar que la laguna se encuentra clasificada como categoría 1-B1 según los ECA para agua. Asimismo, se observó que el área es frecuentemente visitada por bañistas y turistas. La información recopilada se presenta resumida en la siguiente tabla.

Tabla 4

Registro de fuentes contaminantes puntuales en la laguna (enero-2025)

Aspecto evaluado	Descripción
Ubicación	Zonas de las orillas de la laguna, donde crecen las totoritas.
Tipo de residuos	Residuos inorgánicos (principalmente plásticos).
Ejemplos de residuos observados	Envases, botellas, tapas, bolsas de alimentos, entre otros.
Origen de la fuente contaminante	Antropogénico (actividad humana).
Tipo de fuente contaminante	No Puntual.
Impacto ambiental	Contaminación del agua y afectación al equilibrio del ecosistema.
Categoría de la laguna (según ECA)	Categoría 1-B1 (Estándares de Calidad Ambiental para agua).
Observaciones adicionales	La laguna es una zona frecuentemente visitada por bañistas y turistas, lo que incrementa la generación de residuos sólidos.

Asimismo, con el propósito de fortalecer y sustentar la investigación, se adjuntan a continuación evidencias fotográficas que respaldan la información presentada en la tabla anterior. Las imágenes permiten visualizar de manera directa las condiciones observadas en el área de estudio, así como la presencia de residuos identificados durante la inspección de campo

Figura 4

Evidencia fotográfica de residuos inorgánicos en la orilla de la laguna (enero -2025)



Abril

Durante el mes de abril se realizó una visita de campo con el propósito de identificar las fuentes contaminantes puntuales que podrían estar afectando la calidad del agua de la laguna, así como el equilibrio del ecosistema y la estética paisajística del entorno. Para el levantamiento de información se empleó de igual manera una ficha de identificación ambiental, instrumento que permitió registrar las observaciones más relevantes del área evaluada.

En esta ocasión, en las orillas de la laguna, donde predominan las totoritas, también se constató la presencia de residuos inorgánicos principalmente plásticos generados por las actividades recreativas de los visitantes. Entre los desechos encontrados se identificaron botellas, envases, tapas y bolsas de alimentos, entre otros. La fuente de esta contaminación se considera antropogénica y de carácter no puntual, ya que proviene directamente de la acción humana.

No obstante, a diferencia de la inspección realizada en el mes de enero, se observó una baja afluencia de bañistas, así como una menor actividad de personas dedicadas al alquiler de inflables y caballitos de totora, lo que podría haber contribuido a una ligera

reducción en la acumulación de residuos. Toda la información recolectada se resume en la siguiente tabla.

Tabla 5

Registro de fuentes contaminantes puntuales en la laguna (abril-2025)

Categoría	Detalle observado
Ubicación	Orillas de la laguna, zona donde predominan las totoritas.
Tipo de residuos	Inorgánicos, principalmente plásticos.
Ejemplos de residuos identificados	Botellas, envases, tapas, bolsas de alimentos, entre otros.
Origen de la contaminación	Antropogénico (resultado de actividades recreativas humanas).
Tipo de fuente contaminante	No Puntual.
Nivel de actividad humana	Baja presencia de bañistas y menor actividad de personas dedicadas al alquiler de inflables y caballitos de totora.
Efecto observado	Ligera disminución en la acumulación de residuos sólidos respecto a inspecciones anteriores.
Observaciones generales	Se mantiene la presencia de residuos plásticos en las orillas, aunque en menor cantidad debido a la reducción de visitantes.

Del mismo modo, con el propósito de fortalecer y sustentar la investigación, se adjuntan a continuación evidencias fotográficas que respaldan la información presentada en la tabla anterior.

Figura 5

Evidencia fotográfica de residuos inorgánicos en la orilla de la laguna (abril -2025)



4.1.2. Influencia de las fuentes contaminantes en la calidad fisicoquímica de agua de la laguna “Las Totoritas”

Para el cumplimiento del objetivo propuesto se efectuaron dos monitoreos en los meses de enero y abril de 2025, recolectándose tres muestras en puntos estratégicos de la laguna en estudio. El propósito fue obtener información representativa sobre los principales parámetros fisicoquímicos que permitan evaluar la calidad del agua.

Se analizaron los parámetros pH, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno (DBO), nitratos, turbiedad y detergentes, complementados con la determinación de parámetros inorgánicos como cadmio, zinc, plomo y cobre.

Asimismo, es importante mencionar que los parámetros seleccionados para la evaluación son los más relevantes para determinar la posible contaminación en la calidad del agua de cuerpos receptores pertenecientes a esta categoría, en la cual se encuentra la laguna en estudio.

Los resultados obtenidos en ambos monitoreos se presentan a continuación y constituyen la base para un análisis posterior comparativo del estado de la laguna.

Primer Monitoreo (enero-2025)

Tabla 6

Resultados de parámetros fisicoquímicos e inorgánicos en agua de la Laguna “Las Totoritas” (enero-2025).

Parámetro	Unidad	Instrumento o equipo	LT0T1	LT0T2	LT0T3
pH	Unid. pH	Multiparámetro portátil	8.23	8.35	8.28
Oxígeno disuelto (OD)	mg/L	Oxímetro digital	8.4	8	7.9
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)	mg/L	Medidor de DBO-botellas para DBO	< 2.00	< 2.00	< 2.00
Nitratos (NO₃⁻)	mg/L	Espectrofotómetro UV-Vis	20.23	18.8	19.23
Turbidez	NTU	Turbidímetro	< 0.40	1.5	1.9
SAAM (Detergentes aniónicos)	mg/L	Espectrofotómetro UV-Vis	< 0.050	< 0.050	< 0.050
Cadmio (Cd)	mg/L	Espectrofotómetro AAS	<0.00006	<0.00006	<0.00006
Zinc (Zn)	mg/L	AAS	0.00575	0.0143	0.00579
Plomo (Pb)	mg/L	AAS con horno	<0.0004	<0.0004	<0.0004
Cobre (Cu)	mg/L	AAS	0.0005	0.0005	0.0009

La Tabla 6 muestra los resultados de los análisis fisicoquímicos e inorgánicos realizados en las tres muestras de agua superficial de la laguna “Las Totoritas” correspondientes al mes de enero de 2025, identificadas como LTOT1, LTOT2 y LTOT3. Las mediciones se realizaron siguiendo los procedimientos estandarizados del laboratorio SAG, acreditado por INACAL.

El pH estuvo entre 8.23 y 8.35, lo que indicó un rango ligeramente alcalino, típico de cuerpos de agua con presencia de procesos fotosintéticos y escasa carga ácida. El OD,

presentó concentraciones entre 7.9 y 8.4 mg/L, valores adecuados para el sostenimiento de vida acuática y que evidenciaron una buena oxigenación superficial en el momento del muestreo. La DBO₅, registró valores menores a 2.00 mg/L, lo que reflejó una baja presencia de materia orgánica biodegradable, indicando una limitada influencia de vertimientos domésticos directos en los puntos evaluados.

En cuanto a los NO₃⁻, se obtuvieron concentraciones comprendidas entre 18.8 y 20.23 mg/L, las cuales sugirieron un posible aporte de nutrientes de origen agrícola, asociados a escorrentías con fertilizantes nitrogenados. La turbidez, presentó valores entre < 0.40 y 1.9 NTU, evidenciando un agua de baja concentración de sólidos suspendidos y, por tanto, una adecuada transparencia visual. Respecto al parámetro SAAM (detergentes aniónicos), en todas las muestras se reportaron valores menores a 0.050 mg/L, lo cual indicó una ausencia significativa de compuestos surfactantes derivados de descargas domésticas o detergentes.

Ahora bien, en la determinación de parámetros inorgánicos. Los resultados mostraron concentraciones muy bajas para Cd, inferiores a 0.00006 mg/L, y para plomo (Pb), inferiores a 0.0004 mg/L, lo que indicó una nula contaminación metálica significativa. En el caso de Zn, se registraron valores entre 0.00575 y 0.0143 mg/L, mientras que el Cu presentó concentraciones de 0.0005 a 0.0009 mg/L, ambos en niveles considerados bajos y naturales para aguas superficiales sin influencia industrial directa.

Segundo Monitoreo (abril-2025)

Tabla 7

Resultados de parámetros fisicoquímicos e inorgánicos en agua de la Laguna “Las Totoritas” (abril-2025).

Parámetro	Unidad	Instrumento o equipo	LT0T1	LT0T2	LT0T3
pH	Unid. pH	Multiparámetro portátil	8.13	8.46	8.43
Oxígeno disuelto (OD)	mg/L	Oxímetro digital	8.21	8.84	8.81
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)	mg/L	Medidor de DBO- botellas para DBO	< 2.00	< 2.00	< 2.00
Nitratos (NO₃⁻)	mg/L	Espectrofotómetro UV- Vis	10.61	9.9	10.1
Turbidez	NTU	Turbidímetro	0.85	2.20	1.70

SAAM (Detergentes aniónicos)	mg/L	Espectrofotómetro UV-Vis	< 0.050	< 0.050	< 0.050
Cadmio (Cd)	mg/L	Espectrofotómetro AAS	<0.00006	<0.00006	<0.00006
Zinc (Zn)	mg/L	AAS	0.0021	0.0027	0.0021
Plomo (Pb)	mg/L	AAS con horno	<0.0004	<0.0004	<0.0004
Cobre (Cu)	mg/L	AAS	0.0006	0.0005	0.0006

La Tabla 6 muestra los resultados de los parámetros fisicoquímicos e inorgánicos obtenidos del análisis de las tres muestras de agua superficial recolectadas en la laguna “Las Totoritas” durante abril de 2025.

El pH, medido en campo registró valores entre 8.13 y 8.46, evidenciando un carácter ligeramente alcalino del agua. El OD varió entre 8.21 y 8.84 mg/L, indicando una buena oxigenación y condiciones favorables para la vida acuática.

La DBO₅ presentó valores inferiores a 2.00 mg/L, lo que reflejó una baja concentración de materia orgánica biodegradable y, por tanto, una escasa influencia de descargas domésticas directas. En cuanto a los NO₃⁻, se obtuvieron concentraciones entre 9.9 y 10.61 mg/L. La turbidez osciló entre 0.85 y 2.20 NTU, mostrando una baja presencia de sólidos suspendidos y una buena transparencia del agua. Los detergentes aniónicos (SAAM) registraron valores inferiores a 0.050 mg/L, lo que indicó la ausencia significativa de contaminantes derivados de detergentes domésticos.

En cuanto a los parámetros inorgánicos, los resultados mostraron concentraciones muy bajas: el Cd fue inferior a 0,00006 mg/L, el Zn fluctuó entre 0,0021 y 0,0027 mg/L, el plomo (Pb) se mantuvo por debajo de 0,0004 mg/L y el Cu presentó valores entre 0,0005 y 0,0006 mg/L. Estos niveles se encontraron por debajo de los límites establecidos en el ECA para Agua (D.S. N.º 004-2017-MINAM), lo que indica que no hubo una contaminación metálica significativa en el cuerpo de agua durante el periodo evaluado.

Comparación con los ECA Categoría 1-B1

Después de analizar los resultados de los parámetros fisicoquímicos, se realizó una comparación entre los datos del primer y segundo monitoreo con los ECA, con el fin de evaluar el grado de afectación en la calidad del agua de la laguna “Las Totoritas”. Los resultados de esta comparación se presentan en la tabla siguiente.

Tabla 8

Comparación de resultados fisicoquímicos e inorgánicos del agua de la Laguna “Las Totoritas” (enero y abril de 2025) con el ECA-Agua, Categoría I-B1.

Parámetro	Unidad	Monitoreo (enero-2025)			Monitoreo (abril-2025)			ECA (Cat. 1-B1)	Cumplimiento general
		LT0T1	LT0T2	LT0T3	LT0T1	LT0T2	LT0T3		
pH	Unid. pH	8.23	8.35	8.28	8.13	8.46	8.43	6.0 - 9.0	Cumple
Oxígeno disuelto (OD)	mg/L	8.4	8	7.9	8.21	8.84	8.81	≥ 5.0	Cumple
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	< 2.00	< 2.00	< 2.00	< 2.00	< 2.00	< 2.00	≤ 5.0	Cumple
Nitratos (NO ₃ ⁻)	mg/L	20.23	18.8	19.23	10.61	9.9	10.1	≤ 10	No cumple (enero)
Turbiedad	NTU	< 0.40	1.5	1.9	0.85	2.2	1.7	100	Cumple
SAAM (Detergentes aniónicos)	mg/L	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	≤ 0.5	Cumple
Cadmio (Cd)	mg/L	< 0.00006	< 0.00006	< 0.00006	< 0.00006	< 0.00006	< 0.00006	≤ 0.01	Cumple
Zinc (Zn)	mg/L	0.00575	0.0143	0.00579	0.0021	0.0027	0.0021	≤ 3.0	Cumple
Plomo (Pb)	mg/L	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	≤ 0.01	Cumple
Cobre (Cu)	mg/L	0.0005	0.0005	0.0009	0.0006	0.0005	0.0006	≤ 2	Cumple

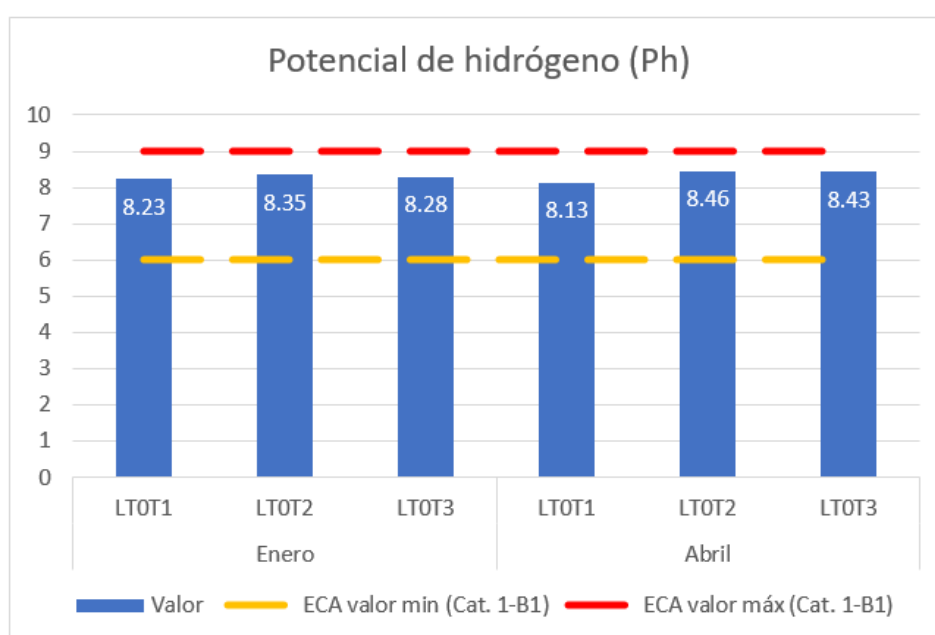
Representación gráfica de parámetros fisicoquímicos evaluados (enero y abril-2025)

Con el objetivo de interpretar adecuadamente los resultados, se confeccionaron gráficos que reflejaron el comportamiento de cada parámetro fisicoquímico en comparación con los valores estipulados en los ECA-Agua. Esta representación visual facilitó la identificación del estado de la calidad del agua y la detección de posibles desviaciones frente a los límites permitidos. A continuación, se muestran los gráficos de cada parámetro analizado.

pH

Figura 6

Comparación del pH de la laguna con el valor de referencia del ECA-Agua

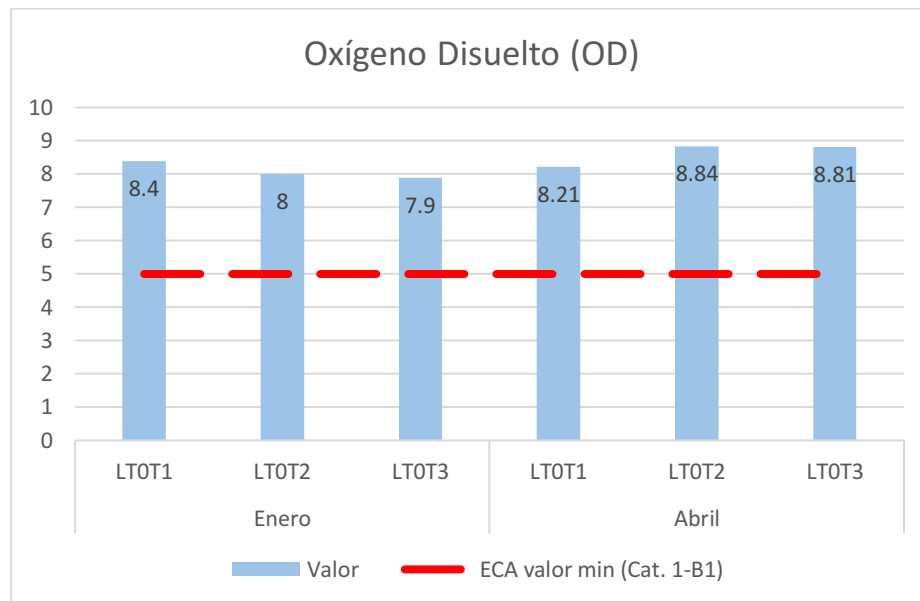


En la figura 6 puede evidenciarse que el valor del pH del agua de la laguna “Las Totoritas” se mantuvo dentro del rango permitido por el ECA-Agua, Categoría 1-B1 (6 – 9) durante ambos monitoreos. En enero, los valores oscilaron entre 8.23 y 8.35, mientras que en abril se registraron valores entre 8.13 y 8.46, evidenciándose una ligera tendencia a la alcalinidad, especialmente en el punto LT0T2. Estas variaciones mínimas indicaron que el sistema acuático conservó una condición química estable, atribuible al intercambio natural de gases y a la actividad fotosintética del fitoplancton, sin evidencias de aporte ácido o alteraciones significativas por fuentes externas.

Oxígeno Disuelto

Figura 7

Comparación del OD de la laguna con el valor de referencia del ECA-Agua

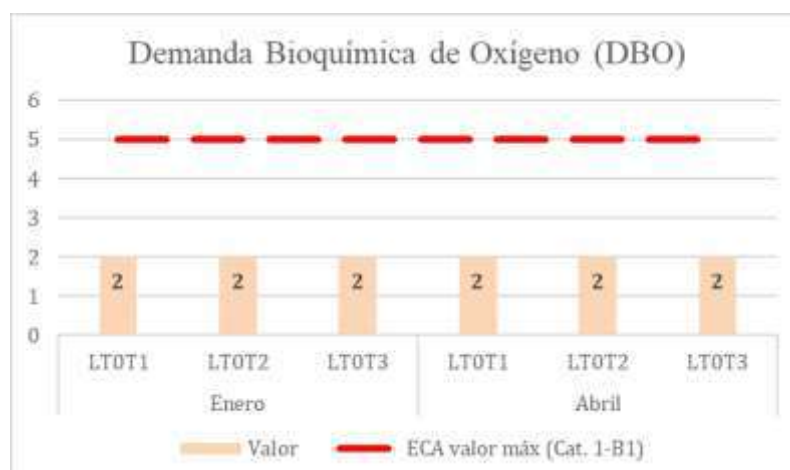


En la figura 7 se observa que los niveles de OD en la laguna “Las Totoritas” durante los monitoreos de enero y abril se mantuvieron por encima del límite mínimo establecido por el ECA-Agua, Categoría 1-B1 (≥ 5 mg/L). En enero, las concentraciones oscilaron entre 7,9 y 8,4 mg/L, mientras que en abril mostraron un ligero aumento, alcanzando valores de 8,21 a 8,84 mg/L. Este comportamiento reflejó condiciones adecuadas de oxigenación en el cuerpo de agua, favorables para el desarrollo de organismos acuáticos. El incremento observado en abril podría atribuirse al efecto de la mayor actividad fotosintética y la menor carga orgánica biodegradable en esa época, lo que permitió una mejor renovación del oxígeno en la superficie.

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)

Figura 8

Comparación del DBO de la laguna con el valor de referencia del ECA-Agua

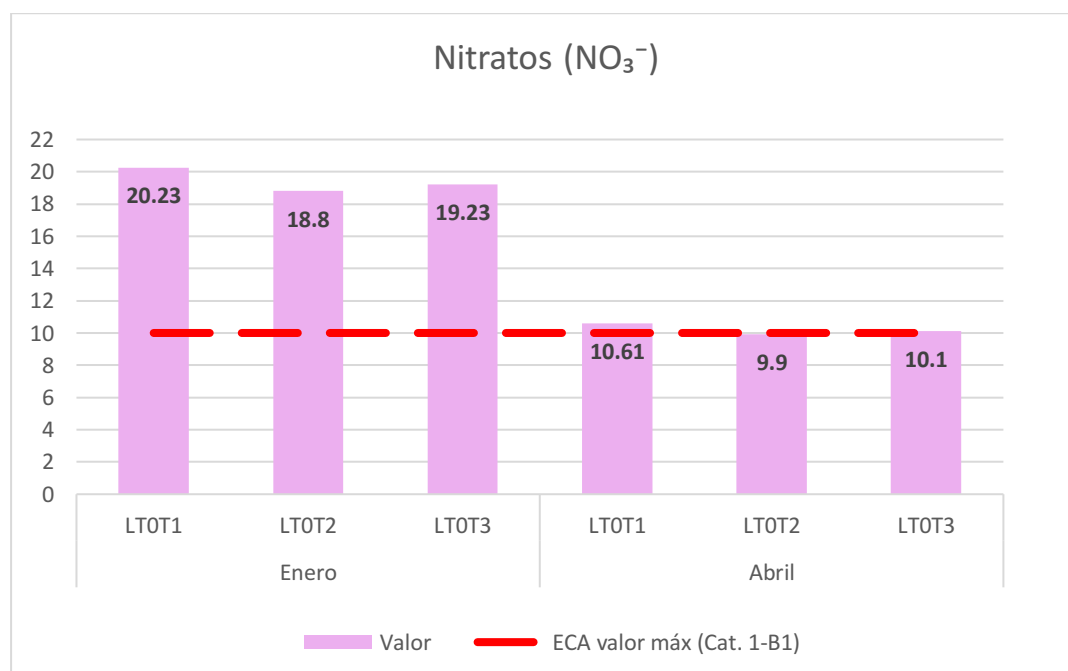


En la tabla anterior se muestran los valores de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) mostraron valores de 2 mg/L en los tres puntos de muestreo (LTOT1, LTOT2 y LTOT3) durante las campañas de enero y abril. Estos valores se encuentran por debajo del Estándar de Calidad Ambiental para Agua establecido en el D.S. N.º 004-2017-MINAM para la Categoría 4, cuyo valor máximo es 5 mg/L. Tanto en enero como en abril, los tres puntos de muestreo (LTOT1, LTOT2 y LTOT3) registraron un valor constante de 2 mg/L, sin evidenciar variaciones significativas entre periodos. Estos resultados indicaron una baja carga de materia orgánica biodegradable en la laguna Las Totoritas, lo cual indica que las fuentes contaminantes identificadas durante el trabajo de campo, tales como actividades domésticas dispersas y residuos orgánicos, no generan un impacto significativo sobre este parámetro. En consecuencia, el agua presentó condiciones estables y favorables para el mantenimiento del equilibrio biológico, confirmando un buen estado de calidad ambiental respecto a la carga orgánica.

Nitratos (NO_3^-)

Figura 9

Comparación de Nitratos de la laguna con el valor del ECA-Agua



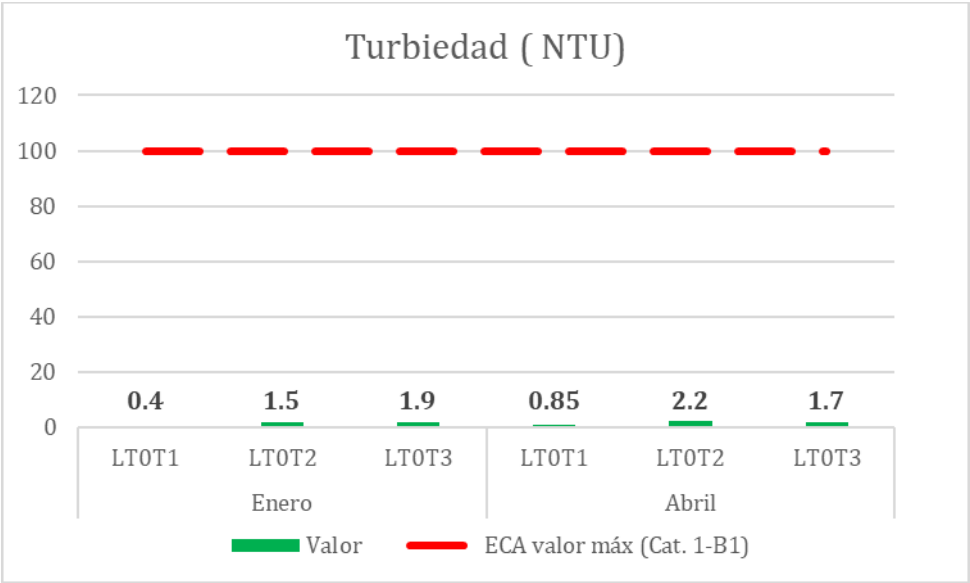
La figura anterior mostró la variación de los nitratos (NO_3^-) en la laguna durante los monitoreos de enero y abril de 2025, en comparación con el valor máximo permitido por el ECA para agua (Categoría 4). En enero, los valores registrados en las tres muestras (LTOT1, LTOT2 y LTOT3) superaron el límite establecido de 10 mg/L, alcanzando concentraciones entre 18.8 y 20.23 mg/L, lo que evidenció una elevada carga de nitratos durante ese periodo.

En contraste, en abril los valores disminuyeron significativamente, situándose entre 9.9 y 10.61 mg/L, cercanos al límite normativo. Este comportamiento indicó una mejora en la calidad del agua respecto a la concentración de nitratos en el segundo monitoreo.

Turbiedad

Figura 10

Comparación de Turbiedad de la laguna con el valor del ECA-Agua

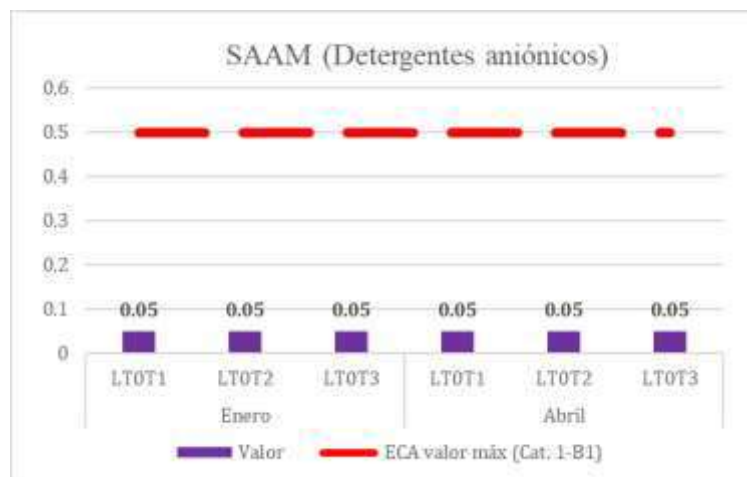


En la Figura 10 se evidenció la comparación de los valores de turbiedad presentó valores comprendidos entre 0.4 y 2.2 NTU durante los dos monitoreos realizados, en enero y abril, respecto al valor máximo permitido por el ECA-Agua -Agua por la Categoría 4. En ambos periodos, los valores obtenidos se mantuvieron muy por debajo del límite establecido (100 NTU), evidenciando una baja turbiedad en todas las muestras. En enero, los resultados variaron entre 0.4 y 1.9 NTU, mientras que en abril oscilaron entre 0.85 y 2.2 NTU, sin superar en ningún caso el estándar de calidad. Estos resultados indicaron que la transparencia del agua fue adecuada y no presentó afectaciones significativas por sólidos suspendidos durante los monitoreos realizados.

SAAM (Detergentes aniónicos)

Figura 11

Comparación de SAAM de la laguna con el valor del ECA-Agua

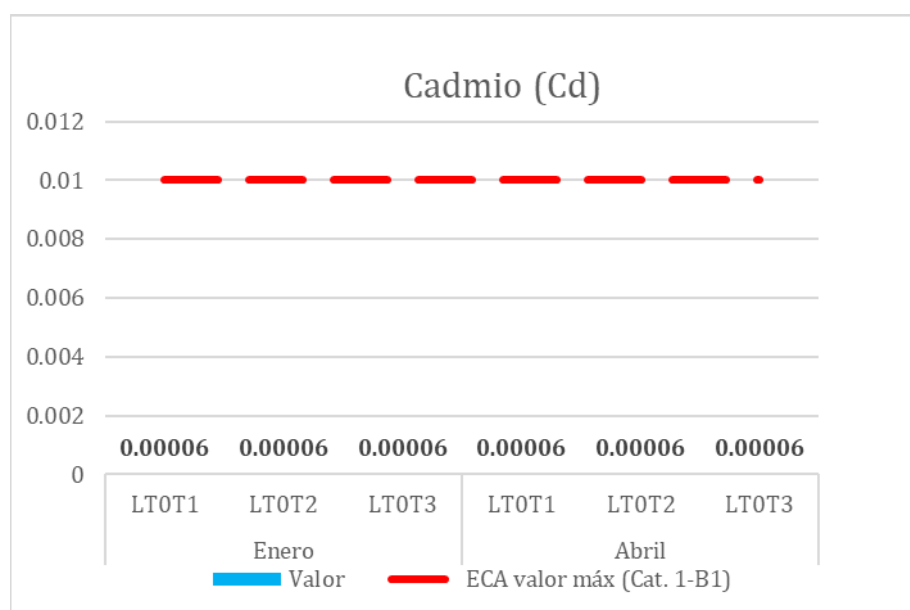


En la Figura 11 se muestra la comparación de los valores de SAAM (detergentes aniónicos) registrados en la laguna durante los monitoreos de enero y abril, frente al límite máximo establecido por el ECA-Agua (Categoría 4). En ambos periodos, las concentraciones fueron constantes y bajas, con 0,05 mg/L en todas las muestras, muy por debajo del límite permitido de 0,5 mg/L. Estos hallazgos indicaron que no hubo presencia significativa de detergentes aniónicos en el agua, reflejando una mínima influencia de descargas domésticas o contaminantes de origen antropogénico durante los monitoreos. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2017), concentraciones reducidas de SAAM indican una limitada influencia de efluentes domésticos en cuerpos de agua superficiales.

Cadmio (Cd)

Figura 12

Comparación de Cadmio (Cd) de la laguna con el valor del ECA-Agua



En la Figura 12 se presenta la comparación de los niveles de cadmio (Cd) registrados en la laguna durante los monitoreos de enero y abril, frente al límite máximo permitido por el ECA-Agua (Categoría 4). En ambos periodos, las concentraciones fueron uniformes y extremadamente bajas, manteniéndose en 0,00006 mg/L en todas las muestras, muy por debajo del límite de 0,01 mg/L. Estos resultados presenciaron que no se evidencio presencia significativa de cadmio en el agua, reflejando la ausencia de contaminación por este metal pesado y una adecuada calidad del agua respecto a este parámetro.

Zinc (Zn)

Figura 13

Comparación de Zinc de la laguna con el valor del ECA-Agua

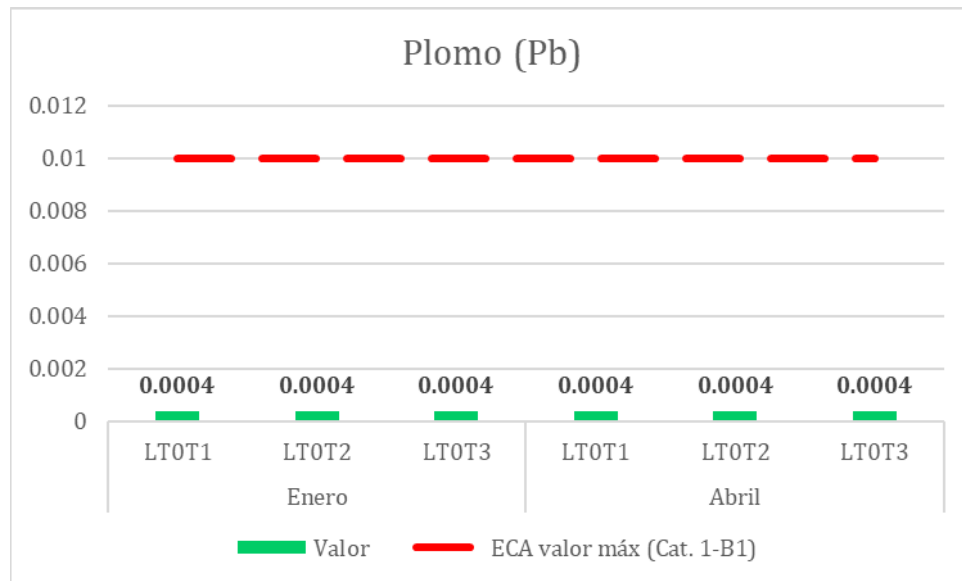


En la figura anterior se observa que las concentraciones de zinc (Zn) en las tres muestras analizadas durante ambos periodos (enero y abril) se mantuvieron muy por debajo del límite máximo establecido por el ECA para agua (Categoría 4). En enero, los valores oscilaron entre 0,00575 y 0,0143 mg/L, mientras que en abril variaron entre 0,0021 y 0,0027 mg/L. En todos los casos, las concentraciones fueron significativamente inferiores al límite de referencia (3,0 mg/L), indicando una baja presencia de zinc en la laguna y el cumplimiento de los estándares de calidad ambiental.

Plomo (Pb)

Figura 14

Comparación de Plomo de la laguna con el valor del ECA-Agua.

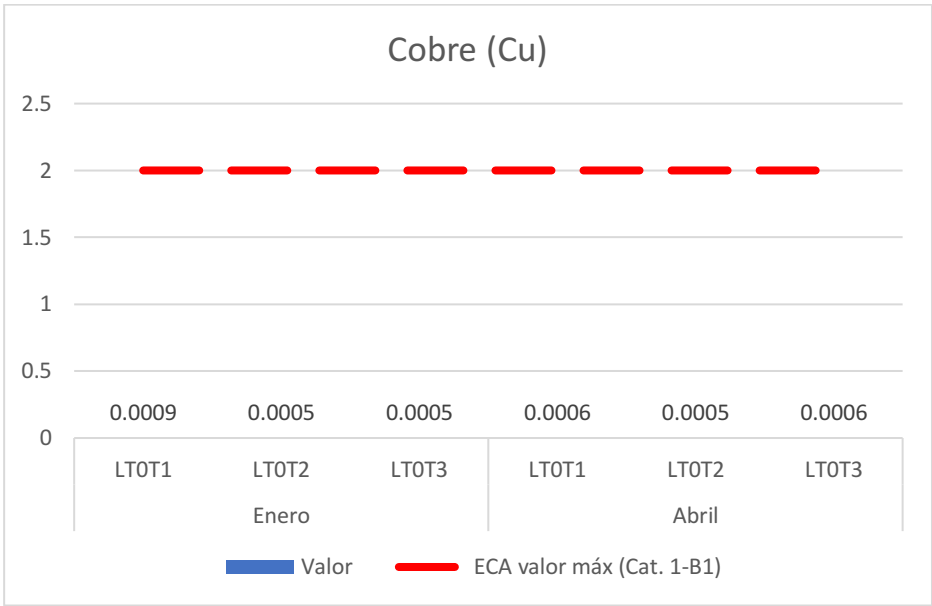


La Figura 14 muestra las concentraciones de plomo (Pb) obtenidas en las tres muestras analizadas durante los periodos de enero y abril, las cuales registraron valores constantes de 0,0004 mg/L. Estos resultados se ubican considerablemente por debajo del límite máximo permitido según los ECA para agua (Categoría 4), que es de 0,01 mg/L. Por consiguiente, se puede concluir que la presencia de plomo en la laguna fue mínima y no representó un riesgo de contaminación, cumpliendo con los estándares de calidad ambiental establecidos. De acuerdo con la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, 2018), concentraciones reducidas de plomo en cuerpos de agua son indicativas de una mínima influencia antrópica y un bajo riesgo ambiental.

Cobre (Cu)

Figura 15

Comparación de Cobre de la laguna con el valor del ECA-Agua.



En la imagen 15 se muestra la comparación de los niveles de cobre (Cu) en la laguna durante los monitoreos de enero y abril, frente al límite máximo establecido por el ECA-Agua (Categoría 4). En enero, las concentraciones oscilaron entre 0,0005 y 0,0009 mg/L, mientras que en abril variaron entre 0,0005 y 0,0006 mg/L. En ambos periodos, los valores estuvieron muy por debajo del límite permitido de 2,0 mg/L, indicando que las concentraciones de cobre fueron mínimas y no representaron riesgo de contaminación, reflejando una adecuada calidad del agua respecto a este parámetro.

4.1.3. Influencia de las fuentes contaminantes en la calidad microbiológica de agua de la laguna “Las Totoritas”

Con el fin de alcanzar el tercer objetivo, se reunieron los datos obtenidos durante los monitoreos efectuados en enero y abril de 2025. A diferencia del objetivo previo, en esta etapa se enfocó la evaluación en los parámetros microbiológicos del cuerpo de agua. Para ello, se recolectaron tres muestras en puntos estratégicos de la laguna, analizando los siguientes indicadores: coliformes termotolerantes y enterococos intestinales, *Escherichia Coli*, *Salmonella* y *Vibrio cholerae*.

Es importante mencionar que los parámetros seleccionados para la evaluación son los más relevantes para determinar la posible contaminación en la calidad del agua de cuerpos receptores pertenecientes a esta categoría, en la cual se encuentra la laguna en estudio.

Los resultados obtenidos en ambos monitoreos se presentan a continuación y constituyen la base para un análisis comparativo posterior sobre el estado ambiental de la laguna.

Primer Monitoreo (enero-2025)

Tabla 9

Resultados de parámetros microbiológicos en agua de la Laguna “Las Totoritas” (enero-2025).

Parámetro	Unidad	Instrumento equipo	LT0T1	LT0T2	LT0T3
Coliformes termotolerantes (Coliformes fecales)	NMP/100 mL	Incubadora a 44.5 °C, sistema de tubos múltiples o membrana filtrante	1700	540	1100
Enterococos intestinales	NMP/100 mL	Incubadora a 37 °C, medio Slanetz & Bartley / KF Streptococcus	170	49	49
Salmonella sp.	Presencia/Ausencia (A/P) por 1 L	Estufa de cultivo, medios selectivos XLD	0	0	0
Vibrio cholerae	Presencia/Ausencia (A/P) por 100 mL	Estufa de cultivo, medio TCBS (Tiosulfato-Citrato-Bilis-Sacarosa)	0	0	0
Escherichia Coli	NMP/100 mL	Incubadora a 44.5 °C, medio selectivo m-ColiBlue24 o EC-MUG	1600	350	700

En la Tabla 9 se evidencian los hallazgos de los parámetros microbiológicos obtenidos en muestras de agua de la Laguna “Las Totoritas” correspondientes al mes de enero de 2025.

Los análisis incluyeron la cuantificación de coliformes termotolerantes, enterococos intestinales y Escherichia coli, así como la detección de Salmonella sp. y Vibrio cholerae.

Los resultados indicaron que los coliformes termotolerantes alcanzaron 1700 NMP/100 mL en la estación LTOT1, 540 NMP/100 mL en LTOT2 y 1100 NMP/100 mL en LTOT3. En cuanto a los enterococos intestinales, las concentraciones registradas fueron de 170 NMP/100 mL en LTOT1, 49 NMP/100 mL en LTOT2 y 49 NMP/100 mL en LTOT3.

Por otro lado, la presencia de *Salmonella* sp. y *Vibrio cholerae* fue negativa (ausente) en todas las estaciones de muestreo. Finalmente, para *Escherichia coli*, se obtuvieron valores de 1600 NMP/100 mL en LTOT1, 350 NMP/100 mL en LTOT2, y 700 NMP/100 mL en LTOT3.

Segundo Monitoreo (abril-2025)

Tabla 10

Resultados de parámetros microbiológicos en agua de la Laguna “Las Totoritas” (abril-2025).

Parámetro	Unidad	Instrumento o equipo	LTOT1	LTOT2	LTOT3
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	Incubadora a 44.5 °C, sistema de tubos múltiples o membrana filtrante	3300	1400	1400
Enterococos intestinales	NMP/100 mL	Incubadora a 37 °C, medio Slanetz & Bartley / KF Streptococcus	1600	49	33
Salmonella sp.	Presencia/Ausencia (A/P) por 1 L	Estufa de cultivo, medios selectivos XLD	0	0	0
Vibrio cholerae	Presencia/Ausencia (A/P) por 100 mL	Estufa de cultivo, medio TCBS (Tiosulfato-Citrato-Bilis-Sacarosa)	0	0	0
Escherichia Coli	NMP/100 mL	Incubadora a 44.5 °C, medio selectivo m-ColiBlue24 o EC-MUG	1700	110	61

La Tabla 10 muestra los resultados de los parámetros microbiológicos analizados en las muestras de agua de la laguna “Las Totoritas” correspondientes a abril de 2025. Los análisis contemplaron la cuantificación de coliformes termotolerantes, enterococos intestinales y *Escherichia coli*, así como la detección de *Salmonella* sp. y *Vibrio cholerae*. Los resultados indicaron que los coliformes termotolerantes alcanzaron valores de 3300

NMP/100 mL en la estación LT0T1, y de 1400 NMP/100 mL tanto en LT0T2 como en LT0T3. En cuanto a los enterococos intestinales, se registraron concentraciones de 1600 NMP/100 mL en LT0T1, 49 NMP/100 mL en LT0T2, y 38 NMP/100 mL en LT0T3. La presencia de *Salmonella sp.* y *Vibrio cholerae* fue negativa (ausente) en todas las estaciones de muestreo. Por último, los valores de *Escherichia coli* fueron de 1700 NMP/100 mL en LT0T1, 110 NMP/100 mL en LT0T2, y 61 NMP/100 mL en LT0T3.

En general, los datos mostraron una variación espacial de la carga bacteriana, observándose valores más elevados en la estación LT0T1 y una tendencia a la reducción en las estaciones LT0T2 y LT0T3.

Comparación con los ECA categoría 1-B1

Tras analizar los resultados de los parámetros microbiológicos, se procedió a comparar los valores obtenidos en el primer y segundo monitoreo con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), con el objetivo de determinar el nivel de alteración en la calidad del agua de la laguna “Las Totoritas”. Los resultados de esta comparación se muestran a continuación en la tabla correspondiente.

Tabla 11

Comparación de resultados microbiológicos del agua de la Laguna “Las Totoritas” (enero y abril de 2025) con el ECA-Agua, Categoría 1-B1.

Parámetro	Unidad	Monitoreo (enero-2025)			Monitoreo (abril-2025)			ECA (Cat. 1-B1)	Cumplimiento general
		LT0T1	LT0T2	LT0T3	LT0T1	LT0T2	LT0T3		
Coliformes termotolerantes	NMP/100 MI	1700	540	1100	3300	1400	1400	200	No Cumple
Enterococos intestinales	NMP/100 MI	170	49	49	1600	49	33	200	No Cumple (abril)
Salmonella sp.	Presencia/Ausencia por 1 L	0	0	0	0	0	0	0	Cumple
Vibrio cholerae	Presencia/Ausencia por 100 mL	0	0	0	0	0	0	Ausencia	Cumple
Escherichia coli	NMP/100 MI	1600	350	700	1700	110	61	Ausencia	No Cumple

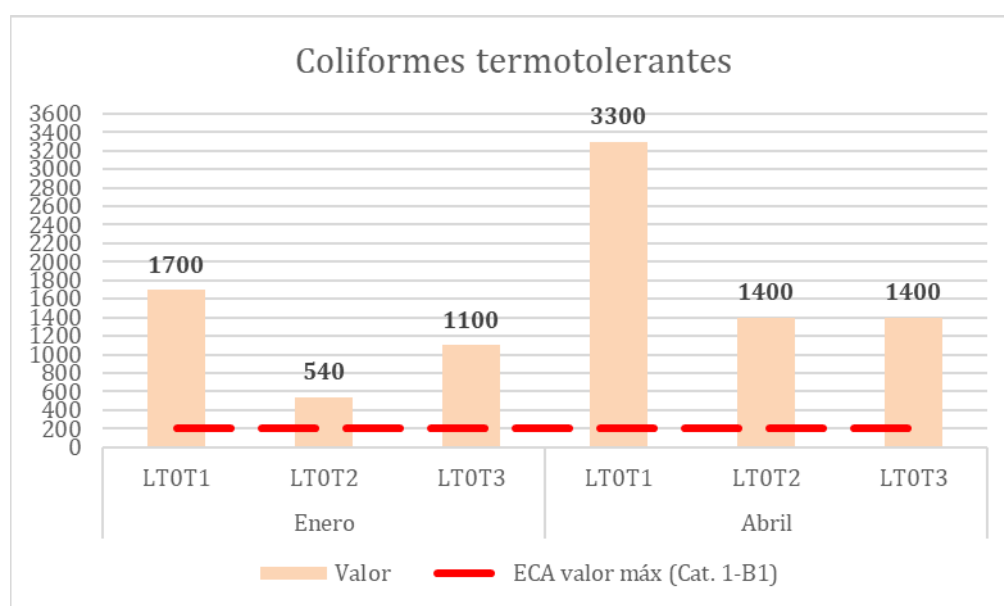
Representación gráfica de parámetros microbiológicos evaluados (enero y abril-2025)

Para interpretar de manera adecuada los resultados obtenidos, se consideró fundamental elaborar gráficos que reflejaran el comportamiento de cada parámetro microbiológico en relación con los valores establecidos en los ECA-Agua. Estas representaciones visuales permitieron evaluar el estado de la calidad del agua y detectar posibles desviaciones frente a los límites permitidos. A continuación, se presentan los gráficos de cada parámetro analizado.

Coliformes termotolerantes

Figura 16

Comparación de Coliformes termotolerantes de la laguna con el valor del ECA-Agua

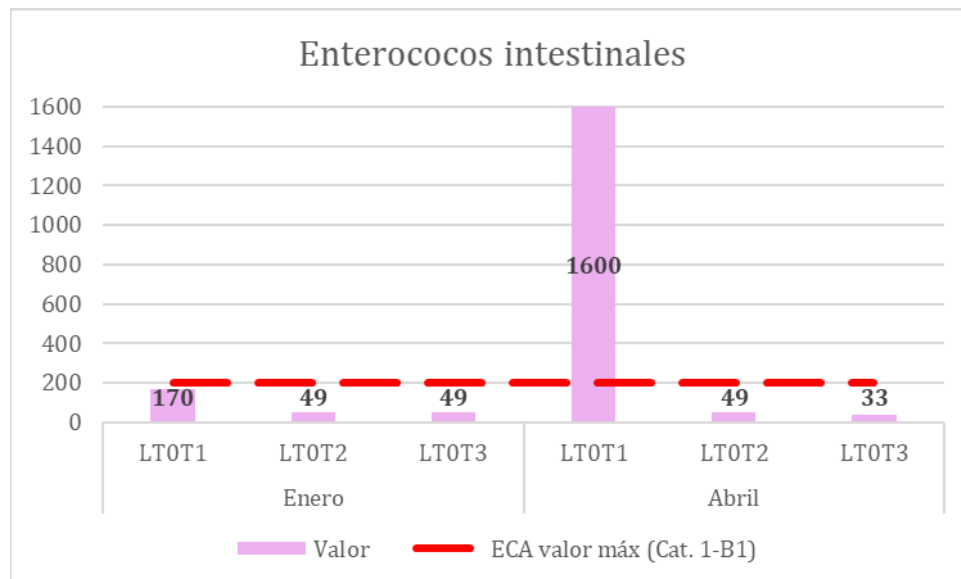


En la Figura 16 se muestra la comparación de los niveles de coliformes termotolerantes registrados en la laguna durante los monitoreos de enero y abril, frente al límite máximo permitido por el ECA-Agua (Categoría 1-B1). En ambos periodos, las concentraciones superaron ampliamente el valor establecido, evidenciando una contaminación microbiológica significativa. En enero, los valores oscilaron entre 540 y 1700 NMP/100 mL, mientras que en abril se registraron niveles aún más altos, alcanzando hasta 3300 NMP/100 mL. Estos resultados indicaron la presencia de contaminación fecal en el cuerpo de agua, posiblemente asociada a descargas domésticas o actividades antrópicas cercanas, representando un riesgo para la calidad sanitaria del ecosistema acuático.

Enterococos intestinales

Figura 17

Comparación de Enterococos intestinales de la laguna con el valor del ECA-Agua.

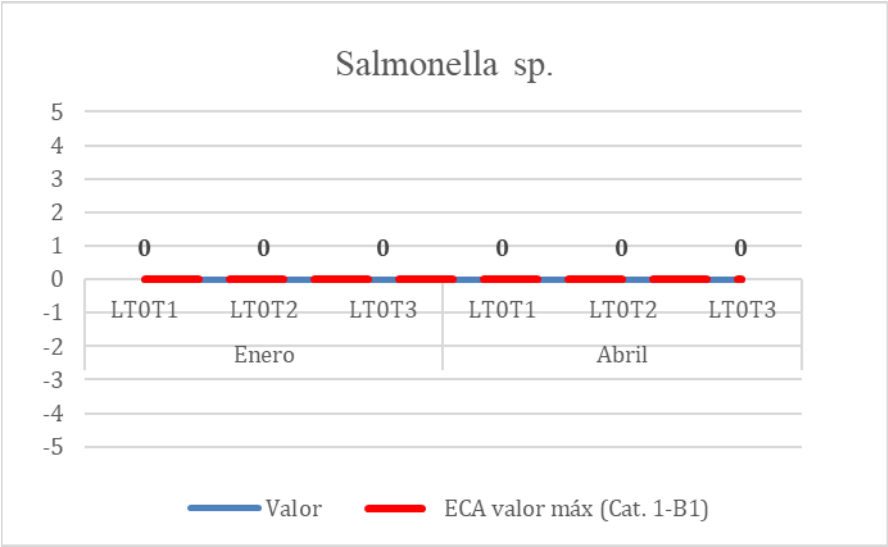


En la figura anterior se presentó la comparación de los valores de enterococos intestinales registrados en la laguna durante los monitoreos de enero y abril, respecto al valor máximo permitido por el ECA-Agua (Categoría 1-B1). Los resultados mostraron variaciones notables entre los puntos de muestreo y los periodos evaluados. En enero, las concentraciones oscilaron entre 49 y 170 NMP/100 mL, mientras que en abril se observó un incremento significativo en el punto LT0T1, alcanzando 1600 NMP/100 mL, valor que superó ampliamente el límite establecido. En los demás puntos de abril, las concentraciones se mantuvieron bajas (entre 38 y 49 NMP/100 mL). Estos resultados reflejaron una posible contaminación puntual por origen fecal en el primer punto de monitoreo de abril, lo que sugiere influencia antrópica localizada que afectó la calidad microbiológica del agua en ese sector.

Salmonella sp.

Figura 18

Comparación de Salmonella sp. de la laguna con el valor del ECA-Agua.

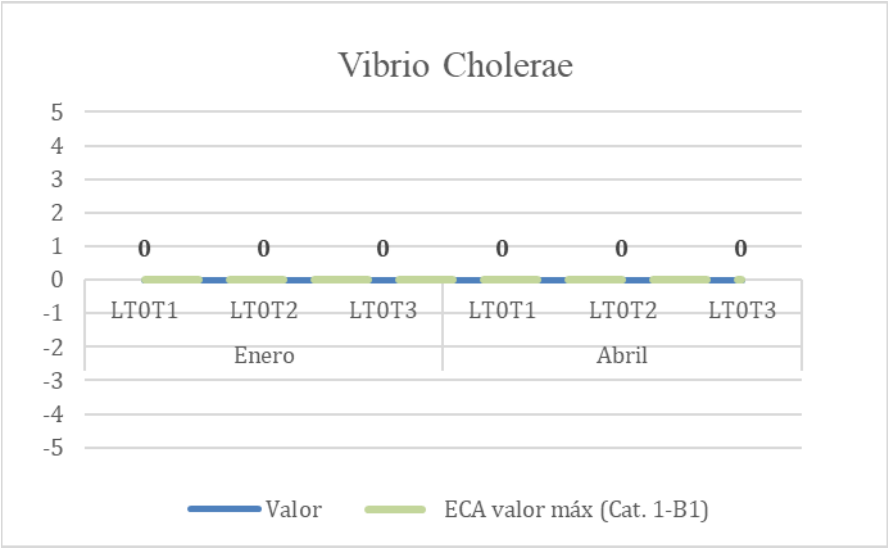


En la Figura 18 se presenta la comparación de los resultados de *Salmonella* sp. obtenidos en la laguna durante los monitoreos de enero y abril, frente al límite máximo permitido por el ECA-Agua (Categoría 1-B1). En todos los puntos y periodos evaluados, los resultados fueron nulos (0 UFC/100 mL). Indicando ausencia total de *Salmonella* sp. en las muestras analizadas. Este comportamiento evidenció que el agua no presentó contaminación por este patógeno, manteniéndose dentro de los límites establecidos por la normativa ambiental y reflejando condiciones sanitarias favorables en lo que respecta a este indicador microbiológico.

Vibrio Cholerae

Figura 19

Comparación de Vibrio Cholerae de la laguna con el valor del ECA-Agua.

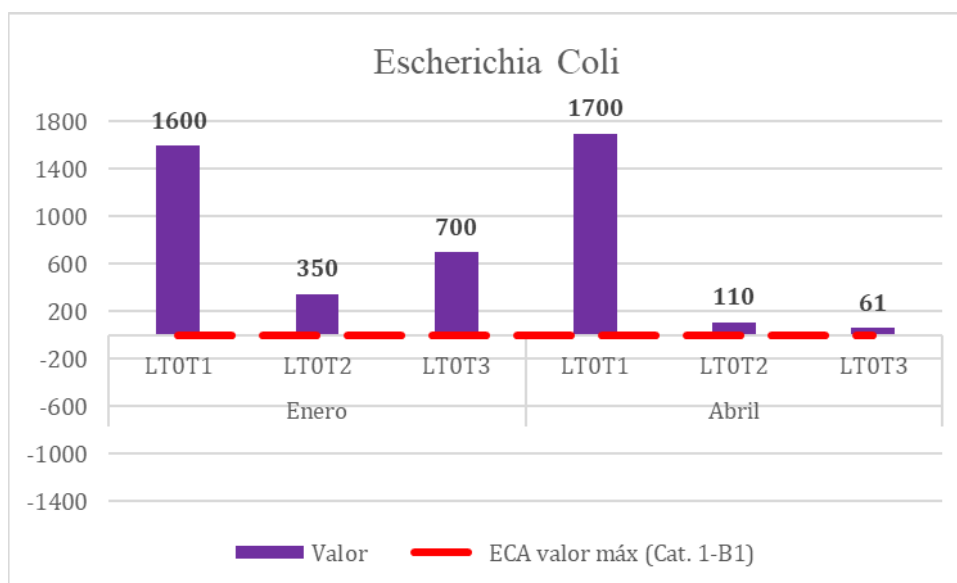


En la Figura 19 se presentó la comparación de los valores de Vibrio cholerae registrados en la laguna durante los monitoreos realizados en enero y abril, en relación con el valor máximo permitido por el ECA-Agua (Categoría 1-B1). En todos los puntos de muestreo y en ambos periodos, los resultados fueron nulos (0 UFC/100 mL), lo que indicó ausencia total de Vibrio cholerae en las muestras analizadas. Este resultado evidenció que el agua no mostró riesgo sanitario asociado a este patógeno, manteniéndose dentro de los parámetros exigidos por la normativa ambiental y confirmando condiciones microbiológicas adecuadas en el cuerpo de agua durante los monitoreos efectuados.

Escherichia Coli

Figura 20

Comparación de Escherichia coli de la laguna con el valor del ECA-Agua.



En la Figura 20 se presentó la comparación de los valores de Escherichia coli obtenidos en la laguna durante los monitoreos de enero y abril, respecto al valor máximo permitido por el ECA-Agua (Categoría 1-B1). Los resultados evidenciaron variaciones marcadas entre los puntos de muestreo y los periodos evaluados. En enero, las concentraciones oscilaron entre 350 y 1600 NMP/100 mL, mientras que en abril se registraron valores entre 61 y 1700 NMP/100 mL. En ambos periodos, las muestras del punto LT0T1 superaron ampliamente el valor límite establecido, indicando contaminación fecal significativa. Estos resultados reflejaron la influencia de aportes antrópicos, posiblemente asociados a descargas domésticas o ganaderas, lo que comprometió la calidad microbiológica del agua en algunos sectores de la laguna.

4.1.4. Propuestas para la disminución de fuentes contaminantes

Para el cumplimiento integral de este objetivo, se siguió una estructura secuencial. En primer lugar, se realizaron dos entrevistas semiestructuradas al personal de la Municipalidad Distrital de Végueta, con el propósito de recopilar información relevante sobre la gestión ambiental local.

A partir del análisis de las percepciones obtenidas, se identificaron los principales aspectos de la problemática ambiental, lo que permitió formular propuestas técnicas orientadas a la protección y recuperación del ecosistema.

Finalmente, se contempló una etapa de evaluación y seguimiento, destinada a establecer indicadores de desempeño ambiental que permitan medir la efectividad de las acciones implementadas y asegurar su sostenibilidad a largo plazo.

Todo este proceso conforma la estructura diseñada para el desarrollo del presente objetivo, cuyo detalle se presenta a continuación.

Percepción institucional sobre la problemática ambiental

Se realizaron entrevistas semiestructuradas a dos funcionarios de la Municipalidad Distrital de Végueta: el encargado del área de Medio Ambiente y Residuos Sólidos y el gerente de Servicios Públicos. El instrumento utilizado fue dividido en 5 dimensiones para abordar de manera completa la percepción del personal evaluado. A continuación, se presenta el análisis de sus aportes.

Dimensión 1: Calidad del agua

El personal entrevistado coincidió en que el agua ha mostrado un deterioro progresivo en los últimos años. Indicaron que algunos pobladores continúan utilizando el cuerpo de agua para actividades domésticas, como el lavado de ropa, lo que contribuye a la contaminación orgánica y química del ecosistema. Asimismo, señalaron que, si bien gran parte de la extensión de la laguna aún mantiene condiciones aparentemente saludables, no puede garantizarse que el agua se encuentre completamente limpia o libre de contaminantes, debido a la ausencia de controles técnicos regulares. Finalmente, manifestaron que no se realizan monitoreos sistemáticos de la calidad del agua por la falta de personal especializado y de equipos adecuados, lo cual limita la capacidad del municipio para evaluar el estado real del ecosistema.

Dimensión 2: Fuentes contaminantes

De acuerdo con el personal entrevistado, las principales actividades que generan contaminación ambiental sobre la laguna son el turismo recreativo y el pastoreo de ganado en las zonas adyacentes. Estas actividades ocasionan el vertimiento de residuos sólidos, el ingreso de materia orgánica y la compactación del suelo en las riberas. Indicaron además que, como acción municipal para mitigar la contaminación, se implementó la colocación de contenedores en los alrededores y la gestión de la recolección periódica de residuos sólidos. Sin embargo, reconocieron que dichas medidas han sido insuficientes frente al incremento de visitantes y la limitada conciencia ambiental de la población.

Dimensión 3: Impacto en la salud y el medio ambiente

Ambos funcionarios afirmaron que la contaminación de la laguna representa una amenaza para la salud y el equilibrio ecológico del entorno. Señalaron que en años anteriores

se registraba una mayor presencia de peces y fauna acuática, la cual ha disminuido de manera significativa, lo que evidencia un proceso de deterioro ambiental. En cuanto a las medidas que consideraron más efectivas para mitigar los impactos, mencionaron la necesidad de incrementar la frecuencia de recolección de residuos sólidos y de desarrollar charlas informativas.

Dimensión 4: Participación conjunta

Respecto a la participación institucional y ciudadana, los entrevistados mencionaron que la Municipalidad Distrital de Végueta realiza reuniones internas para diseñar planes de mitigación de la contaminación, aunque la ejecución de dichas acciones depende de la disponibilidad presupuestal. Indicaron que, si contaran con equipos multiparámetros y capacitación técnica, podrían contribuir de forma más efectiva al monitoreo y conservación del ecosistema. Asimismo, resaltaron que la población local y los visitantes muestran escaso compromiso con el cuidado de la laguna.

Dimensión 5: Gobernanza

En relación con la gobernanza ambiental, los funcionarios reconocieron que la Municipalidad Distrital de Végueta es la principal entidad responsable de la protección de la laguna “Las Totoritas”. No obstante, manifestaron que las decisiones de gestión ambiental son limitadas y poco efectivas, debido a la escasa comunicación con la población y a la falta de decisión política para aprobar e implementar planes de contingencia ambiental. Asimismo, mencionaron que no existe coordinación con la Municipalidad de Huaura ni con el Gobierno Regional de Lima, lo que dificulta la ejecución de estrategias conjuntas para la conservación del ecosistema.

Tabla 12

Resumen de la percepción institucional sobre la problemática ambiental en la Laguna “Las Totoritas”.

Dimensión	Descripción del hallazgo	Problemas principales	Acciones realizadas	Limitaciones
1. Calidad del agua	Deterioro progresivo y falta de monitoreo técnico.	Uso doméstico del agua (lavado de ropa) y ausencia de controles.	Observaciones ocasionales.	Falta de personal y equipos.
2. Fuentes contaminantes	Contaminación por turismo y pastoreo.	Residuos sólidos y compactación del suelo.	Contenedores y recolección de basura.	Medidas insuficientes y baja conciencia ambiental.
3. Impacto en salud y ambiente	Reducción de fauna y riesgo sanitario.	Contaminación del agua y pérdida ecológica.	Recolección básica de residuos.	Falta de continuidad en acciones.
4. Participación conjunta	Coordinación interna limitada.	Escasa participación ciudadana.	Planes internos de mitigación.	Falta de recursos y capacitación.
5. Gobernanza	Gestión ambiental débil y sin coordinación interinstitucional.	Falta de decisión política y comunicación.	Acciones aisladas.	Escaso apoyo regional y provincial.

Propuestas de mejora ambiental

Propuesta 1: Plan de Manejo y control de residuos sólidos

Objetivo. Reducir y controlar la entrada de residuos orgánicos e inorgánicos a la laguna y sus márgenes, minimizando la carga de contaminantes físicos y orgánicos que afectan la calidad del agua y la estética del sitio.

Acciones concretas

- Instalar puntos ecológicos (3–5) en accesos y zonas de mayor concentración de visitantes: contenedores diferenciados para orgánico y reciclable, con tapas y señalética.
- Implementar rondas de limpieza institucionales y comunitarias (quincenales durante temporada alta; mensuales en temporada baja).
- Establecer convenios con recicladores locales para recolección valorizable y con ONG para gestión técnica inicial.
- Implementar campañas de retiro de residuos flotantes (redes y barreras flotantes temporales en bocas de ingreso de esorrentía).
- Señalizar “No arrojar residuos” y colocar paneles explicativos sobre impactos (puntos clave: acceso principal, zona de picnic, orillas vulnerables).

Responsables

- Municipalidad Distrital de Végueta (Líder: Gerencia de Servicios Públicos / Área de Residuos Sólidos).
- Comunidad local y asociaciones escolares (apoyo operativo y voluntariado).

Indicadores de éxito (SMART)

- Reducción del 50% de residuos visibles en orillas en 6 meses (medido por foto-transectos).
- Número de puntos ecológicos instalados = 3–5 en 3 meses.
- Cantidad de material valorizado (kg/mes) aumentada en 6 meses.

Plazo

- Instalación y arranque operativo: 1–3 meses.
- Efectividad esperada: 3–12 meses.

Recursos / Observaciones

- **Costo:** inversión en contenedores, señalética y logística de limpieza (presupuesto municipal + posible cofinanciamiento de ONG/regionales).
- **Riesgos:** vandalismo; requiere campañas de sensibilización complementarias.

Propuesta 2: Programa de Educación, sensibilización y vinculación comunitaria

Objetivo. Generar cambio de conducta en visitantes y población local para reducir prácticas contaminantes y construir corresponsabilidad en la conservación de la laguna.

Acciones concretas

- Diseño e implementación de un programa educativo (“Guardianes de Las Totoritas”) con actividades en colegios, ferias, y jornadas comunitarias.
- Charlas periódicas y talleres prácticos sobre manejo de residuos, impacto de detergentes y lavado en río/laguna, y buenas prácticas de turismo sostenible.
- Materiales informativos: folletos, paneles interpretativos, y una campaña en redes locales.
- Incentivos locales: concursos escolares, jornadas de bio-remediación participativa (siembra de vegetación ribereña, limpieza).
- Capacitación a equipos municipales para comunicación ambiental y atención al visitante.

Responsables

- Área de Medio Ambiente y Residuos Sólidos (Municipalidad) con apoyo de UGEL/locales y ONG ambientales.

Indicadores de éxito

- N.º de charlas realizadas / asistentes (meta: 4 charlas en primer año, 200 participantes).
- % de visitantes informados (encuestas breves post-actividad) > 60% en 1 año.
- Reducción reportada de conductas de arrojo de residuos en 12 meses (evaluación fotográfica y encuestas).

Plazo

- Diseño del programa: 1–2 meses.
- Ejecución continua: 12 meses (con revisión semestral).

Recursos / Observaciones

- Bajo costo relativo (personal, materiales impresos, insumos para talleres).
- Efectividad alta si se integra con medidas de control (Propuesta 1).

Propuesta 3: Implementación de un sistema de monitoreo ambiental e Índice de Calidad Ambiental (ICA)

Objetivo. Establecer un sistema de monitoreo continuo que permita evaluar de manera técnica el estado de la calidad del agua de la laguna “Las Totoritas”, aplicando un Índice de Calidad Ambiental (ICA) como herramienta de gestión para la toma de decisiones y la planificación de acciones de conservación.

Acciones sugeridas:

- Ampliar la red de monitoreo a 4 puntos de muestreo distribuidos estratégicamente en diferentes zonas de la laguna (norte, sur, este y oeste), con el fin de obtener información representativa del cuerpo de agua.
- Realizar cuatro monitoreos anuales, uno por cada estación del año, conforme a lo establecido en la normativa nacional (D.S. N.º 004-2017-MINAM – ECA para Agua), asegurando un seguimiento continuo y estacional de los parámetros de calidad.
- Utilizar un equipo multiparámetro portátil para la medición in situ de variables básicas (pH, oxígeno disuelto, turbidez, conductividad y temperatura), complementando con análisis de laboratorio para parámetros fisicoquímicos, microbiológicos e inorgánicos.
- Implementar un Índice de Calidad Ambiental (ICA) que integre los resultados obtenidos, clasificando el estado del cuerpo de agua en categorías (buena, regular o mala), lo que facilitará su interpretación técnica y comunicación pública.
- Capacitar al personal del área de Medio Ambiente en técnicas de muestreo, manejo de equipos y registro de datos, así como en la aplicación del ICA mediante una plantilla simplificada.
- Difundir los resultados de los monitoreos y el valor del ICA mediante paneles informativos instalados en la laguna y publicaciones en los medios digitales de la municipalidad, promoviendo la transparencia y la educación ambiental.

Responsables:

- Municipalidad Distrital de Végueta – Área de Medio Ambiente y Residuos Sólidos, con apoyo técnico de universidades locales, laboratorios acreditados y especialistas del Gobierno Regional de Lima.

Indicadores de éxito:

- Número de monitoreos realizados por año (meta: cuatro monitoreos completos).
- Número de puntos de muestreo implementados (meta: cuatro o más puntos fijos).
- Personal municipal capacitado en monitoreo ambiental (mínimo dos funcionarios).
- Publicación de informes semestrales o anuales con resultados e interpretación del ICA.
- Participación de instituciones externas o comunitarias en al menos un monitoreo anual.

Plazo:

- Implementación inicial en un periodo de tres a seis meses, con ejecución permanente y evaluación anual de los resultados.

Recursos / Observaciones:

- Se requiere la adquisición de un multiparámetro portátil, materiales de muestreo, insumos de laboratorio y apoyo técnico para el diseño de la plantilla del ICA. La aplicación de este sistema permitirá disponer de datos comparables y verificables, favoreciendo la toma de decisiones basadas en evidencia y la gestión sostenible de la laguna “Las Totoritas”.

Propuesta 4: Coordinación interinstitucional y formalización de responsabilidades

Objetivo. Fortalecer la estructura institucional y la coordinación intergubernamental para asegurar continuidad y recursos para la gestión de la laguna.

Acciones concretas

- Crear un Comité Local de Gestión de la Laguna (Municipalidad, representantes de la comunidad, sector educativo, salud, y ONG), con reuniones trimestrales.
- Elaborar una ordenanza municipal que regule uso recreativo, disposición de residuos y sanciones por arrojo de desechos.
- Gestionar acuerdos de cooperación con la Municipalidad Provincial y el Gobierno Regional para cofinanciamiento y asistencia técnica.
- Buscar fuentes de financiamiento (programas regionales, proyectos concursables, cooperación técnica de universidades).

Responsables

- Alcaldía y Gerencia de Servicios Públicos; Comité Local (coordinación).

Indicadores de éxito

- Ordenanza aprobada en 6–12 meses.
- Convenios firmados con provincial/regional en 12 meses.
- Comité operativo con actas trimestrales durante 1 año.

4.2. Contrastación de hipótesis**4.2.1. Contrastación de hipótesis analítica**

La contrastación de hipótesis permitió determinar si los resultados obtenidos durante la investigación confirmaban las suposiciones formuladas al inicio del estudio. Para ello, se tomaron en cuenta los hallazgos relacionados con los cuatro objetivos específicos: la identificación de fuentes contaminantes, la evaluación de los parámetros fisicoquímicos y

microbiológicos, y la elaboración de propuestas dirigidas a mejorar la calidad ambiental de la laguna “Las Totoritas”.

Hipótesis general

H1: Las fuentes contaminantes influyen directamente en la calidad de agua de la laguna “Las Totoritas” ubicada en Végueta en el periodo 2024.

H0: Las fuentes contaminantes no influyen directamente en la calidad de agua de la laguna “Las Totoritas” ubicada en Végueta en el periodo 2024.

Los resultados indicaron la existencia de diversas fuentes contaminantes que afectan directamente la calidad del agua. Se detectó la presencia de residuos inorgánicos (plásticos), pastoreo de ganado y el uso del agua para actividades domésticas como el lavado de ropa, lo que se reflejó en el aumento de parámetros como la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), nitratos y detergentes, superando en algunos casos los valores permitidos por el ECA para Agua, Categoría 1-B1. Además, el análisis microbiológico evidenció coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*, confirmando contaminación de origen orgánico. Por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna (H1), al comprobarse que las fuentes contaminantes influyeron de manera directa y significativa en la calidad del agua de la laguna “Las Totoritas”.

El contraste de las hipótesis específicas se ejecutará mediante una tabla a continuación.

Tabla 13

Contrastación de las hipótesis específicas de la investigación.

Hipótesis específica	Evidencia obtenida en la investigación	Resultado de la contrastación
1. Existen fuentes contaminantes que afectan la calidad de agua de la laguna “Las Totoritas”.	Se identificaron dos fuentes principales de contaminación: residuos inorgánicos (plásticos, botellas, envolturas). Las observaciones de campo y entrevistas confirmaron su presencia constante.	HE1: Aceptada
2. Las fuentes contaminantes influyen negativamente en la calidad fisicoquímica del agua.	Los análisis de laboratorio mostraron que algunos parámetros fisicoquímicos superaron los valores del ECA.	HE2: Rechaza
3. Las fuentes contaminantes influyen negativamente en la calidad microbiológica del agua.	Los resultados microbiológicos revelaron la presencia de coliformes termotolerantes, <i>Escherichia coli</i> y enterococos intestinales en los tres puntos de	HE3: Rechaza

muestreo, indicando contaminación fecal y deficiente calidad sanitaria.

4. Es posible elaborar Se diseñaron cuatro propuestas de manejo ambiental:

propuestas que permitan la disminución de fuentes contaminantes en base a la evaluación de la calidad de agua.

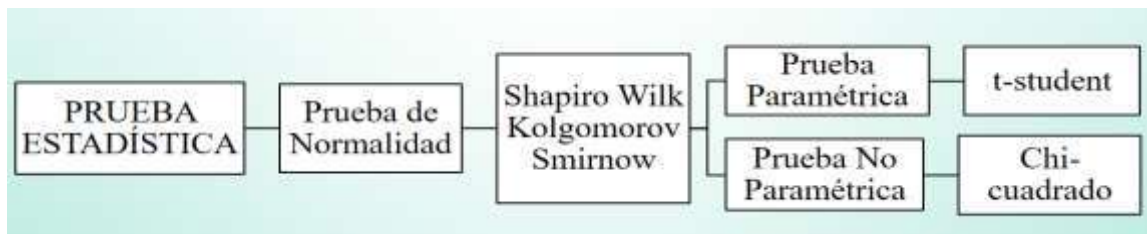
1. Plan de manejo y control de residuos sólidos.
2. Programa de educación y sensibilización.
3. Sistema de monitoreo ambiental e ICA.
4. Coordinación interinstitucional.

HE4: Aceptada

4.2.2. Contrastación de hipótesis estadística

Figura 21

Diagrama de selección de una prueba estadística



Hipótesis general

- **H1:** Las fuentes contaminantes influyen directamente en la calidad de agua de la laguna “Las Totoritas” ubicada en Végueta en el periodo 2024.
- **H0:** Las fuentes contaminantes no influyen directamente en la calidad de agua de la laguna “Las Totoritas” ubicada en Végueta en el periodo 2024.

Nivel de significancia

- Nivel de confianza: 95%= 0.95 (normalidad)
- Error: 5%= 0.05 (a)

Regla de decisión:

- $p\text{-valor} > 0.05$ (no se rechaza o acepta la H_0 : Los datos tienen una distribución normal.)
- $p\text{-valor} < 0.05$ (Se rechaza la H_0 : Los datos no tienen una distribución normal.)

Prueba estadística de normalidad: Shapiro Wilk ($n=5 < 50$)

Tabla 14*Prueba de normalidad para parámetros microbiológicos*

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Monitoreo de calidad de agua en la estación LT0T1 en el mes de enero 2025	,749	5	,029
Vigilancia de calidad de agua en la estación LT0T2 en el mes de enero 2025	,819	5	,114
Monitoreo de calidad de agua en la estación LT0T3 en el mes de enero 2025	,795	5	,074
Monitoreo de calidad de agua en la estación LT0T1 en el mes de abril 2025	,889	5	,351
Vigilancia de calidad de agua en la estación LT0T2 en el mes de abril 2025	,615	5	,001
Vigilancia de calidad de agua en la estación LT0T3 en el mes de abril 2025	,589	5	,000
ECA AGUA Categoría 1-B1	,684	5	,006

En la Tabla 14, los p-valores obtenidos fueron 0,000, 0,001 y 0,029, todos menores a 0,05, lo que indica que los datos no siguen una distribución normal; por ello, se utilizó una prueba no paramétrica (Chi-cuadrado) para su análisis.

Aplicación de prueba estadística no paramétrica (Chi cuadrado)**Regla de decisión**

- $p\text{-valor} > 0.05$ (no se rechaza la H_0)
- $p\text{-valor} < 0.05$ (se rechaza la H_0 , y se acepta la H_1)

Prueba estadística:

Tabla 15

Prueba estadística de Chi cuadrado

	Estadísticos de prueba						
	Monitoreo de calidad de agua en la estación LT0T1 en el mes de enero 2025	Monitoreo de calidad de agua en la estación LT0T2 en el mes de enero 2025	Monitoreo de calidad de agua en la estación LT0T3 en el mes de enero 2025	Monitoreo de calidad de agua en la estación LT0T1 en el mes de abril 2025	Monitoreo de calidad de agua en la estación LT0T2 en el mes de abril 2025	Monitoreo de calidad de agua en la estación LT0T3 en el mes de abril 2025	ECA AGUA Categoría 1-B1
Chi-cuadrado	,600 ^a	,600 ^a	,600 ^a	,600 ^a	,600 ^a	,600 ^a	,200 ^b
gl	3	3	3	3	3	3	1
Sig. asintótica	,896	,896	,896	,896	,896	,896	,655

a. Las 4 casillas (100,0 %) presentaron frecuencias esperadas menores a 5, siendo la frecuencia mínima esperada de 1,3.

b. Las 2 casillas (100,0 %) mostraron frecuencias esperadas inferiores a 5, siendo la frecuencia mínima esperada de 2,5.

- En la tabla 15 se aprecia que los valores de p son 0.896 y 0.655, ambos mayores que 0.05; por lo tanto, no se rechaza la hipótesis nula (H0). Esto indica que “no existen diferencias significativas en los parámetros microbiológicos de los datos”, lo que sugiere que la calidad del agua registrada en el primer monitoreo de enero de 2025 es comparable a la del segundo monitoreo realizado en abril de 2025. Sin embargo, para los parámetros de *Coliformes Termotolerantes*, *Enterococos Intestinales* y *Escherichia Coli* existen diferencias con respecto a los límites establecidos en el ECA-agua, evidenciando que no cumplen con los valores exigidos.

Prueba estadística de normalidad: Shapiro Wilk (n=10<50)

Tabla 16

Prueba de normalidad para parámetros fisicoquímicos

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Vigilancia de calidad de agua en la estación LT0T1 en el mes de enero 2025	.677	10	<.001
Monitoreo de calidad de agua en la estación LT0T2 en el mes de enero 2025	.704	10	<.001
Vigilancia de calidad de agua en la estación LT0T3 en el mes de enero 2025	.704	10	<.001
Monitoreo de calidad de agua en la estación LT0T1 en el mes de abril 2025	.722	10	.002
Vigilancia de calidad de agua en la estación LT0T2 en el mes de abril 2025	.733	10	.002
Vigilancia de calidad de agua en la estación LT0T3 en el mes de abril 2025	.726	10	.002
ECA AGUA Categoría 1-B1	.469	10	<.001

En la Tabla 16, los valores de p fueron 0,001 y 0,002, ambos inferiores a 0,05, lo que señala que los datos no siguen una distribución normal. Por esta razón, se utilizó una prueba no paramétrica (Chi-cuadrado) para su análisis.

Aplicación de prueba estadística no paramétrica (Chi cuadrado)

Regla de decisión

- $p\text{-valor} > 0.05$ (no se rechaza la H_0)
- $p\text{-valor} < 0.05$ (se rechaza la H_0 , y se acepta la H_1)

Prueba estadística:

Tabla 17

Prueba estadística de Chi cuadrado

Estadísticos de prueba							
	Monitoreo de calidad de agua en la estación LT0T1 en el mes de enero 2025	Monitoreo de calidad de agua en la estación LT0T2 en el mes de enero 2025	Monitoreo de calidad de agua en la estación LT0T3 en el mes de enero 2025	Monitoreo de calidad de agua en la estación LT0T1 en el mes de abril 2025	Monitoreo de calidad de agua en la estación LT0T2 en el mes de abril 2025	Monitoreo de calidad de agua en la estación LT0T3 en el mes de abril 2025	ECA AGUA Categoría 1-B1
Chi-cuadrado	.000 ^a	.000 ^a	.000 ^a	.000 ^a	.000 ^a	.000 ^a	1.200 ^b
gl	9	9	9	9	9	9	7
Sig. asin.	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.991

a. 10 casillas (100 %) presentan frecuencias esperadas inferiores a 5, siendo la frecuencia esperada mínima de 1,0.

b. 8 casillas (100.0%) presentan frecuencias esperadas inferiores a 5. Siendo la frecuencia mínima de 1.3.

- En la Tabla 17 se observa que los p-valores fueron 0,991 y 1,000, ambos mayores a 0,05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula (H0), indicando que “los datos no presentan diferencias significativas en los parámetros fisicoquímicos”. Esto sugiere que la calidad del agua registrada en el primer monitoreo de enero de 2025 es similar a la del segundo monitoreo realizado en abril de 2025. No obstante, para el parámetro de nitratos se detectaron diferencias respecto a los límites establecidos por el ECA-Agua, evidenciando que no se cumplen los valores exigidos.

CAPÍTULO V: Discusión

5.1. Discusión general

Los resultados de la investigación mostraron que la laguna “Las Totoritas” presenta un grado de afectación ambiental moderado, principalmente debido a la influencia de fuentes contaminantes orgánicas e inorgánicas vinculadas con las actividades humanas en su entorno. Aunque los parámetros fisicoquímicos como pH, oxígeno disuelto (OD), demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), turbidez y detergentes se mantuvieron dentro de los límites establecidos por el D.S. N.º 004-2017-MINAM (ECA para Agua, Categoría 1-B1), se detectaron indicadores microbiológicos positivos, destacando la presencia de coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*, lo que evidencia contaminación fecal reciente y posibles riesgos sanitarios.

Estos hallazgos corroboran que la contaminación de la laguna tiene carácter localizado y de tipo difuso, vinculada a la falta de control en las actividades recreativas, al pastoreo de ganado y al vertimiento de residuos sólidos domésticos en las márgenes. Al compararse con estudios similares, como los de Salazar (2020) y Landero (2019), se observa una tendencia semejante: cuerpos de agua sometidos a presión antrópica presentan concentraciones microbianas elevadas aun cuando los parámetros fisicoquímicos permanecen dentro de rangos aceptables. Del mismo modo, Guerra y Mejía (2023) registraron en cuerpos lénticos intervenidos valores altos de coliformes fecales, atribuidos a la deficiente gestión de residuos, lo cual coincide con la situación actual de la laguna “Las Totoritas”.

En consecuencia, el diagnóstico general sugiere que la problemática ambiental del cuerpo de agua es reversible, siempre que se implementen medidas sostenidas de gestión, control y educación ambiental.

5.2. Discusiones específicas

5.2.1 Discusión del Objetivo Específico 1: Identificar las fuentes contaminantes que afectan la calidad de agua de la laguna “Las Totoritas”

Durante los monitoreos realizados en enero y abril de 2024, se constató la acumulación de residuos en las orillas del cuerpo receptor, lo que evidencia la falta de control y fiscalización ambiental. Estas observaciones coinciden con lo planteado por Manchego y Ventura (2022), quien sostiene que la presencia de residuos sólidos en ecosistemas acuáticos refleja la ausencia de programas de sensibilización y una gestión municipal ineficiente ante la visita constante de bañistas locales y turistas.

Asimismo, el componente turístico y recreativo fue señalado como una fuente directa de contaminación, tal como ocurre en otros cuerpos lacustres estudiados por Kovich (2019), donde las actividades recreativas no reguladas favorecen el deterioro de la calidad ambiental. En ese sentido, los resultados del presente estudio confirman que la contaminación en la laguna “Las Totoritas” no proviene de descargas industriales, sino del uso inadecuado del entorno natural por parte de la población y visitantes, lo que resalta la importancia de fortalecer la educación ambiental y el control local.

5.2.2. Discusión del Objetivo Específico 2: Determinar la influencia de las fuentes contaminantes en la calidad fisicoquímica del agua

Los análisis fisicoquímicos realizados mostraron que los valores de pH (8.13–8.46), oxígeno disuelto (7.9–8.84 mg/L) y DBO₅ (<2.0 mg/L) se encontraron dentro de los límites establecidos por el ECA para Agua. Sin embargo, los nitratos (9.9–20.23 mg/L) y los detergentes aniónicos (<0.05 mg/L) evidenciaron la presencia de aportes orgánicos y domésticos difusos, compatibles con las fuentes identificadas en campo.

Estos resultados son comparables con los obtenidos por Huaranca (2023) en lagunas andinas con intervención turística, donde los valores de pH se mantuvieron entre 7 y 8, el oxígeno disuelto osciló entre 5 y 7 mg/L, y la DBO₅ alcanzó valores cercanos a 5 mg/L, todos dentro de los límites establecidos por el ECA para Agua. No obstante, los niveles de nutrientes principalmente nitratos y fosfatos mostraron incrementos estacionales asociados a la escorrentía agrícola y doméstica. De manera similar, Landero (2019) señala que el aumento de nitratos suele ser uno de los primeros indicadores de contaminación incipiente, incluso antes de que se evidencien impactos significativos en la DBO₅ o en el oxígeno disuelto.

Por tanto, aunque la calidad fisicoquímica del agua de la laguna “Las Totoritas” aún puede considerarse buena, los valores detectados revelan un riesgo potencial de eutrofización a mediano plazo si no se controla la entrada de materia orgánica y nutrientes. Ello confirma que las fuentes contaminantes especialmente las antrópicas influyen negativamente sobre los parámetros fisicoquímicos.

5.2.3. Discusión del Objetivo Específico 3: Determinar la influencia de las fuentes contaminantes en la calidad microbiológica del agua

El análisis microbiológico reveló la presencia de indicadores de contaminación fecal. En el monitoreo realizado en enero de 2024, los coliformes termotolerantes presentaron valores entre 540 y 1100 NMP/100 mL, mientras que las concentraciones de *Escherichia coli* oscilaron entre 350 y 1600 NMP/100 mL. En el segundo monitoreo, efectuado en abril de

2024, se registraron incrementos en ambos microorganismos: los coliformes termotolerantes alcanzaron entre 1400 y 3300 NMP/100 mL, y *E. coli* se ubicó entre 61 y 1700 NMP/100 mL.

Estos valores exceden significativamente los límites establecidos por el ECA para Agua, Categoría 1-B1, que requiere ausencia de *E. coli* (0 NMP/100 mL) y un máximo de 200 NMP/100 mL para coliformes termotolerantes. Además, se registró la presencia de enterococos intestinales con un promedio de 1500 NMP/100 mL.

El incremento registrado entre enero y abril se relaciona con las mayores precipitaciones y escorrentía superficial durante la temporada de lluvias, lo que facilita el arrastre de excretas animales y residuos domésticos hacia el cuerpo de agua. Además, las observaciones de campo evidenciaron actividades humanas directas, como lavado de ropa y pastoreo de ganado, especialmente en las márgenes norte y sur, lo que explica la persistencia de microorganismos patógenos.

Estos resultados coinciden con lo reportado por Landero (2019), quien registró concentraciones de coliformes termotolerantes superiores a 11 000 NMP/100 mL en lagunas con alta afluencia turística, y por Martínez y Barrero (2018), quien señaló que la falta de control sanitario y el ingreso de animales domésticos constituyen las principales causas de contaminación microbiológica en cuerpos de agua rurales.

Por lo tanto, la calidad microbiológica del agua de la laguna “Las Totoritas” no cumple con los estándares establecidos para uso recreativo, y que las fuentes contaminantes identificadas influyen negativamente sobre su condición sanitaria. La persistencia de coliformes, *E. coli* y enterococos demuestra un aporte constante de contaminación fecal, lo cual representa un riesgo potencial para la salud pública y la biodiversidad acuática del ecosistema.

5.2.4. Discusión del Objetivo Específico 4: Elaborar propuestas que permitan la disminución de fuentes contaminantes.

Las propuestas de mejora ambiental se elaboraron en función de los resultados obtenidos y de la percepción institucional identificada en las entrevistas, donde se evidenció que la contaminación de la laguna “Las Totoritas” está directamente relacionada con el manejo deficiente de residuos, la falta de control municipal y la ausencia de educación ambiental.

La propuesta principal consiste en implementar un monitoreo continuo de la calidad del agua mediante el Índice de Calidad Ambiental (ICA), considerando cuatro puntos y cuatro campañas anuales, tal como recomienda el D.S. N.º 004-2017-MINAM.

Asimismo, la implementación de un plan de gestión de residuos sólidos, con contenedores diferenciados, señalización ambiental y campañas participativas de limpieza, responde a las recomendaciones de Amanca (2019), quien afirma que la disposición inadecuada de residuos en zonas turísticas es una de las causas más recurrentes de contaminación en ecosistemas acuáticos.

El componente de educación ambiental propuesto, dirigido a pobladores y visitantes, se fundamenta en lo expuesto por Manchego y Ventura (2022), quienes sostienen que la sostenibilidad de los ecosistemas acuáticos depende del nivel de sensibilización y compromiso ciudadano con el entorno.

CAPÍTULO VI: Conclusiones y recomendaciones

6.1. Conclusiones

6.1.1. Conclusión general

Después de todo lo analizado, permite determinar que las fuentes contaminantes identificadas en el entorno de la laguna Las Totoritas influyen directamente en la calidad del agua, evidenciándose su impacto principalmente en los parámetros microbiológicos, cuyos valores superan los Estándares de Calidad Ambiental para Agua establecidos en el Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM. Esta condición está asociada a actividades antrópicas como la presencia de residuos sólidos y el uso recreativo del área, los cuales contribuyen al deterioro progresivo del ecosistema acuático.

Por otro lado, los parámetros fisicoquímicos evaluados presentaron variaciones que reflejan alteraciones en las condiciones naturales del cuerpo de agua, confirmando la influencia de las fuentes contaminantes identificadas. En conjunto, estos resultados indican que la laguna presenta un nivel de afectación ambiental asociado principalmente a factores antrópicos, lo que evidencia la necesidad de implementar medidas de gestión ambiental, monitoreo continuo y control de las fuentes contaminantes, a fin de proteger y conservar la calidad del recurso hídrico.

5.1.2. Conclusiones específicas

Se concluye que se identificaron diversas fuentes contaminantes en el entorno de la laguna Las Totoritas, principalmente de origen antrópico, entre las cuales destacan la presencia de residuos sólidos, actividades recreativas, tránsito de personas y posibles aportes de escorrentía superficial. Estas fuentes contaminantes se ubican en sectores cercanos a los puntos de muestreo, evidenciando su influencia directa sobre el cuerpo de agua y contribuyendo al deterioro de su calidad ambiental.

También se concluye que la evaluación de los parámetros fisicoquímicos del agua de la laguna Las Totoritas evidenció variaciones en parámetros como oxígeno disuelto, turbidez, conductividad y demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), registrándose valores que en algunos puntos superan los Estándares de Calidad Ambiental para Agua establecidos en el Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM. Estos resultados indican la presencia de contaminación orgánica y alteraciones en las condiciones fisicoquímicas del ecosistema acuático.

Asimismo, se llega a concluir que los análisis microbiológicos evidenciaron la presencia de coliformes termotolerantes y otros indicadores microbiológicos, cuyos valores

superan los límites establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (D.S. N.º 004-2017-MINAM), lo que indica contaminación de origen fecal asociada a actividades antrópicas cercanas. Esta condición representa un riesgo potencial para la salud ambiental y confirma la influencia de las fuentes contaminantes identificadas en el deterioro de la calidad del agua.

Por último, se concluye en base de los resultados obtenidos, se elaboraron propuestas orientadas a mejorar la calidad ambiental de la laguna Las Totoritas, las cuales incluyen la implementación de medidas de gestión ambiental, control de residuos sólidos, monitoreo periódico de la calidad del agua y fortalecimiento de la gestión ambiental local. Estas acciones permitirán reducir el impacto de las fuentes contaminantes y contribuir a la conservación del ecosistema acuático. Estas medidas integraron la evidencia técnica obtenida con las recomendaciones de los funcionarios municipales entrevistados y de diversos autores revisados, demostrando que la recuperación ambiental de la laguna “Las Totoritas” es posible mediante una gestión participativa, sostenida y basada en evidencia.

6.2. Recomendaciones

- Se recomienda establecer un registro histórico de monitoreos de calidad de agua, que consolide los datos fisicoquímicos y microbiológicos obtenidos en futuras evaluaciones. Este registro permitirá generar una base de datos comparativa anual para identificar tendencias de deterioro o mejora, y facilitar la toma de decisiones basada en evidencia científica.
- Se sugiere delimitar físicamente las zonas de protección y recreación de la laguna “Las Totoritas”, mediante cercos vivos, señalización técnica y puntos de control, a fin de evitar el ingreso directo de ganado y la acumulación de residuos en las márgenes. Esta medida reducirá el impacto por pisoteo y escorrentía contaminante hacia el cuerpo de agua.
- Se recomienda incorporar indicadores biológicos en futuros monitoreos ambientales, tales como macroinvertebrados bentónicos, sedimentos o fitoplancton, para complementar la evaluación fisicoquímica y microbiológica. Estos indicadores ofrecerán una visión más integral del estado ecológico de la laguna y de los efectos acumulativos de la contaminación.
- Se sugiere evaluar la capacidad de carga turística de la laguna, considerando la afluencia de visitantes, la generación de residuos y la infraestructura disponible. Este

estudio permitirá definir límites de uso recreativo sostenible y establecer horarios o temporadas controladas para evitar la sobreexplotación del ecosistema.

- Se recomienda actualizar el plan local de gestión ambiental del distrito de Végueta, incorporando un componente específico para la conservación de la laguna “Las Totoritas”. Este instrumento debe incluir metas, indicadores y responsables, asegurando la continuidad de las acciones de monitoreo, control y educación ambiental.

CAPÍTULO VII. REFERENCIAS

Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. (2023). *Glosario ambiental bilingüe*. Recuperado de <https://espanol.epa.gov/espanol/terminos-o>

Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición. (2023, 25 de mayo). *Nitratos* [Página de gobierno]. Recuperado de https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/web/seguridad_alimentaria/subdetalle/nitratos.htm

Agrotec. (2022, 26 de enero). *Demanda bioquímica de oxígeno (soluble)* [Ficha técnica]. Recuperado de [https://www.agrotec.net/agua-residual/demanda-bioquímica-de-oxígeno-\(soluble\)](https://www.agrotec.net/agua-residual/demanda-bioquímica-de-oxígeno-(soluble))

Amanca, M. (2019). *Evaluación de la calidad de agua de la laguna Génesis del Refugio de Vida Silvestre Los Pantanos de Villa - Chorrillos* (Tesis de grado). Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur, Perú. Recuperado de <https://repositorio.untels.edu.pe/jspui/handle/123456789/521>

Autoridad Nacional del Agua [ANA]. (2015). *Política y estrategia nacional de recursos hídricos*. Recuperado de https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/default_images/politica_y_estrategia_nacional_d_e_recursos_hidricos_ana.pdf

Autoridad Nacional del Agua. (2018a). *Clasificación de los cuerpos de agua continentales superficiales*. Recuperado de <https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/2439>

Autoridad Nacional del Agua. (2018b). *Metodología para la determinación del índice de calidad de agua ICA-PE, aplicado a los cuerpos de agua continentales superficiales*. Recuperado de <https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/2440>

Autoridad Nacional del Agua. (2023). *Actualización de la identificación de fuentes contaminantes en el ámbito del litoral marino costero de la Administración Local de Agua Huaura*.

Castro, J. J., Gómez, L. K., & Camargo, E. (2023). La investigación aplicada y el desarrollo experimental en el fortalecimiento de las competencias de la sociedad del siglo

XXI. *Tecnura*, 27(75), 140–174.
<https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/Tecnura/article/view/19171>

Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. (2017, 7 de junio). *Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias*. Ministerio del Ambiente. *Diario Oficial El Peruano* N° 1529835-2. Recuperado de <https://busquedas.elperuano.pe/dispositivo/NL/1529835-2>

Decreto Supremo N° 007-2023-SA. (2023, 4 de mayo). *Aprueba el Reglamento de la Ley N° 31189, Ley para fortalecer la prevención, mitigación y atención de la salud afectada por la contaminación con metales pesados y otras sustancias químicas*. Ministerio de Salud. *Diario Oficial El Peruano* N° 2174601-4. Recuperado de <https://busquedas.elperuano.pe/dispositivo/NL/2174601-4>

Díaz, M., Elizalde, E., Quiróz, H., & García, J. (2005). Caracterización de algunos parámetros físico-químicos del agua y sedimento del Lago Zempoala, Morelos, México. *Acta Universitaria*, 15(2), 28. Recuperado de <http://www.actauniversitaria.ugto.mx/index.php/acta/article/view/215>

Gonzales, A. (2023). *Concentraciones de coliformes termotolerantes, temperatura, pH y calidad de limpieza en las playas de Samuel Pastor - Camaná* (Tesis de grado). Universidad Católica de Santa María, Perú. Recuperado de <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/12562>

González, M. B., Pérez, R. I., & Perilla, R. B. (2020). Prospectiva, estrategia y sostenibilidad empresarial, trinomio clave en las organizaciones del futuro. *Espacios*, 41(29), 172–187. <https://www.revistaespacios.com/a20v41n29/a20v41n29p13.pdf>

González, G. (2012). *Microbiología del agua: conceptos y aplicaciones*. Universidad Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. Recuperado de <https://repositorio.escuelaing.edu.co/entities/publication/109a35dd-e0f3-48ac-bbf5-2f4a9e0d1bb0>

Guerra, J., & Mejía, D. (2023). *Análisis de la variabilidad de la calidad del agua en las lagunas de Colta y Magtayán* (Tesis de grado). Universidad Nacional de Chimborazo, Ecuador. Recuperado de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/11059>

Hadi, M. M., Martel, C. P., Huayta, F. T., Rojas, C. R., & Arias, J. L. (2023). *Metodología de la investigación: Guía para el proyecto de tesis*. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú S.A.C.

Herrera, A. (2022). *Evaluación de la calidad de agua de dos cuerpos lacustres con distintos usos de suelo en la región de Ñuble* (Tesis de grado). Universidad de Concepción, Chile. Recuperado de <http://repositorio.udec.cl/xmlui/handle/11594/9979>

Hernández, J., Espinoza, Y., & Malpica, L. (2011). Calidad del agua de riego y parámetros microbiológicos y químicos del suelo de la zona agrícola de Barbacoas, estado Aragua. *Facultad Agrónoma*, 37(1), 34. Recuperado de https://d1wqtxtslxzle7.cloudfront.net/93163419/4320-Texto_del_articulo-9548-1-10-20130605-libre.pdf

Huaranca, Y. (2023). *Evaluación de la calidad del agua de la laguna de Matara, distrito de Huaquirca, provincia de Antabamba - Apurímac, 2020* (Tesis de grado). Universidad Tecnológica de los Andes, Perú. Recuperado de <https://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/528>

Kovich, M. (2019). *Evaluación de la calidad del agua recreacional a través de la presencia de miembros del grupo Enterococcus en la localidad de Plottier* (Tesis de grado). Universidad Nacional del Comahue, Argentina. Recuperado de https://repositoriosdigitales.mincyt.gob.ar/vufind/Record/RDIUNCO_0d4d19155f56cf20b445f0fb5c96b4b6

Landero, S. (2019). *Evaluación de la calidad del agua de la laguna La Pólvara en Villahermosa, Tabasco* (Tesis de grado). Instituto Tecnológico de Villahermosa, México. Recuperado de <https://rinacional.tecnm.mx/handle/TecNM/1300>

Ley 28611, Ley General del Ambiente. (2005, 15 de octubre). Congreso de la República. *Diario Oficial El Peruano* N° 17601. Recuperado de <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/06/ley-general-del-ambiente.pdf>

Ley N° 29338, Ley de los Recursos Hídricos. (2019, 31 de marzo). Autoridad Nacional del Agua. Ediciones ANA. Recuperado de <https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/228>

Lozada, J. (2014). Investigación aplicada. *CienciAmerica*, 3(1), 258. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6163749>

Manchego, N., & Ventura, D. (2022). *Problemática ambiental de la laguna de Ñahuimpuquio – Chupaca – Junín, 2022* (Tesis de grado). Universidad César Vallejo, Perú. Recuperado de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/103708>

Martínez, F., & Gonzales, F. (2023). *Apuntes de investigación descriptiva y explicativa*. Universidad de Barcelona. Recuperado de <https://diposit.ub.edu/dspace/handle/2445/204620>

Martínez, S., & Barrero, I. (2018). *Evaluación de las condiciones de calidad del agua, para la formulación de estrategias de aprovechamiento y conservación de la microcuenca quebrada La Argentina, Villavicencio – Meta* (Tesis de grado). Universidad Santo Tomás, Colombia. Recuperado de <http://repository.usta.edu.co/handle/11634/12064>

Ministerio de Agricultura y Riego del Perú. (s.f.). *Lagunas*. Recuperado de <https://www.midagri.gob.pe/portal/42-sector-agrario/recurso-agua/326-lagunas>

Ministerio del Ambiente. (2019). *Guía para la evaluación de sitios contaminados y la elaboración de planes dirigidos a la remediación*. Recuperado de https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2009315/Anexo%20RM%20118-2021-MINAM%20-%20GUIA%20DE%20EVALUACION_DGCA.pdf.pdf

Organización de las Naciones Unidas. (2014, 22 de octubre). *Decenio internacional para la acción «El agua, fuente de vida» 2005–2015*. Recuperado de <https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/quality.shtml>

Organización de las Naciones Unidas. (2023). *Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2023*. Recuperado de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/>

Oscoco, R. (2022). *Estado de contaminación y actividades productivas sostenibles en la Laguna Pacucha, Andahuaylas - Apurímac* (Tesis de grado). Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Perú. Recuperado de <https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/8391>

Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA. (2016, 11 de enero). *Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales*. Autoridad Nacional del Agua. Ediciones ANA. Recuperado de <https://www.ana.gob.pe/publicaciones/protocolo-nacional-para-el-monitoreo-de-la-calidad-de-los-recursos-hidricos-0>

Resolución Jefatural N° 068-2018-ANA. (2018, 21 de enero). *Metodología para la determinación del índice de calidad de agua ICA-PE, aplicado a los cuerpos de agua continentales superficiales*. Autoridad Nacional del Agua. Ediciones ANA. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12543/2440>

R.P. 084-2020-SERNANP. (2020, 17 de abril). *Plan Estratégico Institucional 2019–2023*. Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado. Recuperado de https://old.sernanp.gob.pe/sernanp/archivos/baselegal/Resoluciones_Presidenciales/2020/RP%20084-2020-SERNANP_CONSOLIDADO.pdf

Romero, J. (2009). *Calidad del agua*. Universidad Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. Recuperado de <https://repositorio.escuelaing.edu.co/entities/publication/7d49d8fd-aeb9-4028-ba8a-d2f90260294e>

Ruiz, A. (2019). *Evaluación de la calidad fisicoquímica del agua de la quebrada Yanayacu para conservación del ambiente acuático, valle del Shanusi – 2018* (Tesis de grado). Universidad Peruana Unión, Perú. Recuperado de <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/1919>

Salazar, C. (2020). *Evaluación de la calidad del agua para consumo humano de la laguna de Punrun - provincia de Pasco - 2019* (Tesis de grado). Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Perú. Recuperado de <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/2151>

Saldaña, P., & Gómez, A. (2006). Caracterización de fuentes puntuales de contaminación en el río Atoyac, México. *Repositorio del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua*. Recuperado de <http://repositorio.imta.mx/handle/20.500.12013/2088>

Salgado, D. N. (2021, 11 de noviembre). La calidad ambiental y el derecho a la tranquilidad: cuando los protocolos de la calidad ambiental y el Código Penal no pueden tutelar los derechos fundamentales. *Justicia Ambiental. Revista del Poder Judicial del Perú*

Especializada en la Protección del Ambiente, 1(1), 93–107.
<https://doi.org/10.35292/justiciaambiental.v1i1.451>

Samboni, N., Carbajal, Y., & Escobar, J. (2007). Revisión de parámetros físicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua. *Ingeniería e Investigación*, 27(3), 18. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=s0120-56092007000300019&script=sci_arttext

Sierra, C. (2011). *Calidad del agua*. Universidad de Medellín. Recuperado de <https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=2fAYEAAAQBAJ>

Trompa, L., Chipateuca, Y., & Romero, S. (2024). *Identificación de fuentes contaminantes del agua en Funza: un enfoque espacial para la gestión ambiental*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Recuperado de <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/62452>

ANEXOS

Anexo 1. ECA para Agua, Categoría 1 –B1.

Tabla 10

Estándar de calidad ambiental para agua

Parámetros	Unidad de medida	Categoría 1 - B1: Contacto primario
Parámetros Fisicoquímicos		
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,0 a 9,0
Turbiedad	UNT	100
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,5
Aceites y grasas	mg/L	0,022
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	5
Oxígeno disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 5
Nitratos	mg/L	10
Parámetros Inorgánicos		
Aluminio	mg/L	0,2
Antimonio	mg/L	0,006
Arsénico	mg/L	0,01
Bario	mg/L	0,7
Berilio	mg/L	0,04
Boro	mg/L	0,5
Cadmio	mg/L	0,01
Cobre	mg/L	2
Cromo Total	mg/L	0,05
Cromo VI	mg/L	0,05
Hierro	mg/L	0,3
Manganeso	mg/L	0,1
Mercurio	mg/L	0,001
Niquel	mg/L	0,02
Plata	mg/L	0,01
Plomo	mg/L	0,01
Selenio	mg/L	0,01
Uranio	mg/L	0,02
Vanadio	mg/L	0,1
Zinc	mg/L	3
Parámetros Microbiológicos		
B. Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	200
Escherichia coli	NMP/100 ml	Ausencia
Formas Parasitarias	Nº Organismo/L	0
Giardia duodenalis	Nº Organismo/L	Ausencia
Enterococos intestinales	NMP/100 ml	200
Salmonella spp	Presencia/100 m	0
Vibrio cholerae	Presencia/100 m	Ausencia

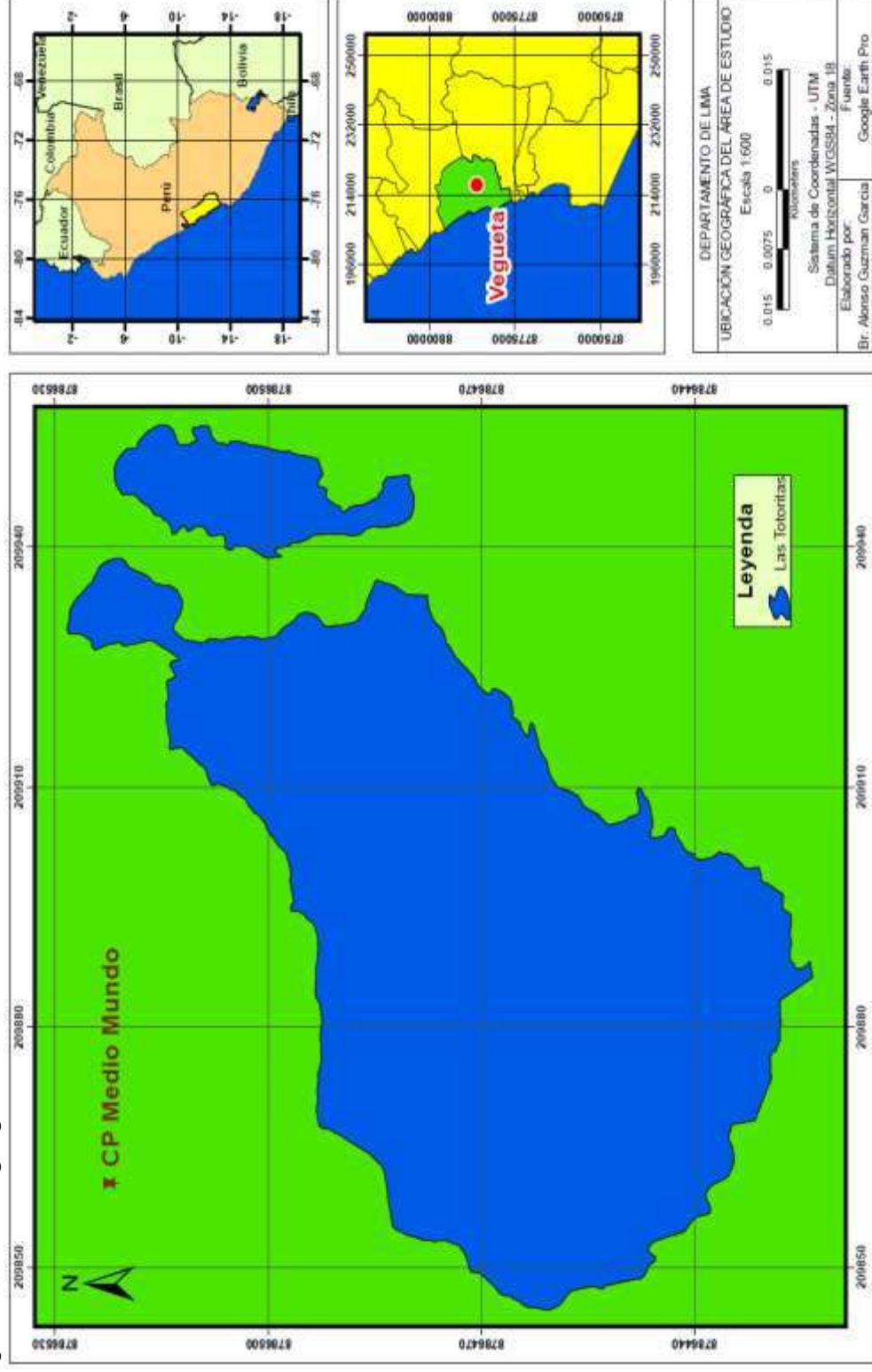
Nota 2:

- UNT: Unidad Nefelométrica de Turbiedad.

- NMP/100 ml: Número más probable en 100 ml.

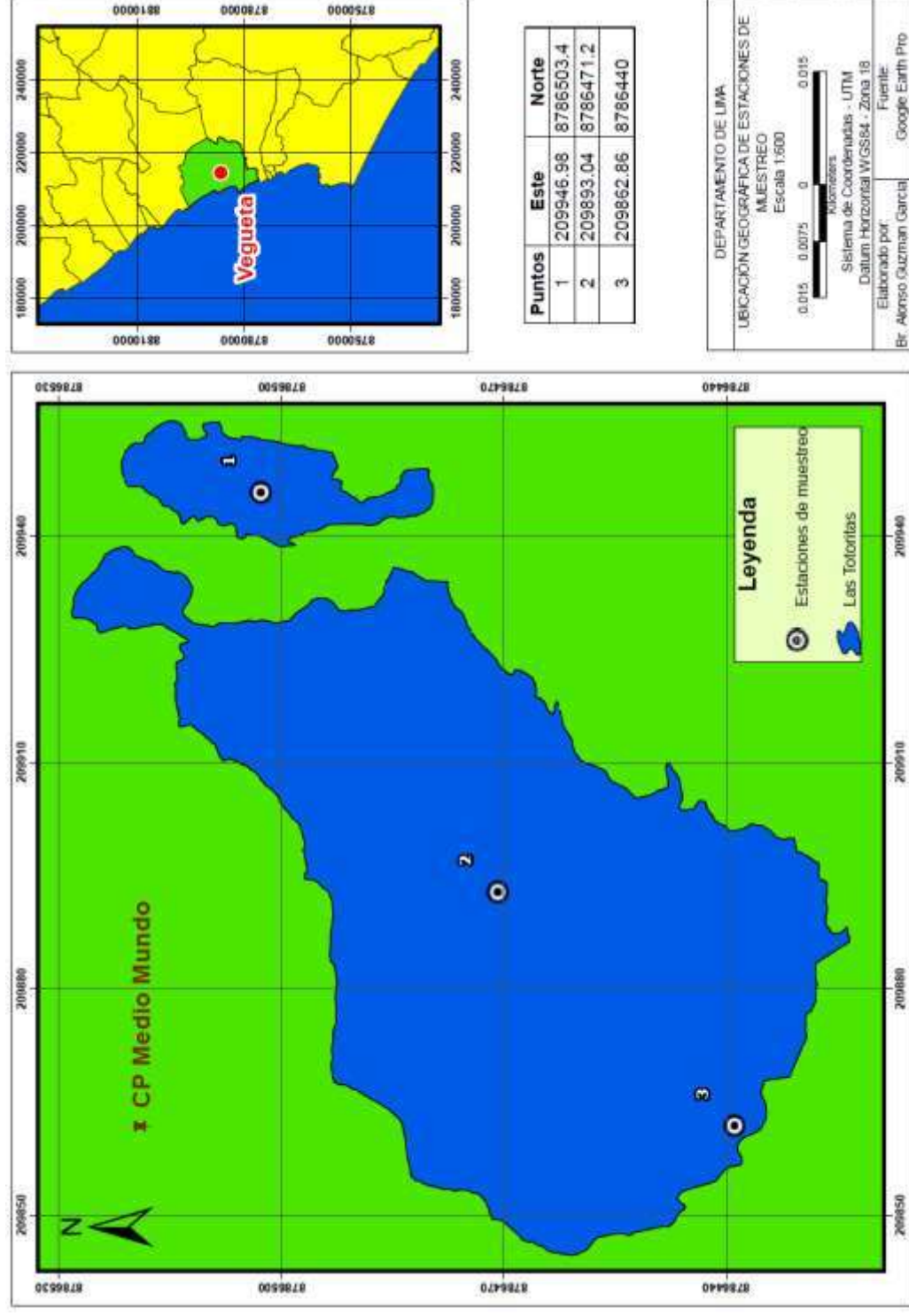
- El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría

Anexo 2. Mapa de ubicación geográfica del área de estudio



Fuente: Elaboración propia

Anexo 3. Mapa de ubicación geográfica de estaciones de muestreo



Fuente: Elaboración propia

Anexo 4. Ficha de Identificación de Fuentes Contaminantes

1. DATOS GENERALES			
Fecha:		Hora:	
Código del punto de monitoreo: (Según lo indicado en el ítem 6.5.4 del Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales)			
Especialista(s):			
2. IDENTIFICACIÓN Y UBICACIÓN DE LA FUENTE CONTAMINANTE			
Accesibilidad: (Describir la vía de acceso hacia el punto de Monitoreo)			
Descripción del agente / fuente contaminante:			
Ubicación geográfica: (UTM – WGS 84)			
Fotografía: (tomada a un mínimo de 20 mts. de distancia del punto de monitoreo)			
3. CLASIFICACIÓN DE LA FUENTE CONTAMINANTE			
Origen de la Fuente Contaminante:		Natural	Antropogénica
Tipo de Fuente:		Puntual	No Puntual (difusa)
Tipo de residuo según el ámbito no municipal: (Según lo indicado en NTP 900.058 2019)			
Tipo de fuente contaminante específico:			
Observación:			
4. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA FUENTE CONTAMINANTE			
Disposición final		Botaderos de Residuos Sólidos	Volumen (m³):
		Relleno Sanitario	

		Otro (Especificar)	
Distribución:			
Observación:			
Croquis de la Ubicación:			
5. CARACTERÍSTICAS DE RECURSO HÍDRICO RECEPTOR			
Nombre del cuerpo de agua:			
Época de Identificación:		Estiaje	Avenida
Tipo de Cuerpo de Agua:			
Categoría del cuerpo de agua:			
(Clasificado de acuerdo al D.S. N.° 004-2017-MINAM)			
6. OBSERVACIONES			

Fuente: Adaptado del acta de la Autoridad Nacional del Agua (2023).

Anexo 5. Ficha de identificación de fuentes contaminantes (información recolectada)

FORMATO N.º 02: GUÍA DE OBSERVACIÓN

Título:

- Ficha de Identificación de Fuentes Contaminantes en el Punto de Monitoreo

Objetivo:

- Recopilar información detallada sobre la localización de las posibles fuentes contaminantes presentes en el área de monitoreo. Además, de describir las propiedades específicas de las sustancias emitidas por cada fuente, incluyendo datos cualitativos y cuantitativos sobre su composición y posibles impactos ambientales.

Instrucciones:

- Con fines exclusivamente académicos y de investigación, se busca recopilar información para la investigación de manera rigurosa y ética que contribuya al entendimiento de las fuentes contaminantes en el área de monitoreo y, por ende, a la preservación y mejora del medio ambiente.

DATOS GENERALES:

1. DATOS GENERALES				
Fecha: 2025/01/20		Hora: 10:00		
Código del punto de monitoreo: LT-01 (Según lo indicado en el ítem 6.5.4 del Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales)				
Especialista(s): KEVIN SANTOS HERNANDEZ				
2. IDENTIFICACIÓN Y UBICACIÓN DE LA FUENTE CONTAMINANTE				
Accesibilidad: EN LAS ORILLAS DE LA LAGUNA LAS TORTUGAS (Describir la vía de acceso hacia el punto de Monitoreo)				
Descripción del agente / fuente contaminante: PRESENCIA DE RESIDUOS SÓLIDOS PLÁSTICOS				
Ubicación geográfica: E: 0 209 946 N: 8 786 503 , REFERENCIAL (UTM - WGS 84)				
Fotografía: (tomada a un mínimo de 20 mts. de distancia del punto de monitoreo)				
3. CLASIFICACIÓN DE LA FUENTE CONTAMINANTE				
Origen de la Fuente Contaminante:	Natural	Antropogénica	☒	Combinada
Tipo de Fuente:	Puntual	☒	No Puntual (difusa)	
	Aguas Naturales	Depósitos minerales		Sustancias descargadas "in situ"

Naturaleza de la fuente contaminante:	Aguas Residuales	Residuos Sólidos/Depósitos antropogénicos	X	Otros (especificar):
Actividad productora de la fuente contaminante: COMERCIO, PRODUCCIÓN POR ALGUNOS POBLADORES QUE VENDEN PRODUCTOS CERCA DE LA LAGUNA				
Tipo de residuo según el ámbito municipal: RESIDUOS PLÁSTICOS (Según lo indicado en NTP 900.058 2019)				
Tipo de fuente contaminante específico: RESIDUOS PLÁSTICOS				
Observación: SE OBSERVA MAYORMENTE PRESENCIA DE RESIDUOS SÓLIDOS PLÁSTICOS PRODUCTOS DE ENVOLTURAS Y ENVASO DE COMIDA Y BEBIDAS				
4. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA FUENTE CONTAMINANTE				
Disposición final:	Descarga de aguas Naturales	Vertimiento de aguas residuales	Reúso de aguas residuales	
	"in situ" o en el lugar	Relleno Sanitario	Botaderos de residuos sólidos	Volumen (m³):
	Infiltración al terreno	Superficie del suelo	Otro (Especificar): RESIDUOS SÓLIDOS (PLÁSTICOS)	
Régimen de descargas	Continua	Intermitente	Caudal (Aprox.)	l/s
Distribución: MAYORMENTE EN LAS ORILLAS DE LA LAGUNA				
Observación: RESIDUOS GENERADOS POR LOS USUARIOS DE LA LAGUNA				
Croquis de la Ubicación:				
5. CARACTERÍSTICAS DE RECURSO HÍDRICO RECEPTOR				
Nombre del cuerpo de agua: LAGUNA LAS TOTOPITAS				
Tipo de fuente: AGUA SUPERFICIAL				
Categoría del cuerpo de agua: CATEGORÍA 1 SUB CATEGORÍA B1 (Clasificado de acuerdo al D.S. N.º 004-2017-MINAM)				
6. OBSERVACIONES				
BAJA PRESENCIA DE BAÑISTAS Y USUARIOS DE LA LAGUNA.				

Fuente: Adaptado del acta de la Autoridad Nacional del Agua (2023).

FORMATO N.º 02: GUÍA DE OBSERVACIÓN

Título:

- Ficha de Identificación de Fuentes Contaminantes en el Punto de Monitoreo

Objetivo:

- Recopilar información detallada sobre la localización de las posibles fuentes contaminantes presentes en el área de monitoreo. Además, de describir las propiedades específicas de las sustancias emitidas por cada fuente, incluyendo datos cualitativos y cuantitativos sobre su composición y posibles impactos ambientales.

Instrucciones:

- Con fines exclusivamente académicos y de investigación, se busca recopilar información para la investigación de manera rigurosa y ética que contribuya al entendimiento de las fuentes contaminantes en el área de monitoreo y, por ende, a la preservación y mejora del medio ambiente.

DATOS GENERALES:

1. DATOS GENERALES			
Fecha: 2025/04/06	Hora: 15:40		
Código del punto de monitoreo: LT-01 (Según lo indicado en el ítem 6.5.4 del Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales)			
Especialista(s): KEVIN SANTOS HUACANI			
2. IDENTIFICACIÓN Y UBICACIÓN DE LA FUENTE CONTAMINANTE			
Accesibilidad: EN LAS ORILLAS DE LA LAGUNA LAS TOTOPETAS (Describir la vía de acceso hacia el punto de Monitoreo)			
Descripción del agente / fuente contaminante: PRESENCIA DE RESIDUOS SÓLIDOS PLÁSTICOS			
Ubicación geográfica: E: 209 946 N: 8786 003 REFERENCIA (UTM - WGS 84)			
Fotografía: (tomada a un mínimo de 20 mts. de distancia del punto de monitoreo)			
3. CLASIFICACIÓN DE LA FUENTE CONTAMINANTE			
Origen de la Fuente Contaminante:	Natural	Antropogénica	☒ Combinada
Tipo de Fuente:	Puntual	No Puntual (difusa)	
	Aguas Naturales	Depósitos minerales	Sustancias descargadas "in situ"

Naturaleza de la fuente contaminante:	Aguas Residuales	Residuos Sólidos/Depósitos antropogénicos	X	Otros (especificar):
Actividad productora de la fuente contaminante: COMERCIAL, PRODUCIDA POR ALGUNOS POBLADORES QUE VENDEN PRODUCTOS CERCA A LA LAGUNA.				
Tipo de residuo según el ámbito municipal: RESIDUOS PLÁSTICOS. (Según lo indicado en NTP 900.058 2019)				
Tipo de fuente contaminante específico: RESIDUOS PLÁSTICOS				
Observación: SE OBSERVA PRESENCIA DE RESIDUOS PLÁSTICOS (ENVOLTURAS, BOTELLAS, CHAPOS Y BOLSAS DE COMIDAS Y BEBIDAS)				
4. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA FUENTE CONTAMINANTE				
Disposición final:	Descarga de aguas Naturales	Vertimiento de aguas residuales	Reúso de aguas residuales	
	"in situ" o en el lugar	Relleno Sanitario	Botaderos de residuos sólidos	Volumen (m³):
	Infiltración al terreno	Superficie del suelo	Otro (Especificar): RESIDUOS SÓLIDOS PLÁSTICOS.	
Régimen de descargas	Continua	Intermitente	Caudal (Aprox.)	l/s
Distribución: PRESENCIA MAYORITARIA DE LOS RESIDUOS EN LOS ORILLOS DE LA LAGUNA.				
Observación: LOS RESIDUOS SON GENERADOS POR USUARIOS DE LA LAGUNA				
Croquis de la Ubicación:				
LAGUNA LAS TERCERAS AD. H.H. SAN MARTIN DE PORCOS CARRETERA PANAM. NOROCCIDENTAL KM 565 ARAU. INGRESO A LA LAGUNA PRESENCIA DE RESIDUOS SÓLIDOS PLÁSTICOS.				
5. CARACTERÍSTICAS DE RECURSO HÍDRICO RECEPTOR				
Nombre del cuerpo de agua: LAGUNA LAS TERCERAS				
Tipo de fuente: AGUA SUPERFICIAL				
Categoría del cuerpo de agua: CATEGORÍA 1 / SUBCATEGORÍA B1 (Clasificado de acuerdo al D.S. N.º 004-2017-MINAM)				
6. OBSERVACIONES				
SE OBSERVÓ BASTANTE CONFLUENCIA DE BASTISTAS Y USUARIOS DE LA LAGUNA.				

Fuente: Adaptado del acta de la Autoridad Nacional del Agua (2023).

Anexo 6. Guía de entrevista semiestructurada

Datos generales	
Nombre:	
Cargo:	
Entidad a la que representa:	
Dimensión 1: Calidad del Agua	
1. ¿Considera que la calidad del agua ha tenido un deterioro en comparación con años anteriores?	
2. ¿Considera que la calidad del agua de la Laguna las Totoritas cuenta con agua limpia y saludable para los bañistas?	
3. ¿Considera que la calidad del agua en la laguna es un tema de preocupación para la comunidad?	
4. ¿Existen registros de monitoreo en la calidad del agua en la laguna?	
Dimensión 2: Contaminante	
5. ¿Qué actividades se llevan a cabo en la laguna las Totoritas y constituyen una fuente de contaminación?	
6. ¿Cuáles son las acciones implementadas respecto a la gestión y disposición de residuos sólidos que podrían contribuir a la contaminación de la Laguna las Totoritas?	
7. ¿Considera que las actividades humanas son la principal fuente de contaminación en la laguna de las Totoritas?	
8. ¿Considera que la comunidad tiene accesibilidad sobre información de las fuentes de contaminación en la Laguna de las Totoritas?	
Dimensión 3: Impacto en la Salud y Medio Ambiente	
9. ¿Cree que la contaminación del agua en la laguna representa una amenaza para la salud de la comunidad?	

10. ¿Considera que la cantidad de peces en la laguna ha disminuido en los últimos años?
11. ¿Considera que el agua contaminada de la laguna afectaría la disponibilidad de recursos naturales?
12. ¿Cuáles serían las medidas más efectivas para mitigar los impactos negativos de la contaminación en la salud y el medio ambiente en la laguna?
Dimensión 4: Participación
13. ¿Cuál es su nivel de participación en las actividades de conservación de la laguna?
14. ¿Cree que su contribución puede hacer una diferencia en la calidad del agua de la laguna?
15. ¿La comunidad asume la responsabilidad adecuada en la conservación del agua en la laguna?
16. ¿Qué dificultades percibe que impiden la participación de la comunidad en actividades de conservación y mejora de la calidad del agua en la laguna?
Dimensión 5: Gobernanza
17. ¿Reconoce quiénes son las autoridades vinculadas a la gestión ambiental de la laguna?
18. ¿Considera que las decisiones gubernamentales relacionadas con la laguna son transparentes y accesibles a la comunidad?
19. ¿Considera que las políticas gubernamentales actuales están contribuyendo en la mejora de la calidad del agua en la laguna?
20. ¿Considera que hay suficiente coordinación entre los diferentes niveles de gobierno para abordar de manera integral los problemas de contaminación en la laguna?

Fuente: Elaboración propia

Anexo 7. Evidencias de las entrevistas realizadas

3. INSTRUMENTOS

FORMATO N.º 01: GUÍA DE ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA

Título:

- Cuestionario sobre la percepción de las autoridades vinculadas en la gestión de la laguna las Totoritas

Objetivo:

- Obtener la perspectiva de la autoridad vinculada sobre los temas ambientales y las posibles fuentes contaminantes en el área de investigación, identificando proyectos y programas específicos que aborden la problemática. Además, de conocer las oportunidades que considera cruciales para la mejora y preservación del entorno natural en la región.

Instrucciones:

- Esta entrevista es voluntaria de parte de las autoridades vinculadas, la cual aborda temas sobre la gestión y la contaminación ambiental, aportando información más amplia sobre las posibles fuentes contaminantes y la perspectiva gubernamental clave para abordar la problemática ambiental en el área de estudio.

PREGUNTAS:

Datos generales	
Nombre:	EXIEL ROAM ARANDA ANDRADE
Cargo:	ENCARGADO DE MEDIO AMBIENTE Y RESIDUOS SÓLIDOS
Entidad a la que representa:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE UGUETA
Dimensión 1: Calidad del Agua	
1. ¿Considera que la calidad del agua ha tenido un deterioro en comparación con años anteriores? <i>Si</i>	
<i>POR LA FORMACIÓN DE LAVADEROS DE TIPO A</i>	
2. ¿Considera que la calidad del agua de la Laguna las Totoritas cuenta con agua limpia y salvable para los bañistas? <i>Si</i>	
<i>POR QUE ES AGUA CORRIENTE DE FILTRACIÓN</i>	

3. ¿Considera que la calidad del agua en la laguna es un tema de preocupación para la comunidad? *Si*

POR LOS ECOSISTEMAS, POR TURISMO.

4. ¿Existen registros de monitoreo en la calidad del agua en la laguna?

NO. POR FALTA DE EQUIPOS.

Dimensión 2: Contaminante

5. ¿Qué actividades se llevan a cabo en la laguna las Totoritas y constituyen una fuente de contaminación?

TURISMO.

6. ¿Cuáles son las acciones implementadas respecto a la gestión y disposición de residuos sólidos que podrían contribuir a la contaminación de la Laguna las Totoritas?

COLOCAR CONTENEDORES, GESTIONAR EL RECOJO DE RES.

7. ¿Considera que las actividades humanas son la principal fuente de contaminación en la laguna de las Totoritas? *Si*

TURISMO, PASTOREO.

8. ¿Considera que la comunidad tiene accesibilidad sobre información de las fuentes de contaminación en la Laguna de las Totoritas? *Si*

Dimensión 3: Impacto en la Salud y Medio Ambiente

9. ¿Cree que la contaminación del agua en la laguna representa una amenaza para la salud de la comunidad? *Si, DERMATITIS*

10. ¿Considera que la cantidad de peces en la laguna ha disminuido en los últimos años?

SI

11. ¿Considera que el agua contaminada de la laguna afectaría la disponibilidad de recursos naturales? SI

12. ¿Cuáles serían las medidas más efectivas para mitigar los impactos negativos de la contaminación en la salud y el medio ambiente en la laguna?

MAJOR INFORMACION, RESTRICCION AL VERANEANTE.

Dimensión 4: Participación

13. ¿Cuál es su nivel de participación en las actividades de conservación de la laguna?

COORDINACION CON MUNICIPALIDAD DE MEDIO MUNDO

14. ¿Cree que su contribución puede hacer una diferencia en la calidad del agua de la laguna? SI

AL CONTAR CON UN MULTIPARAMETRO.

15. ¿La comunidad asume la responsabilidad adecuada en la conservación del agua en la laguna? NO.

16. ¿Qué dificultades percibe que impiden la participación de la comunidad en actividades de conservación y mejora de la calidad del agua en la laguna?

POR TENENCIA DE TIERRAS.

Dimensión 5: Gobernanza

17. ¿Reconoce quiénes son las autoridades vinculadas a la gestión ambiental de la laguna?

DISTITAL

18. ¿Considera que las decisiones gubernamentales relacionadas con la laguna son transparentes y accesibles a la comunidad?

NO.

FACTA REFORMA CON LA C.A.H.

19. ¿Considera que las políticas gubernamentales actuales están contribuyendo en la mejora de la calidad del agua en la laguna?

NO.

20. ¿Considera que hay suficiente coordinación entre los diferentes niveles de gobierno para abordar de manera integral los problemas de contaminación en la laguna?

SI, POR PROGRAMAS PRESUPUESTALES

Fuente: Elaboración propia.


GXBOE ARANDA ANDRADE
15724307

3. INSTRUMENTOS

FORMATO N.º 01: GUÍA DE ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA

Título:

- Cuestionario sobre la percepción de las autoridades vinculadas en la gestión de la laguna las Totoritas

Objetivo:

- Obtener la perspectiva de la autoridad vinculada sobre los temas ambientales y las posibles fuentes contaminantes en el área de investigación, identificando proyectos y programas específicos que aborden la problemática. Además, de conocer las oportunidades que considera cruciales para la mejora y preservación del entorno natural en la región.

Instrucciones:

- Esta entrevista es voluntaria de parte de las autoridades vinculadas, la cual aborda temas sobre la gestión y la contaminación ambiental, aportando información más amplia sobre las posibles fuentes contaminantes y la perspectiva gubernamental clave para abordar la problemática ambiental en el área de estudio.

PREGUNTAS:

Datos generales	
Nombre:	Rafael Grimaldo Asencio Arámbur
Cargo:	Gerente Servicios Públicos y Medio Ambiente
Entidad a la que representa:	Municipalidad Distrital de Vicos
Dimensión 1: Calidad del Agua	
1. ¿Considera que la calidad del agua ha tenido un deterioro en comparación con años anteriores?	
NO por que no he sido deteriorado	
2. ¿Considera que la calidad del agua de la Laguna las Totoritas cuenta con agua limpia y saludable para los bañistas?	



El agua es limpia un porcentaje de 70%
3. ¿Considera que la calidad del agua en la laguna es un tema de preocupación para la comunidad?
Si porque no se trata debidamente
4. ¿Existen registros de monitoreo en la calidad del agua en la laguna?
NO porque no hay personal dedicado para dicho monitoreo
Dimensión 2: Contaminante
5. ¿Qué actividades se llevan a cabo en la laguna las Totoritas y constituyen una fuente de contaminación?
limpieza de Residuos solidos semanal
6. ¿Cuáles son las acciones implementadas respecto a la gestión y disposición de residuos sólidos que podrían contribuir a la contaminación de la Laguna las Totoritas?
una capacitacion a los pobladores de dicho distrito como manejar sus residuos solidos para evitar la contaminación
7. ¿Considera que las actividades humanas son la principal fuente de contaminación en la laguna de las Totoritas?
Si porque la misma poblacion lo contaminan.
8. ¿Considera que la comunidad tiene accesibilidad sobre información de las fuentes de contaminación en la Laguna de las Totoritas?
NO cuando la Municipalidad de area de servicios poblos convocan
Dimensión 3: Impacto en la Salud y Medio Ambiente
9. ¿Cree que la contaminación del agua en la laguna representa una amenaza para la salud de la comunidad?
NO asisten

[Firma]

Si es una amenaza para poblacion
10. ¿Considera que la cantidad de peces en la laguna ha disminuido en los últimos años?
Si años atras habia cantidad de peces.
11. ¿Considera que el agua contaminada de la laguna afectaría la disponibilidad de recursos naturales?
Si porque con agua contaminado afecta a los recursos naturales
12. ¿Cuáles serían las medidas más efectivas para mitigar los impactos negativos de la contaminación en la salud y el medio ambiente en la laguna?
Mantener limpio y recoger los residuos. Salidas charlas informativas a la poblacion
Dimensión 4: Participación
13. ¿Cuál es su nivel de participación en las actividades de conservación de la laguna?
Se realiza limpieza de fondo de residuos. Salidas semanales para mantener limpio
14. ¿Cree que su contribución puede hacer una diferencia en la calidad del agua de la laguna?
- recomendar a la poblacion no arrojar basuras en la laguna - prohibir lavar los motos y carros para no contaminar
15. ¿La comunidad asume la responsabilidad adecuada en la conservación del agua en la laguna?
No por falta de capacitacion y charlas informativas
16. ¿Qué dificultades percibe que impiden la participación de la comunidad en actividades de conservación y mejora de la calidad del agua en la laguna?
Falta de charlas informativas para que la poblacion tenga mas cuidado con lagunas

Profes

Dimensión 5: Gobernanza
17. ¿Reconoce quiénes son las autoridades vinculadas a la gestión ambiental de la laguna?
la Municipalidad de Consejo Mayor de Medio Mundo y la Municipalidad distrital de Vicosota
18. ¿Considera que las decisiones gubernamentales relacionadas con la laguna son transparentes y accesibles a la comunidad?
NO porque no tienen comunicación con la población y falta de visitas a la laguna
19. ¿Considera que las políticas gubernamentales actuales están contribuyendo en la mejora de la calidad del agua en la laguna?
NO falta de decisión política no contribuyen por eso a la comunidad
20. ¿Considera que hay suficiente coordinación entre los diferentes niveles de gobierno para abordar de manera integral los problemas de contaminación en la laguna?
NO hay coordinación con otros gobiernos tanto como gobierno regional y central.

Fuente: Elaboración propia


 MUNICIPALIDAD DISTRICTAL DE VICOSOTA
 DISTRITO DE VICOSOTA
 CANTÓN PASTAZA - PROVINCIA DE PASTAZA
 ECUADOR

Anexo 8. Evidencias fotográficas de las entrevistas realizadas



Anexo 9. Validación mediante juicio de expertos



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



VALIDACIÓN MEDIANTE JUICIO DE EXPERTO

TÍTULO: "IDENTIFICACIÓN DE FUENTES CONTAMINANTES Y EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA "LAS TOTORITAS" EN VEGUETA, 2024".

APELLIDO Y NOMBRE DEL INVESTIGADOR: GUZMAN GARCIA, ALONSO / SANTOS HUACANI, KEVIN

INSTRUMENTOS A VALIDAR: Guía de observación, guía de entrevista y formatos de monitoreo.

JUICIO DE EXPERTO:

1. La opinión que usted brinde es personal y sincera.
2. Marque con un aspa "X" dentro del cuadro de valoración, solo una vez por cada criterio según su opinión respecto al cuestionario.

Escala de valoración:

(1) Muy malo, (2) Malo, (3) Regular, (4) Bueno, (5) Muy bueno.

Nº	CRITERIOS	VALORACIÓN				
		1	2	3	4	5
1	Claridad: Está formulado con el lenguaje apropiado y comprensible.					X
2	Objetividad: Permite medir hechos observables.					X
3	Actualidad: Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología.					X
4	Organización: Presentación ordenada.					X
5	Suficiencia: Comprende los aspectos en cantidad y claridad.					X
6	Pertinencia: Permite conseguir datos de acuerdo a objetivos.					X
7	Consistencia: Permite conseguir datos basados en modelos teóricos.					X
8	Coherencia: Hay coherencia entre las variables, indicadores e ítems.					X
9	Metodología: La estrategia responde al propósito de la investigación.					X
10	Aplicación: Los datos permiten un tratamiento estadístico pertinente.					X

CONSIDERACIONES GENERALES	GENERALIDAD				
	1	2	3	4	5
Las instrucciones se entienden y orientan para lograr responder el cuestionario.					X
La secuencia de los ítems es lógica.					X
La cantidad de ítems es la adecuada.					X

Validación: 65/65= 100 %

Fecha: 31 de marzo del 2024

Observaciones: Instrumentos aplicables.

Apellidos y Nombres del Juez Experto: Arévalo Villafuerte Yennifeer Yuliana

DNI : 72664499

CIP : 238411

Especialidad de Juez Experto : Ingeniera ambiental

Grado del Juez Experto : Maestro (a) Ecología y Gestión Ambiental


YENNIFEER YULIANA
AREVALO VILLAFUERTE
Ingeniera Ambiental
CIP Nº 238411



VALIDACIÓN MEDIANTE JUICIO DE EXPERTO

TÍTULO: "IDENTIFICACIÓN DE FUENTES CONTAMINANTES Y EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA "LAS TOTORITAS" EN VEGUETA, 2024".

APELLIDO Y NOMBRE DEL INVESTIGADOR: GUZMAN GARCIA, ALONSO / SANTOS HUACANI, KEVIN

INSTRUMENTOS A VALIDAR: Guía de observación, guía de entrevista y formatos de monitoreo.

JUICIO DE EXPERTO:

1. La opinión que usted brinde es personal y sincera.
2. Marque con un aspa "X" dentro del cuadro de valoración, solo una vez por cada criterio según su opinión respecto al cuestionario.

Escala de valoración:

(1) Muy malo, (2) Malo, (3) Regular, (4) Bueno, (5) Muy bueno.

N°	CRITERIOS	VALORACION				
		1	2	3	4	5
1	Claridad: Está formulado con el lenguaje apropiado y comprensible.					x
2	Objetividad: Permite medir hechos observables.					x
3	Actualidad: Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología.					x
4	Organización: Presentación ordenada.					x
5	Suficiencia: Comprende los aspectos en cantidad y claridad.					x
6	Pertinencia: Permite conseguir datos de acuerdo a objetivos.					x
7	Consistencia: Permite conseguir datos basados en modelos teóricos.					x
8	Coherencia: Hay coherencia entre las variables, indicadores e ítems.					x
9	Metodología: La estrategia responde al propósito de la investigación.					x
10	Aplicación: Los datos permiten un tratamiento estadístico pertinente.					x

CONSIDERACIONES GENERALES	GENERALIDAD				
	1	2	3	4	5
Las instrucciones se entienden y orientan para lograr responder el cuestionario.					x
La secuencia de los ítems es lógica.					x
La cantidad de ítems es la adecuada.					x

Validación: $65/65 = 100\%$

Fecha:

Observaciones:

Apellidos y Nombres del Juez Experto : Tania Ivette Méndez Izquierdo

DNI : 46925087

CIP : 185644

Especialidad de Juez Experto : Ing. Ambiental

Grado del Juez Experto : Magister


.....
TANIA IVETTE MENDOZA
Ingeniera Ambiental
CIP 185644
Firma y sello



VALIDACIÓN MEDIANTE JUICIO DE EXPERTO

TÍTULO: "IDENTIFICACIÓN DE FUENTES CONTAMINANTES Y EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA "LAS TOTORITAS" EN VEGUETA, 2024".

APELLIDO Y NOMBRE DEL INVESTIGADOR: GUZMAN GARCIA, ALONSO / SANTOS HUACANI, KEVIN

INSTRUMENTOS A VALIDAR: Guía de observación, guía de entrevista y formatos de monitoreo.

JUICIO DE EXPERTO:

1. La opinión que usted brinde es personal y sincera.
2. Marque con un aspa "X" dentro del cuadro de valoración, solo una vez por cada criterio según su opinión respecto al cuestionario.

Escala de valoración:

(1) Muy malo, (2) Malo, (3) Regular, (4) Bueno, (5) Muy bueno.

Nº	CRITERIOS	VALORACION				
		1	2	3	4	5
1	Claridad: Está formulado con el lenguaje apropiado y comprensible.					X
2	Objetividad: Permite medir hechos observables.					X
3	Actualidad: Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología.				X	
4	Organización: Presentación ordenada.					X
5	Suficiencia: Comprende los aspectos en cantidad y claridad.					X
6	Pertinencia: Permite conseguir datos de acuerdo a objetivos.				X	
7	Consistencia: Permite conseguir datos basados en modelos teóricos.				X	
8	Coherencia: Hay coherencia entre las variables, indicadores e ítems.				X	
9	Metodología: La estrategia responde al propósito de la investigación.					X
10	Aplicación: Los datos permiten un tratamiento estadístico pertinente.				X	

CONSIDERACIONES GENERALES	GENERALIDAD				
	1	2	3	4	5
Las instrucciones se entienden y orientan para lograr responder el cuestionario.					X
La secuencia de los ítems es lógica.				X	
La cantidad de ítems es la adecuada.					X

Validación: $59/65=90.77\%$

Fecha: 15/04/24

Observaciones: Instrumentos aplicables.

Apellidos y Nombres del Juez Experto: Martel Solórzano Gabriel Francisco

DNI : 47233818

CIP : 194339

Especialidad de Juez Experto : Ingeniero Ambiental

Grado del Juez Experto : Bachiller


GABRIEL FRANCISCO
MARTEL SOLÓRZANO
INGENIERO AMBIENTAL
Reg. CIP N° 194339

.....
Firma y sello

Anexo 12. Resultados de los parámetros evaluados en los puntos de monitoreo



SAG

LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL ORGANISMO
INTERNATIONAL ACCREDITATION
SERVICE, INC. - IAS
CON REGISTRO TL-951



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 047



Registro N° LE - 047

INFORME DE ENSAYO N° 1900347-2025 CON VALOR OFICIAL

II. RESULTADOS:

Producto declarado	Agua superficial	Agua superficial	Agua superficial
Matriz analizada	Agua natural	Agua natural	Agua natural
Fecha de muestreo	2025-01-20	2025-01-20	2025-01-20
Hora de inicio de muestreo (h)	09:30	10:10	11:30
Coordenadas UTM WGS 84 18L	0209946.98E 8786503.4N	0209893.04E 8786471.2N	0209862.86E 8786440N
Altitud (msnm)	09	07	06
Descripción del punto de muestreo	Punto ubicado a 15 m. de la entrada de agua a la laguna "Las Totoritas".	Punto ubicado en la zona central de la laguna "Las Totoritas".	Punto ubicado en la zona final de la laguna "Las Totoritas".
Condiciones de la muestra	Preservada / refrigerada.	Preservada / refrigerada.	Preservada / refrigerada.
Código del Cliente	LT-01	LT-02	LT-03
Código del Laboratorio	25012614	25012615	25012616
ENSAYO ACREDITADO ANTE IAS-951			
Ensayos	Unidades	Resultados	
Giardia spp ² (Giardia intestinalis/duodenalis)	Quistes/L	<1	<1
ENSAYOS ACREDITADOS ANTE INACAL-DA (SEDE LIMA 1)			
Ensayos	Unidades	Resultados	
pH (medición en campo)	Unid. pH	8.23	8.35
Temperatura (medición en campo)	° C	24.8	24.7
Conductividad (medición en campo)	µS/cm	2240	2190
Oxígeno Disuelto OD (medición en campo)	O ₂ mg/L	8.4	8.0
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	mg/L	<2.00	<2.00
Fósforo Total o fósforo (P)	P mg/L	<0.013	0.032
Nitratos	NO ₃ - N mg/L	20.23	18.8
SAAM (Detergentes)	mg/L	<0.050	<0.050
Color ³ (Color verdadero)	CU	<5	<5
Turbiedad	NTU	<0.40	1.5
Numeración de Coliformes Fecales (Coliformes Termotolerantes)	NMP/100mL	170 x 10 ³	540
Numeración de Escherichia coli	NMP/100mL	1600	350
Numeración de Enterococos fecales (Enterococos intestinales)	NMP/100mL	170	49
Detección de Salmonella sp.	A/P/100mL	Ausencia	Ausencia
Vibrio cholerae	A/P/100mL	Ausencia	Ausencia
Código del Cliente		DUPLICADO (LT-02)	Blanco viajero (Bkv)
Código del Laboratorio		25012617	25012619
Ensayos	Unidades	Resultados	
Numeración de Coliformes Fecales (Coliformes Termotolerantes)	NMP/100mL	540	////
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	mg/L	////	<2.00
Recuento de Bacterias Heterotróficas por incorporación ⁴	ufc/mL	////	<1

Medición de conductividad y pH realizada a 25°C.

(2) En la metodología utilizada, para Giardia duodenalis la unidad de conteo es Quiste/L que es equivalente a Organismo /L.

(3) Color Verdadero: CU: unidades de color (1 CU es equivalente a 1 Pt-Co).

(4) Medio de cultivo utilizado PCA, incubación 35°C/48 ± 3 h

////: Ensayo no solicitado.



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL ORGANISMO
INTERNATIONAL ACCREDITATION
SERVICE, INC. - IAS
CON REGISTRO TL-951



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 047



INFORME DE ENSAYO N° 1906100-2025 CON VALOR OFICIAL

II. RESULTADOS

Producto declarado	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial
Matriz analizada	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural
Fecha de muestreo	2025-04-06	2025-04-06	2025-04-06
Hora de inicio de muestreo (h)	14:00	14:50	15:30
Coordenadas UTM-WGS 84 18L	0209862.86 E	0209893.04 E	0209946.98 E
Altitud (msnm)	06	07	09
Descripción del punto de muestreo	Punto ubicado en la zona final de la laguna "LAS TOTORITAS"	Punto ubicado en la zona central de la laguna "LAS TOTORITAS"	Punto ubicado a 15 m. de la entrada a la laguna "LAS TOTORITAS"
Condiciones de la muestra	Refrigerada / Preservada	Refrigerada / Preservada	Refrigerada / Preservada
Código del Cliente	LT-03	LT-02	LT-01
Código del Laboratorio	25040466	25040467	25040468
ENSAYO ACREDITADO ANTE IAS-951			
Ensayos	Unidades	Resultados	
Giardia spp. ² (Giardia intestinalis/duodenalis)	Quistes/L	<1	<1
ENSAYOS ACREDITADOS ANTE INACAL-DA (SEDE LIMA 1)			
Ensayos	Unidades	Resultados	
pH (medición en campo)	Unid. pH	8.43	8.46
Conductividad (medición en campo)	µS/cm	2250	2260
Temperatura (medición en campo)	°C	26.8	26.9
Oxígeno Disuelto DO (medición en campo)	O ₂ mg/L	8.81	8.84
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	mg/L	<2.00	<2.00
Color (Color verdadero) ³	CU	<5	<5
SAAM (Detergentes)	mg/L	<0.050	<0.050
Turbiedad	NTU	1.70	2.20
Nitratos	NO ₃ -N mg/L	10.1	9.9
Fósforo Total o fósforo (P)	P mg/L	0.021	0.022
Vibrio cholerae	A/P/100mL	Ausencia	Ausencia
Detección de Salmonella sp.	A/P/1L	Ausencia	Ausencia
Numeración de Coliformes Fecales (Coliformes Termotolerantes)	NMP/100mL	14 x 10 ³	14 x 10 ³
Numeración de Escherichia coli	NMP/100mL	6.1 x 10 ³	11 x 10 ³
Numeración de Enterococos fecales (Enterococos intestinales)	NMP/100mL	337025	49
Código del Cliente		DUPLICADO (LT-02)	Blanco Viajero (8Kv)
Código del Laboratorio		25040469	25040471
Ensayos	Unidades	Resultados	
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	mg/L	////	<2.00
Numeración de Coliformes Fecales (Coliformes Termotolerantes)	NMP/100mL	17 x 10 ³	////
Recuento de Bacterias Heterotróficas por incorporación ⁴	ufc/mL	////	<1

Medición de conductividad y pH realizada a 25°C.

(2) En la metodología utilizada para Giardia duodenalis la unidad de conteo es Quiste/L que es equivalente a Organismo /L.

(3) Color Verdadero. CU: unidades de color (1 CU es equivalente a 1 Pt-Co).

(4) Medio de cultivo utilizado PCA, incubación 35°C/48 ± 3 h

////: Resultados no solicitados.