

UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y AMBIENTALES



Evaluación de la influencia de las actividades antrópicas en la
calidad del agua del Humedal de Santa Julia, Distrito Veintiséis de
Octubre, Piura, Perú

TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERIO AMBIENTAL

AUTORES

Claudia Isabel Gonza Quito
Edson Waldir Ramos Chiroque

ASESOR

José Luis Sosa León

Morropón, Perú

2026

METADATOS COMPLEMENTARIOS**Datos de los Autores****Autor 1**

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (opcional)	

Autor 2

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (opcional)	

Autor 3

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (opcional)	

Autor 4

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (opcional)	

Datos de los Asesores**Asesor 1**

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (Obligatorio)	

Asesor 2

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (Obligatorio)	

Datos del Jurado

Presidente del jurado

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	

Segundo miembro

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	

Tercer miembro

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	

Datos de la Obra

Materia*	
Campo del conocimiento OCDE Consultar el listado:	
Idioma	
Tipo de trabajo de investigación	
País de publicación	
Recurso del cual forma parte (opcional)	
Nombre del grado	
Grado académico o título profesional	
Nombre del programa	
Código del programa Consultar el listado:	

***Ingresar las palabras clave o términos del lenguaje natural (no controladas por un vocabulario o tesauro).**



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

ACTA N° 016-2026-UCSS/FCAA-DI

Siendo las 04:00 p. m. del 29 de enero de 2026 a través de la plataforma virtual zoom de la Universidad Católica Sedes Sapientiae, el Jurado de Tesis integrado por:

- | | |
|-------------------------------|-----------------|
| 1. Armando Mendoza Centeno | presidente |
| 2. Blanca Aurora Arce Barboza | segundo miembro |
| 3. Irwin David Villar Guevara | tercer miembro |
| 4. José Luis Sosa León | asesor(a) |

Se reunieron para la sustentación virtual de la tesis titulada:

Evaluación de la influencia de las actividades antrópicas en la calidad del agua del Humedal de Santa Julia, Distrito Veintiséis de Octubre, Piura, Perú

Que presenta los bachilleres en **Ciencias Ambientales**

Claudia Isabel Gonza Quito
Edson Waldir Ramos Chiroque

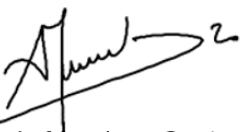
Cumpliendo así con los requerimientos exigidos por el reglamento para la modalidad de titulación; la presentación y sustentación de un trabajo de investigación original, para obtener el Título Profesional de **Ingeniero Ambiental**.

Terminada la sustentación y luego de deliberar, el jurado acuerda:

APROBAR	X
DESAPROBAR	...

La tesis, con el calificativo de **BUENA** y eleva la presente acta al decanato de la **Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales**, a fin de que se declare **EXPEDITA** para conferir el **TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL**.

Lima, 29 de enero de 2026.


Armando Mendoza Centeno
Presidente


Blanca Aurora Arce Barboza
2° miembro


Irwin David Villar Guevara
3° miembro


José Luis Sosa León
Asesor(a)

Anexo 2

CARTA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR DE TESIS CON INFORME DE EVALUACIÓN DEL SOFTWARE ANTIPLAGIO

Morropón, 27 de febrero de 2026

Señor(a),
Jefe del Departamento de Investigación
Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales

Reciba un cordial saludo.

Sirva el presente para informar que la **tesis** bajo mi asesoría, con **título: Evaluación de la influencia de las actividades antrópicas en la calidad del agua del Humedal de Santa Julia, Distrito Veintiséis de Octubre, Piura, Perú**, presentado por Claudia Isabel Gonza Quito (2014101629 y DNI 71297920) y Edson Waldir Ramos Chiroque (2014101646 y DNI 73670690) para optar el **título profesional** de Ingeniero Ambiental ha sido revisado en su totalidad por mi persona y **CONSIDERO** que el mismo se encuentra **APTO** para ser publicado en el Repositorio Institucional Digital.

Asimismo, para garantizar la originalidad del documento en mención, se le ha sometido a los mecanismos de control y procedimientos antiplagio previstos en la normativa interna de la Universidad, **cuyo resultado alcanzó un porcentaje de similitud de 11 %** . Por tanto, en mi condición de asesor(a), firmo la presente carta en señal de conformidad y adjunto el informe de similitud del Sistema Antiplagio Turnitin, como evidencia de lo informado.

Sin otro particular, me despido de usted. Atentamente,



Firma

José Luis Sosa León

DNI N°: 03891414

ORCID: 0000-0001-8149-8063

Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales - UCSS

* De conformidad con el artículo 8°, del Capítulo 3 del Reglamento de Control Antiplagio e Integridad Académica para trabajos para optar grados y títulos, aplicación del software antiplagio en la UCSS, se establece lo siguiente:

Artículo 8°. Criterios de evaluación de originalidad de los trabajos y aplicación de filtros

El porcentaje de similitud aceptado en el informe del software antiplagio para trabajos para optar grados académicos y títulos profesionales, será máximo de veinte por ciento (20%) de su contenido, siempre y cuando no implique copia o indicio de copia.

DEDICATORIA

A Nuestro padre celestial, quien me ha brindado fuerza, sabiduría y resiliencia en cada paso académico y profesional, mostrándome que sus tiempos son perfectos en cada una de las batallas que nos ha tocado librar. A mis progenitores por ser la base esencial de lo que represento, por su total apoyo, confianza, y a quienes dedico con cariño cada uno de mis logros.

Claudia Isabel Gonza Quito

A Dios, por brindarme vida, salud y fortaleza para superar todos los obstáculos y adversidades, a mi madre Lilly Chiroque Estrada, por asumir y enfrentar un rol complicado de ser padre y madre, por su ejemplo de dedicación y trabajo constante, que me inspiro a alcanzar mis metas y seguir adelante para forjar un futuro mejor, por todas sus enseñanzas, paciencia, amor incondicional y sobre todo por estar presente en los momentos difíciles y en cada logro alcanzado. A mi hermano Manuel Ramos Chiroque, por sus consejos y motivación constante para perseguir mis sueños con determinación y perseverancia, me siento muy orgulloso y agradecido con mi familia por formar parte de cada etapa de mi vida.

Edson Waldir Ramos Chiroque

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por estar a nuestro lado y orientarnos durante nuestra vida profesional, por ser nuestro apoyo en los instantes de fragilidad y ofrecer una existencia colmada de su amor incondicional.

Nuestras familias que nos brindaron la educación, nuestro desarrollo, aprendizajes y los valores que definen nuestras vidas.

A las personas que hemos conocido durante nuestro desarrollo profesional por las oportunidades, orientación, apoyo y aprendizajes constantes.

Al Ing. José Sosa por compartir sus enseñanzas, ideas y conocimientos compartidos que contribuyeron a nuestra experiencia en el camino del estudio.

Agradecerle al Programa Nacional de Becas y Crédito Educativo [PRONABEC], por habernos dado la oportunidad de poder lograr nuestro desarrollo profesional.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
ÍNDICE GENERAL	8
ÍNDICE DE TABLAS	11
ÍNDICE DE FIGURAS	12
ÍNDICE DE APÉNDICES.....	13
RESUMEN.....	14
ABSTRACT	15
INTRODUCCIÓN.....	16
OBJETIVOS	19
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	20
1.1. Antecedentes	20
1.2. Bases teóricas especializadas	27
1.2.1. Los Humedales.....	27
1.2.2. Impactos antrópicos sobre los humedales	31
1.2.3. Calidad del agua.....	33
CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS	38
2.1. Descripción de la investigación	38
2.2. Lugar y fecha.....	38
2.3. Población y muestra	39
2.4. Técnicas e instrumentos	40
2.5. Descripción de la investigación	41
2.5.1. Determinar los parámetros físicos-químicos potencial de hidrógeno (pH), temperatura, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, aceites y grasas, demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅), sólidos suspendidos totales (SST) del Humedal de Santa Julia-Piura y compararlos con los ECA para agua categoría 4-Subcategoría E1: Lagunas y lagos.....	41
2.5.2. Determinar la concentración de coliformes termotolerantes en el Humedal de Santa Julia-Piura y compararla con los ECA para agua categoría 4-Subcategoría E1: Lagunas y lagos.....	44
2.5.3. Identificar las actividades antrópicas, los aspectos ambientales y los impactos antrópicos que afectan la calidad del agua a través de la matriz de Leopold.....	45
2.6. Identificación de variables y su mensuración	47

2.7. Análisis estadístico de datos.....	48
2.8. Materiales y equipos	48
CAPÍTULO III: RESULTADOS	50
3.1. Evaluación de los parámetros físicos-químicos (pH, temperatura, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, aceites y grasas, DBO ₅ y sólidos suspendidos totales) del Humedal de Santa Julia-Piura en relación con los estándares de calidad ambiental (ECA) para agua, categoría 4 – Subcategoría E1: Lagunas y lagos, en el periodo de época seca (junio a agosto)	50
3.1.1. Temperatura.....	50
3.1.2. pH.....	51
3.1.3. Oxígeno disuelto (OD).....	52
3.1.4. Conductividad eléctrica.....	53
3.1.5. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO).....	54
3.1.6. Aceites y grasas.....	55
3.1.7. Sólidos suspendidos totales.....	56
3.2. Evaluación de la concentración de coliformes termotolerantes en el Humedal de Santa Julia-Piura en relación con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua, categoría 4 – Subcategoría E1: Lagunas y lagos en el periodo de época seca (junio a agosto).....	57
3.3. Identificación y análisis de las actividades antrópicas, y sus impactos sobre la calidad del agua, utilizando la matriz de Leopold como herramienta de evaluación	58
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN	66
4.1. Evaluación de los parámetros físicos-químicos (pH, temperatura, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, aceites y grasas, DBO ₅ y sólidos suspendidos totales) del Humedal de Santa Julia-Piura en relación con los estándares de calidad ambiental (ECA) para agua, categoría 4 – Subcategoría E1: Lagunas y lagos, en el periodo de época seca (junio a agosto)	66
4.2. Evaluación de la concentración de coliformes termotolerantes en el Humedal de Santa Julia-Piura en relación con los estándares de calidad ambiental (ECA) para agua, categoría 4 – Subcategoría E1: Lagunas y lagos en el periodo de época seca (junio a agosto).....	71
4.3. Identificación y análisis de las actividades antrópicas y sus impactos sobre la calidad del agua, utilizando la matriz de Leopold como herramienta de evaluación	73
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES	78

CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES	79
REFERENCIAS	81
TERMINOLOGÍA.....	92
APÉNDICES	94

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. <i>Categoría de los humedales según Gélvez</i>	27
Tabla 2. <i>Categoría de los humedales según MINAM</i>	28
Tabla 3. <i>Funciones de los humedales</i>	29
Tabla 4. <i>ECA categoría 4, subcategoría el: lagunas y ríos</i>	33
Tabla 5. <i>Grado de valoración de la magnitud e importancia</i>	36
Tabla 6. <i>Técnica e instrumentos para el muestreo del agua del Humedal de Santa Julia</i>	40
Tabla 7. <i>Puntos de monitoreo situados en Humedal de Santa Julia</i>	45
Tabla 8. <i>Variables de estudio</i>	47
Tabla 9. <i>Cantidad del material o equipo utilizado</i>	49
Tabla 10. <i>Análisis de varianza de la temperatura</i>	51
Tabla 11. <i>Análisis de varianza del pH</i>	52
Tabla 12. <i>Análisis de varianza del oxígeno disuelto</i>	53
Tabla 13. <i>Comparación de medias del oxígeno disuelto</i>	53
Tabla 14. <i>Análisis de varianza de la conductividad eléctrica</i>	54
Tabla 15. <i>Análisis de varianza de la demanda bioquímica de oxígeno</i>	55
Tabla 16. <i>Comparación de medias de la demanda bioquímica de oxígeno</i>	55
Tabla 17. <i>Análisis de varianza de aceites y grasas</i>	56
Tabla 18. <i>Análisis de varianza de sólidos suspendidos totales</i>	57
Tabla 19. <i>Comparación de medias de los sólidos suspendidos totales</i>	57
Tabla 20. <i>Análisis de varianza de coliformes termotolerantes</i>	58
Tabla 21. <i>Comparación de medias de coliformes termotolerantes</i>	58
Tabla 22. <i>Resumen del impacto de las actividades antrópicas en los tres meses de estudio</i>	62
Tabla 23. <i>Resumen del impacto en los medios en los tres meses de estudio</i>	62
Tabla 24. <i>Valorización económica de los servicios ecosistémicos del Humedal Santa Julia</i>	65

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. <i>Multiplicación Matriz de Leopold</i>	37
Figura 2. <i>Mapa de ubicación del Humedal de Santa Julia Nota. Elaboración propia a partir de la herramienta ArcGis versión 10.8.</i>	39
Figura 3. <i>Monitoreo del humedal</i>	42
Figura 4. <i>Identificación de actividades antrópicas</i>	46
Figura 5. <i>Media de la temperatura (°C) en los meses de estudio</i>	51
Figura 6. <i>Media del pH en los meses de estudio</i>	52
Figura 7. <i>Media de la conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) en los meses de estudio</i>	54
Figura 8. <i>Media de aceites y grasas (mg/L) en los meses de estudio</i>	56

ÍNDICE DE APÉNDICES

	Pág.
Apéndice 1. Base de datos de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del Humedal Santa Julia.....	94
Apéndice 2. Prueba de normalidad de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del Humedal Santa Julia.....	95
Apéndice 3. Prueba de homocedasticidad de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del Humedal Santa Julia.....	95
Apéndice 4. Resultados de laboratorio de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del Humedal Santa Julia.....	96
Apéndice 5. Certificado de calibración del equipo Multiparámetro	110
Apéndice 6. Cadenas de custodia del monitoreo	111
Apéndice 7. Análisis de varianza (Anova) de la temperatura según los meses de estudio	115
Apéndice 8. Análisis de varianza (Anova) del pH según los meses de estudio	115
Apéndice 9. Análisis de varianza (Anova) del oxígeno disuelto según los meses de estudio	115
Apéndice 10. Matriz Leopold del Humedal de Santa Julia en el mes de junio	116
Apéndice 11. Matriz Leopold del Humedal de Santa Julia en el mes de julio	118
Apéndice 12. Matriz Leopold del Humedal de Santa Julia en el mes de agosto.....	120

RESUMEN

En la evaluación de la influencia de las actividades antrópicas en la calidad del agua del Humedal Santa Julia, distrito Veintiséis de Octubre, Piura, se tomaron muestras de seis puntos estratégicos del humedal en los meses de junio, julio y agosto del año 2024. Los resultados evidenciaron que la temperatura varió de 27,43 a 27,60 °C, el pH varió de 7,91 a 8,17 unidades, el oxígeno disuelto aumentó de 6,21 a 6,58 mg/L, la conductividad varió de 106,03 a 107,62 $\mu\text{S}/\text{cm}$, la demanda bioquímica del oxígeno aumentó de 59,5 a 157,75 mg/L, los aceites y grasas variaron de 5 a 10,01 mg/L, los sólidos suspendidos totales aumentaron de 50,4 a 404 mg/L y la concentración de coliformes termotolerantes aumentó de 3,62 a 5,59 Log₁₀NMP/100 mL en los tres meses de estudio. En cuanto a las actividades antrópicas, la urbanización, la inadecuada disposición de residuos sólidos municipales, la descarga de aguas residuales domésticas, la inadecuada disposición de residuos de construcción, así como la deforestación y pérdida de vegetación ribereña que tuvieron mayor impacto negativo. Se concluyó que en la época seca (meses de junio a agosto), estas actividades antrópicas incrementaron los valores de DBOs, SST, los coliformes, los aceites y grasas.

Palabras clave: Antrópica, Coliformes, Físicos-químicos, Humedal, Leopold.

ABSTRACT

In evaluating the influence of human activities on the water quality of the Santa Julia wetland, in the Veintiséis de Octubre district of Piura, samples were taken from six strategic points in the wetland during June, July, and August of 2024. The results showed that the temperature varied from 27,43 to 27,60 °C, the pH varied from 7,91 to 8,17 units, dissolved oxygen increased from 6,21 to 6,58 mg/L, conductivity varied from 106,03 to 107,62 $\mu\text{S}/\text{cm}$, biochemical oxygen demand increased from 59,5 to 157,75 mg/L, oils and greases varied from 5 to 10,01 mg/L, total suspended solids increased from 50,4 to 404 mg/L, and the concentration of thermotolerant coliforms increased from 3,62 to 5,59 Log₁₀NMP/100 mL over the three months of the study. Regarding anthropogenic activities, urbanization, inadequate disposal of municipal solid waste, discharge of domestic wastewater, inadequate disposal of construction waste, as well as deforestation and loss of riparian vegetation, had the greatest negative impact. It was concluded that during the dry season (June to August), these anthropogenic activities increased the values of BOD₅, TSS, coliforms, and oils and greases.

Keywords: Anthropogenic, Coliforms, Leopold, Physical-chemical, Wetland .

INTRODUCCIÓN

Los humedales constituyen uno de los ecosistemas más importantes para los seres humanos ya que ofrecen diversos servicios que contribuyen con la subsistencia, especialmente de las poblaciones circundantes, entre los principales servicios se encuentran la producción artesanal de totora, la pesca de especies para el consumo humano, ecoturismo, educación ambiental, entre otras actividades (Villagra, 2017). Además, son hábitats esenciales para la supervivencia de distintas especies de flora y fauna, ya que actúan como esponjas, absorbiendo y reteniendo el agua de lluvias y las aguas subterráneas, protegiendo las costas de las erosiones e inundaciones (Gokce, 2019).

Es importante señalar que los humedales están siendo destruidos a un ritmo alarmante, lo que pone en peligro a muchas especies de plantas y animales que dependen de estos ecosistemas (Chakraborty *et al.*, 2023). Un ejemplo de esto son los humedales de Ventanilla - Perú, que fueron impactados por la actividad humana, principalmente por actividades de ocio cuyo muestreo realizado entre agosto del 2014 y julio 2015, evidenció un alto impacto antrópico por la presencia de coliformes termotolerantes y totales, *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. *Enterococcus faecalis* y *Vibrio* spp. (Rodríguez *et al.*, 2017). Esta situación refleja una tendencia alarmante que también afecta a otros humedales del Perú, como los ubicados en el departamento de Piura.

En los humedales, las amenazas graves son: la destrucción de su hábitat y la disminución de la calidad de agua; causado por la construcción de carreteras, edificios, represas y otras infraestructuras, la polución del aire, agua y suelo, así como, el vertimiento de aguas servidas y la urbanización (Villagra, 2017). Estos problemas son el resultado de la consolidación del sector industrial y el “boom” pesquero, originados a mediados del siglo XX, que a su vez han generado los procesos de expansión urbana y la pérdida de un 65 % de la superficie total de los humedales costeros del departamento de Piura (Abad, 2019).

El departamento de Piura posee ecosistemas hídricos importantes, como los Manglares de San Pedro de Vice, Chuyillache, de la Bocana de Miramar, las lagunas de Ramón y Ñapique, laguna La Niña, laguna de los Patos, el Estuario de Virrilá, Letirá, los reservorios de Poechos y Los Ejidos (Mendoza, 2019), además, la región cuenta con “Los Humedales de Santa Julia”, los cuales poseen escasa valorización por parte de la ciudadanía en general, autoridades municipales y el gobierno central. La construcción de viviendas dentro del área del humedal, junto con la disposición inadecuada de residuos sólidos y el vertimiento de aguas residuales, ha generado contaminación que afecta la calidad del agua (Castagnino, 2015). Además, la proliferación de asentamientos irregulares y la tala indiscriminada de árboles han provocado una reducción significativa del espacio natural del humedal (Noriega, 2021). Esto es evidenciado por Saavedra (2021), en su estudio titulado “Evaluación del impacto ambiental del ecosistema frágil costero Humedal Santa Julia del Distrito Veintiséis de Octubre-Piura”, que concluye que el impacto total generado por estas actividades antrópicas desarrolladas en el humedal representa un riesgo eminente de desaparición del humedal.

La carencia de información, la escasa valorización por parte de la ciudadanía y los gobernantes ha generado que el humedal se encuentre en situación de abandono, carezca de protección legal, programas de conservación, monitoreos de calidad e investigaciones (Castagnino, 2015). A fin de abordar la problemática, la presente investigación evalúa la influencia de las actividades antrópicas en la calidad del agua del Humedal de Santa Julia, Distrito Veintiséis de Octubre-Piura, evaluando la concentración de los parámetros físico químicos y parámetros biológicos mediante la obtención de muestras de agua de acuerdo a lo establecido por la Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA, de igual forma se identificaron las actividades antrópicas que afectan la calidad del agua del humedal.

La investigación es importante porque presenta información nueva y relevante, que no se había obtenido por estudios previos donde analicen el impacto de las actividades humanas en el Humedal de Santa Julia. Los resultados obtenidos servirán como base científica para implementar medidas de conservación y gestión sostenible del humedal, además de convertirse en un antecedente para futuras investigaciones. Este trabajo se divide en seis capítulos: el primer capítulo presenta el contexto teórico que respalda los estudios realizados

en el ámbito local, nacional e internacional, y las bases teóricas clave para la investigación. En el segundo capítulo, se detallan los materiales y métodos utilizados en la investigación, y se describe la metodología empleada. El tercer capítulo presenta los datos obtenidos, mientras que en el cuarto se discuten los resultados con otras investigaciones. El quinto capítulo muestra las conclusiones, y el último capítulo presenta sugerencias que favorecen la conservación y protección de este humedal.

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar la influencia de las actividades antrópicas en la calidad del agua del Humedal de Santa Julia, Distrito Veintiséis de Octubre-Piura.

Objetivos específicos

- Evaluar los parámetros físico-químicos (pH, temperatura, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, aceites y grasas, DBO₅ y sólidos suspendidos totales) del Humedal de Santa Julia-Piura en relación con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua, categoría 4 – Subcategoría E1: Lagunas y lagos, en el periodo de época seca (junio a agosto).
- Evaluar la concentración de coliformes termotolerantes en el Humedal de Santa Julia-Piura en relación con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua, categoría 4 – Subcategoría E1: Lagunas y lagos en el periodo de época seca (junio a agosto).
- Identificar y analizar las actividades antrópicas y sus impactos sobre la calidad del agua, utilizando la matriz de Leopold como herramienta de evaluación.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

Internacionales

Mpandeli *et al.* (2024) realizaron el estudio titulado “Evaluación del impacto del uso del suelo modificados antropogénicamente en la salud de los humedales: caso de la cuenca de la presa Witbank en Sudáfrica” con el objetivo de evaluar el efecto del uso del suelo modificado por el hombre en los ecosistemas de humedales y la calidad del agua. El estudio fue no experimental con enfoque cuantitativo. Los investigadores emplearon el modelado geoespacial, sistemas de información geográfica, datos de teledetección y herramientas de acumulación de escorrentía. La muestra estuvo conformada por 2 900 humedales de la cuenca de la presa Witbank. La metodología consistió en usar suelos modificados por la agricultura, minería y zonas urbanas para evaluar la capacidad de filtración de los humedales. Los resultados del estudio destacaron una grave degradación de la calidad del agua, ya que los humedales filtraron solo el 15 % de los contaminantes, representando un riesgo para la vida acuática. Concluyeron que las actividades antrópicas, principalmente la agricultura, la minería y la expansión urbana, han reducido drásticamente la capacidad de filtración de los humedales en la cuenca de la presa Witbank, limitándola a solo un 15 % de retención de contaminantes. Esto generó una grave degradación de la calidad del agua, favoreciendo la eutrofización, la acumulación de metales pesados y el incremento de residuos orgánicos, lo que representa un riesgo directo para la biodiversidad acuática y la resiliencia ecológica de los humedales.

Rey y Pérez (2023), en su estudio “Evaluación del impacto ambiental del Caño Tigre en su intersección con el barrio Las Américas en la ciudad de Villavicencio”; tuvieron como objetivo realizar una evaluación integral del impacto ambiental con el propósito de identificar y comprender los efectos ambientales y sociales que esta intersección genera, así como proponer estrategias para la preservación. El estudio fue no experimental con enfoque descriptivo-analítico. Las técnicas empleadas para la recolección de información fueron la revisión bibliográfica, observación directa y la aplicación de la matriz de evaluación de

impactos ambientales, siendo esta última el instrumento metodológico principal para valorar cuantitativamente los impactos identificados. La población de análisis estuvo constituida por las condiciones ambientales y sociales del área de influencia directa del Caño Tigre. Los resultados evidenciaron impactos negativos altos, con puntuaciones elevadas en aspectos como deterioro de la seguridad por presencia de personas ajenas (-89), contaminación del agua y afectación de ecosistemas acuáticos (-86), presencia de coliformes, DBO5 y DQO, así como el manejo inadecuado de residuos peligrosos (-86). Los investigadores concluyeron que las actividades antrópicas generaron una degradación crítica del Caño Tigre, manifestada en la contaminación hídrica severa con color amarillento, fuertes olores y alta carga orgánica, la alteración de parámetros físico-químicos como pH ácido, la baja concentración de oxígeno disuelto y presencia de metales pesados, la pérdida de biodiversidad acuática y terrestre con afectación directa a primates (micos, monos cotudos), reptiles (cazadoras, iguanas) y aves (guacharacas), la degradación del paisaje y ocupación del espacio público por acumulación de escombros y residuos, entre otros, lo que representa un riesgo inminente para la resiliencia ecológica de la microcuenca y la salud pública de la población aledaña.

Ríos *et al.* (2023), en su investigación “Determinación de la calidad de agua mediante parámetros físicos, químicos y microbiológicos en la microcuenca Sicalpa, cantón Colta”, Ecuador; tuvo como objetivo determinar la calidad del agua utilizando parámetros físicos, químicos y microbiológicos. La investigación fue de tipo no experimental con enfoque cuantitativo y diseño exploratorio. Para la recolección de información aplicaron técnicas como la revisión bibliográfica, observación directa, muestreo en 24 puntos durante la época seca, análisis geoespacial y análisis de laboratorio. La metodología inició con un análisis geoespacial para determinar la morfometría de la microcuenca. Posteriormente, recolectaron muestras en 24 puntos georreferenciados mediante GPS. Las muestras fueron analizadas en laboratorio, donde evaluaron parámetros como temperatura, pH, turbidez, sólidos disueltos totales, DBO, oxígeno disuelto, fosfatos, nitratos y coliformes fecales. Los resultados de laboratorio mostraron variaciones notables entre la parte alta y baja de la microcuenca, con valores del índice de calidad del agua (ICA) de 67,90; 68,01; 68,07 y 68,42, lo que corresponde a una calidad regular del recurso hídrico. El estudio concluyó que las diferencias encontradas se relacionaron directamente con la influencia de actividades antrópicas que deterioraron progresivamente la calidad del agua en la zona analizada, sin embargo, precisar la conclusión del estudio, acerca de los efectos que evidenciaron que las actividades

antrópicas influyeron directamente en el deterioro progresivo del recurso hídrico, reflejado en: (i) Incremento de nutrientes (fosfatos y nitratos) que favoreció procesos de eutrofización; (ii) la presencia de coliformes fecales que evidenció contaminación microbiológica de origen humano y ganadero; (iii) Aumento de la turbidez y sólidos disueltos totales: redujo la transparencia y calidad visual del agua; (iv) Variaciones en parámetros físico-químicos (pH, DBO, oxígeno disuelto) que alteraron las condiciones naturales del agua, y (v) Deterioro progresivo del recurso hídrico: reflejado en un índice de calidad de agua (ICA) clasificado como regular.

Martínez y Rico (2022) en su estudio “Impactos en la biodiversidad causados por múltiples factores de estrés antropogénicos en los humedales costeros mediterráneos”, España; tuvieron como objetivo evaluar los impactos de diversos estresores antropogénicos en la biodiversidad y los ecosistemas de humedales y lagunas costeras del Mediterráneo. La investigación fue de tipo experimental con enfoque cuantitativo y diseño exploratorio. Los materiales e instrumentos utilizados en el estudio comprendieron el monitoreo de campo y análisis de laboratorio. En la metodología, evaluaron los diferentes estresores y su efecto a cambios fisiológicos, estructurales y poblaciones en los organismos de los humedales mediterráneos. Los autores encontraron que eutrofización, la contaminación química, las especies invasoras, la salinización y el aumento de temperatura tuvieron mayor impacto en los humedales costeros mediterráneos. Los investigadores concluyeron que los humedales costeros mediterráneos son altamente vulnerables a los efectos de múltiples estresores antropogénicos, entre los que destacan la eutrofización, la contaminación química, la introducción de especies invasoras, la salinización y el aumento de la temperatura, los cuales generaron cambios fisiológicos, estructurales y poblacionales en los organismos, afectando la biodiversidad y comprometiendo la estabilidad de estos ecosistemas.

Pérez (2022), en su estudio titulado “Evaluación de la calidad química del agua en el Humedal Urbano Estero el Litre, comunas de La Calera y Nogales, V Región” en Chile; tuvo como objetivo caracterizar los parámetros físicos y químicos del recientemente reconocido Humedal Estero El Litre, para determinar la calidad fisicoquímica del agua. La investigación fue no experimental con un enfoque cuantitativo. Para recolectar información, aplicó técnicas como la revisión bibliográfica, observación directa, muestreo en tres estaciones

(HL1, HL2, HL3), análisis de laboratorio y softwares de teledetección. La metodología fue dividida en tres etapas: la primera consistió en una revisión documental y análisis del área de estudio; la segunda comprendió un muestreo puntual para el análisis de parámetros fisicoquímicos en laboratorio; y la tercera implicó la aplicación de índices de calidad de agua (ICA), índices de contaminación (ICO) y la comparación de resultados con normas nacionales e internacionales. El procesamiento de los datos fue realizada mediante estadística descriptiva utilizando el programa Microsoft Excel. Los resultados indicaron que el índice de calidad de agua objetivo fue de 1,65 en las estaciones, lo cual representó un nivel de calidad media. No obstante, los análisis evidenciaron una elevada mineralización y altos niveles de fósforo (0,435 mg/L en HL1), generando eutrofización. El autor concluyó que las actividades antrópicas, principalmente la descarga de RILes de la empresa Sopraval, la actividad agrícola y la presencia de ganado, generaron una condición eutrófica e hipóxica en el humedal urbano Estero El Litre, limitando la calidad del agua a un nivel regular-bueno según los índices de calidad aplicados. Esto generó un deterioro significativo en parámetros como el oxígeno disuelto, la presencia de coliformes fecales y sólidos suspendidos en puntos focalizados, lo que representa un riesgo para la biodiversidad y la funcionalidad ecológica del humedal. Además, identificó una alta contaminación por mineralización y un estado trófico eutrófico, agravado por la escasez hídrica regional, que acentúa la dependencia del humedal de los aportes antrópicos para su subsistencia.

Nacionales

Soto y Nieto (2024) en su investigación titulada “Evaluación de la calidad del agua en el humedal costero Pantanos de Villa, Chorrillos, Perú”; tuvieron como objetivo evaluar la calidad del agua superficial y subterránea en el humedal, analizando parámetros fisicoquímicos. El estudio fue descriptivo, transversal con diseño no experimental. Los investigadores emplearon el multiparámetro portátil WTW modelo Multiline 3630 para la recolección de datos. La muestra estuvo constituida por 14 estaciones de muestreo (6 lagunas, 4 aguas subterráneas y 4 manantiales). La metodología consistió en medir el pH, conductividad y oxígeno disuelto del humedal para luego comparar los resultados con los ECA. El tratamiento de datos fue descriptivo con tablas de medias obtenidas de Microsoft Excel. Los resultados evidenciaron que el pH varió de 6,71 a 9,78 unidades de pH; la conductividad eléctrica de 2500 a 45 233 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y el oxígeno disuelto de 0,12 a 19,59 mg/L. Asimismo, indicaron que los vertimientos de efluentes industriales sin tratamiento e

informales y la disposición de residuos de construcción y demolición aumentan la conductividad eléctrica. Finalmente, concluyeron que el humedal no cumplió con los parámetros de conductividad eléctrica y pH establecidos en los ECA. Los autores concluyeron que las actividades antropogénicas como vertimientos de aguas residuales domésticas e industriales, disposición inadecuada de residuos y actividades de lavado, generaron un deterioro progresivo del ecosistema entre 2018 y 2022. La presencia de metales como el boro y el selenio, persistentes y bioacumulables, representa un riesgo directo para especies acuáticas clave como *Ceriodaphnia dubia*, *Phragmites australis* y *Anas platyrhynchos*, poniendo en peligro la sostenibilidad del humedal y sus objetivos de conservación como área natural protegida.

Alcocer (2023) en el estudio “Impactos de las actividades antropogénicas sobre la calidad del agua del río Charanal, provincia de Morropón – Piura, 2021”, Piura, Perú; tuvo como objetivo identificar los impactos de las actividades agrícolas y domésticas sobre la calidad del agua del río Charanal, provincia Morropón, departamento Piura, 2021. El estudio fue no experimental, descriptivo y de corte transversal. Los instrumentos para la recolección de información fueron la observación de campo, historias orales y registro de campo. La población estuvo constituida por la fuente natural de agua del río Charanal, en tanto la muestra correspondió a seis estaciones de monitoreo. La metodología consistió en establecer los puntos de monitoreo, identificar las actividades antropogénicas y realizar monitoreos de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en los meses de mayo y agosto del 2021. El tratamiento de los datos fue realizado mediante un tablas de medias y desviaciones estándar generadas en Microsoft Excel 2016. Los resultados evidenciaron un nivel moderado de impacto ambiental del agua del río Charanal, con un valor cuantitativo de -46. El pH aumentó de 7,11 a 8,48 unidades de pH; la temperatura descendió de 25,07 a 22,40; la conductividad aumentó de 260,80 a 588,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$, los sólidos suspendidos totales descendieron de 90,7 a 40,7 mg/L, el oxígeno disuelto aumentó de 5,07 a 8,13 mg/L; en tanto, los coliforme termotolerantes disminuyeron de 2,65 a 2,02 Log₁₀NMP/100 mL. El investigador concluyó que las actividades antrópicas mencionadas han afectado significativamente la calidad del agua del río Charanal. Esto se reflejó en niveles elevados de coliformes termotolerantes y *Escherichia coli* en puntos cercanos a las zonas de captación de agua para consumo humano y riego de vegetales, lo que representa un riesgo directo para la salud de la población y la sostenibilidad ambiental.

Celi (2021), en su estudio titulado “Impacto de las actividades antrópicas sobre la calidad del agua del manantial El Buitre, Chirinos, distrito de Suyo-Ayabaca, 2020”, Ayabaca, Piura; tuvo como propósito analizar cómo las actividades humanas afectan la calidad del agua en el manantial El Buitre. La investigación fue descriptiva y no experimental. La muestra fue tomada de los cuerpos de agua presentes en el manantial. La metodología incluyó la recolección de muestras de agua en tres ubicaciones a lo largo del cauce, seguida del análisis de variables fisicoquímicas y microbiológicas, y finalmente, evaluaron los impactos de actividades humanas utilizando la matriz de Leopold. Los resultados mostraron que las concentraciones de sólidos totales disueltos oscilaron entre 240 y 582 mg/L; estas cifras no superaron el límite de 1 000 mg/L establecido por el ECA de agua del MINAM-2017. Adicionalmente, observaron variaciones en las concentraciones de sólidos disueltos totales en los tres lugares de muestreo, siendo la estación AG-03 la que registró la mayor cantidad. El pH mantuvo el valor de 7,85 unidades de pH; los sólidos totales disueltos fueron de 324,33 mg/L, la conductividad eléctrica fue de 648,78 $\mu\text{S}/\text{cm}$, la temperatura alcanzó los 20,7 °C, la turbidez de 10 UNT y la dureza total fue de 197,22 mg/L. El estudio de Celi (2021) evidenció que las actividades antrópicas impactaron negativamente en la calidad del agua del manantial El Buitre, generando un incremento de la turbidez que superó los límites establecidos por el ECA para aguas destinadas al consumo humano. Este deterioro compromete la potabilidad del recurso hídrico, representa un riesgo para la salud de la población y refleja la presión directa de las acciones humanas sobre el ecosistema del manantial.

Hoyos (2021), en su estudio titulado “Determinación del estado de conservación del humedal Huacho”, Huara, Perú; tuvo como finalidad evaluar el estado de conservación del humedal Huacho-Hualmay-Carquín. Para ello, empleó imágenes satelitales del sensor Landsat 5 TM y Landsat 8 OLI, el estudio de componentes biológicos (flora vascular y la ornitofauna), con monitoreos y la comparación con la categoría E1 (Lagos y lagunas) ECA -2017 establecidos mediante D.S. N° 004-2017- MINAM analizó la calidad del agua. Los resultados revelaron una reducción de 7,14 ha en la extensión del humedal, y 45 especies de aves. El pH mantuvo su neutralidad con un valor de 7, encontrándose dentro del ECA, la temperatura no presentó irregularidades con un promedio de 27,78 °C, para la conductividad; obtuvo resultados fuera del ECA con 1 970 $\mu\text{S}/\text{cm}$, para el oxígeno disuelto los puntos cuatro y seis estuvieron fuera del ECA, los sólidos totales en suspensión no sobrepasaron el ECA puesto que

arrojaron valores inferiores a 10 mg/L, la concentración de fósforo total fue mínima en el punto uno y dos con 0,01 mg/L y 0,02 mg/L, correspondientemente; asimismo, el autor no evidenció la presencia de coliformes termotolerantes en el agua del humedal. El autor concluyó que el humedal Huacho-Hualmay-Carquín cumplió con los ECA. El estudio permitió concluir que las actividades antrópicas, principalmente la disposición inadecuada de residuos de construcción y sólidos, el lavado de ropas y vehículos, y el pastoreo, han reducido drásticamente la superficie del humedal Huacho-Hualmay-Carquín en 7,14 ha durante un período de 33 años, limitando su capacidad de albergar biodiversidad y proveer servicios ecosistémicos.

Saavedra (2021), en su estudio titulado “Evaluación del impacto ambiental del ecosistema frágil costero Humedal Santa Julia del Distrito Veintiséis de Octubre”, Piura, Perú; tuvo como objetivo identificar los impactos ambientales y las causas. La metodología consistió en un enfoque mixto cualitativo-cuantitativo alineado a la normatividad peruana del SEIA (Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental), donde el investigador inició con visitas de campo para recopilar datos primarios sobre el ecosistema y causas antropogénicas, identificando impactos en componentes físicos, bióticos y sociales mediante herramientas estandarizadas como la matriz de Leopold (causa-efecto). Los resultados de la matriz de Leopold revelaron un impacto general de -1 511, correspondiendo -842 al medio físico; -428 a la fauna terrestre y flora -241 al medio social. El investigador concluyó que el impacto total generado por las condiciones ambientales constituyó un riesgo negativo alto al Humedal de Santa Julia, asimismo, el autor indicó que de no mitigarse las condiciones ambientales preexistentes que generan la alteración y modificaciones como los materiales de construcción/demolición, expansión de la población de los AA.HH, residuos sólidos municipales, y la ausencia de conciencia ambiental por parte de los pobladores, el humedal estaría expuesto a un riesgo eminente de desaparición. Esto ha provocado alteraciones en la calidad del agua, el suelo, el paisaje y la biodiversidad, con riesgos de fragmentación de hábitat, pérdida de cobertura vegetal y contaminación por lixiviados, lo que compromete la sostenibilidad del humedal y su capacidad para albergar especies de flora y fauna, incluyendo aves migratorias y endémicas.

1.2. Bases teóricas especializadas

1.2.1. Los Humedales

Son extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, con extensiones de agua marina cuya profundidad de marea baja no supera los seis metros (Ramsar, 2018). Los humedales son ecosistemas de transición entre ambientes terrestres y acuáticos, caracterizados por la presencia de agua permanente o temporal, suelos hídricos y comunidades biológicas adaptadas a estas condiciones, desempeñando funciones esenciales como la regulación hídrica, la depuración de contaminantes y el mantenimiento de la biodiversidad (Balwan y Kour, 2021; Chakraborty *et al.*, 2023).

Según Gélvez (2018) los humedales se clasifican en cinco tipos (Tabla 1).

Tabla 1

Categoría de los humedales según Gélvez

Categoría	Humedales
Marinos	Humedales, lagunas, costas, arrecifes de tipo costeros
Estuarios	Deltas, marismas y manglares.
Lacustres	Humedales lacustres
Ribereños	Humedales asociados a ríos y arroyos.
Palustres “pantanosos”	Marismas, pantanos y ciénagas.

Nota. Elaboración propia a partir de Gélvez (2018). Valoración económica de los humedales, p. 22. <https://doi.org/10.2307/j.ctv14rmp61>

La Resolución Ministerial N° 051-2014-MINAM (2014) define a los humedales como “extensiones o superficies cubiertas o saturadas de agua bajo un régimen hídrico natural o artificial, temporal o permanente, dulce, salobre o salado, y que albergan comunidades biológicas características, que proveen servicios ecosistémicos” (pp. 2-3).

En Perú, el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2015) clasifica en tres categorías a los humedales según se detalla en la Tabla 2.

Tabla 2

Categoría de los humedales según MINAM

Categoría	Tipos de humedales
Humedales costeros	Manglares, estuarios, albuferas, deltas, pantanos y oasis.
Humedales andinos	Lagos, las lagunas, los bofedales, los manantiales, los puquios, las turberas, los humedales de paramos, los kársticos andinos.
Humedales amazónicos	Los pantanos amazónicos (aguaje, renacales, pungales, pantanos de palmeras, pantanos herbáceos, pantanos arbustivos) los bosques de tahuampa, sabana inundable de palmeras, varillas húmedas

Nota. Elaboración propia a partir de MINAM (2015). Estrategia Nacional de Humedales, p. 10. <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2015/01/Anexo-Decreto-Supremo-N%C2%B0-004-2015-MINAM2.pdf>

Es importante mencionar que la categorización internacional y nacional de los humedales varían. Sin embargo, Moreno e Infante (2016), mencionan que estos ecosistemas deben cumplir con una o más de las siguientes características:

- Presentar láminas o capas de agua pocos profundas o subterráneas, ya sea permanente o temporal.
- Los suelos deben ser hidromorfos, es decir tener características de suelos saturados durante parte del año o todo el año.
- Poseer vegetación acuática hidrófita, es decir plantas que requieran de inundación para crecer y reproducirse.

Los humedales desempeñan diferentes funciones como almacenar el agua; mitigar tormentas y crecidas; aminorar las sequías; estabilizar las costas y controlar la erosión; recarga y descarga de acuíferos; depurar las aguas; retener los nutrientes, sedimentos y contaminantes; y estabilizar las condiciones climáticas locales, particularmente lluvia y temperatura (Shuqing y Verhoeven, 2019). Según Álvarez (2016), las funciones que cumplen los humedales pueden ser hidrológicos, biogeoquímicos, de hábitat y cadena alimenticia (Tabla 3).

Tabla 3*Funciones de los humedales*

Función	Descripción
Hidrología	Agua: almacenamiento de agua Nivel freático: mantenimiento del nivel freático
Biogeoquímico	Transformación y ciclo de los elementos Retención y eliminación de sustancias disueltas Acumulación de sedimentos inorgánicos
Hábitat y cadena alimenticia	Mantenimiento de comunidades vegetales características Mantenimiento del flujo de energía característico

Nota. Elaboración propia a partir de Álvarez (2016). Determinación analítica de detergentes en las aguas de los Pantanos de Villa, pp. 18-19. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/7570>

Características de los humedales

Hidrología. Según Álvarez (2016), los humedales son cuerpos de agua lénticos que permanecen en un mismo lugar sin correr ni fluir, estancadas dentro de la depresión del terreno donde se ubica. El agua de los humedales proviene de diferentes fuentes, a través del escurrimiento permanente o temporal de los ríos y caños, del manto freático (agua subterránea), de las precipitaciones directas sobre los humedales, y por último de las mareas (Moreno e Infante, 2016).

Suelos. Los humedales poseen suelos con condiciones anaeróbicas, donde la circulación de oxígeno disminuye por la saturación de los poros del suelo por el agua, por ello es un suelo de características particulares, en el que se realizan diferentes transformaciones químicas que dan lugar a los diversos servicios ecosistémicos que brindan los humedales, además de ser matriz que alberga los nutrientes necesarios para el crecimiento de plantas y por ende la proliferación de vida acuática (Gokce, 2019).

Fauna. Los humedales cuentan con la presencia de peces, crustáceos y alta biomasa de aves y mamíferos, especialmente aves residentes y migratorias neotropicales y neárticas (Gamarra, 2021). Entre las aves de los humedales costeros de Piura destacan: *Myiarchus semirufus* “copetón rufo”, *Phytotoma raimondii* “Cortarrama peruana”, *Mycteria americana* (“garzon” y “Cigüeña Gabán”), *Sternula lorata* “gaviotín peruano”, *Pelecanus thagus*

“pelicano peruano”, *Sula variegata* “piquero peruano” (Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre [SERFOR], 2019).

Flora. En los márgenes de los pantanos crecen vegetaciones parcialmente sumergidas, destacando especies acuáticas hidrófilas: “juncos” *Scirpus limensis* y *Scirpus* spp. y “totoras” *Typha domingensis* y *Typha angustifolia*. También se encuentran plantas hidrófitas que son un tipo de vegetación presente en los humedales, base de la cadena trófica de estos ecosistemas. Las plantas de los humedales son hábitat “estructural crítico” para grupos taxonómicos como las bacterias epifitas, perifiton y peces (Shuqing y Verhoeven, 2019).

Importancia de los humedales

Los humedales ofrecen diferentes tipos de servicios ecosistémicos a la humanidad de allí radica su importancia de su conservación y adecuado manejo. Entre los servicios que ofrece son: abastecimiento de alimentos, agua dulce, fibras energéticas, gestión del agua, prevención de la contaminación, defensa contra la erosión, productos bioquímicos y material genético; regulación del clima, peligros naturales; cultural espiritual, sustento de la biodiversidad, formación del suelo y ciclo de los nutrientes y polinización (Xu *et al.*, 2020). Además, los humedales son considerados como los riñones del planeta porque regulan el clima, protegen las cuencas y son almacenadores de grandes cantidades de carbono (Ye *et al.*, 2021).

A pesar de su importancia, los humedales son los ecosistemas más amenazados del mundo, experimentan cambios constantes, sobre todo los ubicados en entornos urbanos, producto de agentes externos de origen antrópico uno de estos factores ambientales que genera cambios en su estética y funcionalidad (Hoyos, 2021).

Humedal de Santa Julia

En el distrito de Veintiséis de Octubre, departamento de Piura, se encuentra el Humedal de Santa Julia con una extensión de 12 hectáreas localizadas entre los 5° 12' 5.24" S, 80° 39' 48.23" O (Norte) y 5° 12' 24. 43" S, 80° 39' 52,52" O (Sur) a 23 m s.n.m. El clima

predominante en esta zona es subtropical seco con precipitaciones estacionales de 80 mm/año en los meses de diciembre a marzo (SERFOR, 2019).

Este humedal posee aproximadamente 90 especies de aves, destacando 16 aves migratorias, de acuerdo a la legislación peruana vigente los Humedales de Santa Julia cuentan con siete especies que se encuentran incluidas en el Apéndice II del CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres) (Sociedad Peruana de Derecho Ambiental [SPDA], 2019). El Humedal de Santa Julia, ubicado en el distrito de Veintiséis de Octubre, Piura, es un ecosistema de gran importancia ecológica y social, ya que contribuye a la regulación del ciclo hídrico, la recarga de acuíferos y la mitigación de inundaciones, además de actuar como un filtro natural que retiene sedimentos y contaminantes. Asimismo, constituye un hábitat esencial para diversas especies de flora y fauna, incluidas aves migratorias, lo que le otorga un alto valor en términos de biodiversidad. Su proximidad a áreas urbanas incrementa su vulnerabilidad frente a actividades antrópicas, lo que hace imprescindible su conservación y gestión sostenible para garantizar la provisión de servicios ecosistémicos a la población local.

En el contexto de esta investigación, el Humedal de Santa Julia se entiende como un ecosistema natural de almacenamiento temporal de agua en el distrito de Veintiséis de Octubre, Piura, que cumple funciones de regulación hídrica, hábitat de flora y fauna local, y filtración de contaminantes. Operativamente, será considerado como el espacio de estudio donde se evaluará la influencia de las actividades antrópicas sobre la calidad del agua mediante parámetros físico-químicos y microbiológicos, así como la identificación de impactos ambientales a través de la matriz de Leopold.

1.2.2. Impactos antrópicos sobre los humedales

Los humedales son ambientes frágiles, expuestos al deterioro y degradación por agentes externos de origen antrópico y natural, el cambio climático es uno de los factores que contribuye a la aceleración de su pérdida debido al desequilibrio que provoca la alteración de las temperaturas y las precipitaciones a lo largo de los años, otro de los agentes de daño de los humedales son las actividades antrópicas por la falta de conocimiento de su

importancia, en otros casos debido a la alta fertilidad de sus suelos son explotados y convertidos en áreas agrícolas (Chacon, 2020). Los principales factores antrópicos de degradación de los humedales son: el aumento de la población, la sobreexplotación, la conversión del uso de los suelos, ocupación territorial dañando la flora y fauna del lugar, disminución del área natural de los humedales, destrucción de hábitats (Ramsar, 2018).

Los humedales que se ubican en las zonas urbanas experimentan constantes cambios producto de las familias que se encuentran a su alrededor, las industrias y otros medios de vertimiento (conexiones), invasiones de especies, contaminación lumínica, el vertimiento de las aguas residuales y residuos industriales producto de la urbanización en los humedales producen el incremento de los nutrientes y como consecuencia la eutrofización que afecta la diversidad biológica, la biomasa, calidad de agua y los niveles de oxígeno (Gokce, 2019; Ramsar, 2018) .

El Humedal de Santa Julia, es uno de los humedales que se encuentran impactados por las actividades humanas, de hecho se encuentran rodeado por los asentamientos humanos Santa Julia, Jesús de Nazaret, Nuevo Horizonte y por el parque ecológico Kurt Beer e invasiones (La República, 2022), lo que ha generado degradaciones y deforestación por la presencia de asentamientos irregulares en la zona cerca del humedal, además, la tala indiscriminada de árboles ha generado que el espacio natural de los humedales se vea reducido dando pase a un espacio urbanizado y mucho más contaminado debido a que la presencia de estos nuevos asentamientos humanos ha traído consigo contaminación de suelo por residuos y contaminación hídrica por la laguna de oxidación colindante al humedal y el colapso de las aguas residuales debido a la antigüedad de las tuberías (Noriega, 2021).

Es importante señalar que el Humedal Santa Julia fue reconocido como ecosistema frágil por el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR) el 4 de marzo de 2019, mediante la Resolución Directoral N ° 072-2019-MINAGRI-SERFOR (El Peruano, 2019). Sin embargo, en la actualidad los problemas que afectan su conservación persisten como el vertimiento de aguas residuales, disposición de residuos sólidos, y de construcción, la invasión urbana, la delincuencia. No obstante, una de las causas más graves que acelera su

perdida es la falta de planificación, técnicas de manejo, y monitoreos ambientales que aseguren la gestión sostenible, recuperación y políticas de desarrollo para su conservación.

1.2.3. Calidad del agua

La calidad del agua se entiende desde tres puntos de vista, la vista funcional que es la capacidad que tiene el agua de responder a sus usos, la vista ambiental que son las condiciones que le permiten al agua mantener un ecosistema equilibrado y por último la vista descriptiva que es el conjunto de características físicas, químicas y microbiológicas del agua (Robles, 2021). La calidad ambiental del agua en el Perú se determina mediante indicadores físico – químicos, inorgánicos, orgánicos y microbiológico y procedimientos estandarizados establecidos en la Resolución Jefatural N ° 010-2016-ANA (2016), que aprueba el *Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales*.

Para determinar si los resultados de los monitoreos se encuentran dentro de los límites permisibles, se emplea la normativa ECA-Agua, conforme a lo establecido en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM (2017), los cuales son de aplicación obligatoria a los cuerpos de agua del territorio nacional en su estado natural. En el caso de los humedales, se considera la categoría 4, subcategoría E1 (lagunas y ríos). A continuación, se detalla los estándares de la calidad del agua en la Tabla 4.

Tabla 4

ECA categoría 4, subcategoría e1: lagunas y ríos

Parámetro	Unidad	Valor
Grasas y aceites	mg/L	5
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	5
Potencial de hidrogeno	Unid. pH	9,0 a 6,0
Temperatura	°C	Δ 3
Conductividad eléctrica	(μS/cm)	1 000.0
Sólidos suspendidos totales	mg/L	≤ 25
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	1 000

Nota. Elaboración propia a partir de El Peruano (2017). Aprueban ECA para Agua y establecen Disposiciones Complementarias, pp. 18-19. <https://busquedas.elperuano.pe/dispositivo/NL/1529835-2>

Potencial de hidrógeno (pH)

El pH determina la acidez o la alcalinidad del agua, las aguas neutras poseen valores entre 6,5 a 8,5; aguas ácidas, valores por debajo de 6,5, y para aguas básicas, valores por encima de 8,5 (Yehia y Said, 2021). Este parámetro puede alterarse por descargas industriales, uso de fertilizantes y aguas residuales, generando condiciones que afectan la vida acuática y la solubilidad de nutrientes y metales (Garg *et al.*, 2021).

Temperatura (°C)

La temperatura evalúa el calor de un ser u objeto, es expresado en grados centígrados (°C), para su medición se utiliza un termómetro digital o de mercurio. En los cuerpos de agua, la temperatura genera efectos sobre las actividades que realizan las bacterias, la velocidad de las reacciones químicas y en la vida acuática sobre la concentración de oxígeno disuelto presentes en ellas (Gokce, 2019). Este parámetro es sensible a las actividades antrópicas, ya que prácticas como la descarga de efluentes domésticos e industriales, la deforestación o el cambio de uso del suelo incrementan el calor absorbido por los cuerpos hídricos, reduciendo el oxígeno disuelto y alterando la biodiversidad acuática (Mekuria *et al.*, 2021).

Conductividad eléctrica

Es la facultad para conducir electricidad, se mide con un conductímetro y su unidad de medida es microsiemens por centímetro ($\mu\text{S}/\text{cm}$) que indica la concentración de sales disueltas. La presencia de altas concentraciones de estas sales afecta la vida acuática y en caso de riego, afecta a la vida vegetal y la calidad del suelo (Gokce, 2019). La conductividad eléctrica se incrementa con actividades agrícolas (fertilizantes), vertimientos domésticos o lixiviados mineros, afectando la potabilidad y el equilibrio osmótico de los organismos (Chakraborty *et al.*, 2023).

Sólidos suspendidos totales (SST)

Son transportados por el arrastre del agua, los sólidos menores a 0,01 mm no sedimentan rápidamente considerándolos no sedimentables, en tanto los mayores son generalmente sedimentables (Mora, 2022). Las descargas residuales y escorrentía urbana; elevan la

turbidez, disminuyen la penetración de luz y afectan la fotosíntesis y oxigenación (Dissanayaka *et al.*, 2022).

Coliformes termotolerantes

Son bacterias gram negativas, en forma bacilar, aerobios o anaerobios facultativos. En este grupo se encuentran los géneros *Escherichia* y *Klebsiella*, así como la especie *E. coli* (Rossel *et al.*, 2020).

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)

Parámetro que indica la concentración de oxígeno que es consumido para degradar la materia orgánica contenida en el agua durante un periodo de 5 días, debido a ello permite calcular los efectos de los efluentes domésticos e industriales sobre el agua (Amanca, 2019). Este parámetro refleja la materia orgánica biodegradable presente; aumenta con aguas residuales domésticas y agrícolas, reduciendo el oxígeno disuelto y deteriorando gravemente la calidad del agua (Verma *et al.*, 2025).

Oxígeno Disuelto (OD)

Representa la cantidad de oxígeno disponible para la biota acuática; disminuye por descargas orgánicas, aguas residuales y proliferación de algas inducidas por nutrientes, lo que puede provocar mortalidad de peces y eutrofización (Pranta *et al.*, 2023).

Aceites y grasas

Son sustancias que provienen de efluentes domésticos, comerciales e industriales; generan películas en la superficie del agua que reducen la transferencia de oxígeno y afectan negativamente a la biota y usos recreativos (Shahidi y Hossain, 2022).

1.2.4. Matriz de Leopold

La matriz de Leopold es un método cuantitativo que identifica mediante la interacción de filas y columnas, las causas y efectos de un proyecto; teniendo como resultado el impacto

ambiental que genera. En esta matriz se identifican las actividades de cada proyecto asignándole valores cuantitativos que miden la magnitud e importancia, siendo la magnitud el área o volumen afectado y la importancia, la gravedad del impacto (Bustamante, 2022).

La magnitud asume valores del uno al diez, negativos o positivos, en tanto que la importancia presenta solo valores positivos del uno al diez. En la Tabla 5 se muestra esta calificación para la alteración e intensidad de la magnitud y la duración e influencia de la importancia.

Tabla 5

Grado de valoración de la magnitud e importancia

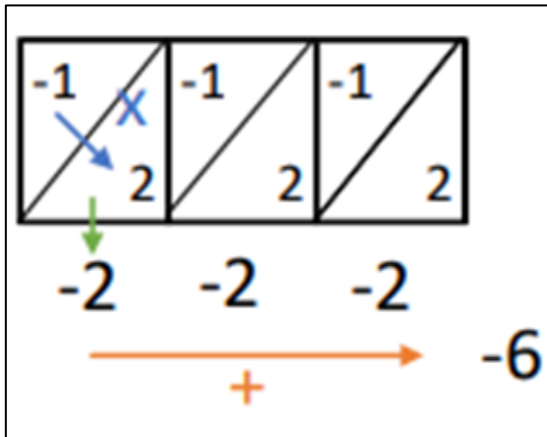
Intensidad	Alteración	Calificación	Influencia	Importancia	
				Duración	Calificación
Baja	Baja	1	Puntual	Temporal	1
	Media	2		Media	2
	Baja	3		Permanente	3
Media	Baja	4	Local	Temporal	4
	Media	5		Media	5
	Alta	6		Permanente	6
Alta	Baja	7	Regional	Temporal	7
	Media	8		Media	8
	Alta	9		Permanente	9
Muy Alta	Alta	10	Nacional	Permanente	10

Nota. Elaboración propia a partir de Alcocer (2021). Impactos de las actividades antropogénicas sobre la calidad del agua del río Charanal, provincia de Morropón – Piura, 2021, p. 59. <https://repositorio.ucss.edu.pe/item/64fc23bc-1fd1-41b3-b4e7-702957032bd3>

Luego, se efectúa la suma de los productos resultantes de las multiplicaciones de la magnitud x importancia de las actividades antrópicas tal como se muestra en la Figura 1 (Bustamante, 2022).

Figura 1

Multiplicación Matriz de Leopold



Nota. Figura tomada de “Evaluación comparativa de impacto ambiental aplicando la matriz de Conesa-Fernández, el método de Leopold y método de Batelle, en el proyecto de mejoramiento del servicio de transitabilidad de un sector del eje de integración vial norte, en los distritos de Yura y Cerro Colorado – Arequipa” (p. 49), por Bustamante, 2022. <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/11826>

CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Descripción de la investigación

El estudio fue considerado no experimental, porque no se manipularon las actividades antrópicas para medir su efecto en la calidad del agua del Humedal de Santa Julia, Distrito Veintiséis de Octubre-Piura. Según Firdaus *et al.* (2021) un estudio no experimental es un tipo de investigación en el que el investigador observa y analiza fenómenos sin manipular o controlar las variables de manera directa, es decir, no interviene en el entorno ni asigna condiciones a los sujetos de estudio.

El estudio tuvo enfoque cuantitativo porque se determinó mediante análisis de laboratorio los valores de grasas y aceites, DBO₅, pH, temperatura, conductividad eléctrica, SST, OD y coliformes termotolerantes del humedal. En este enfoque los datos recolectados servirán para describir, medir o establecer relaciones entre variables (Mohajan, 2020).

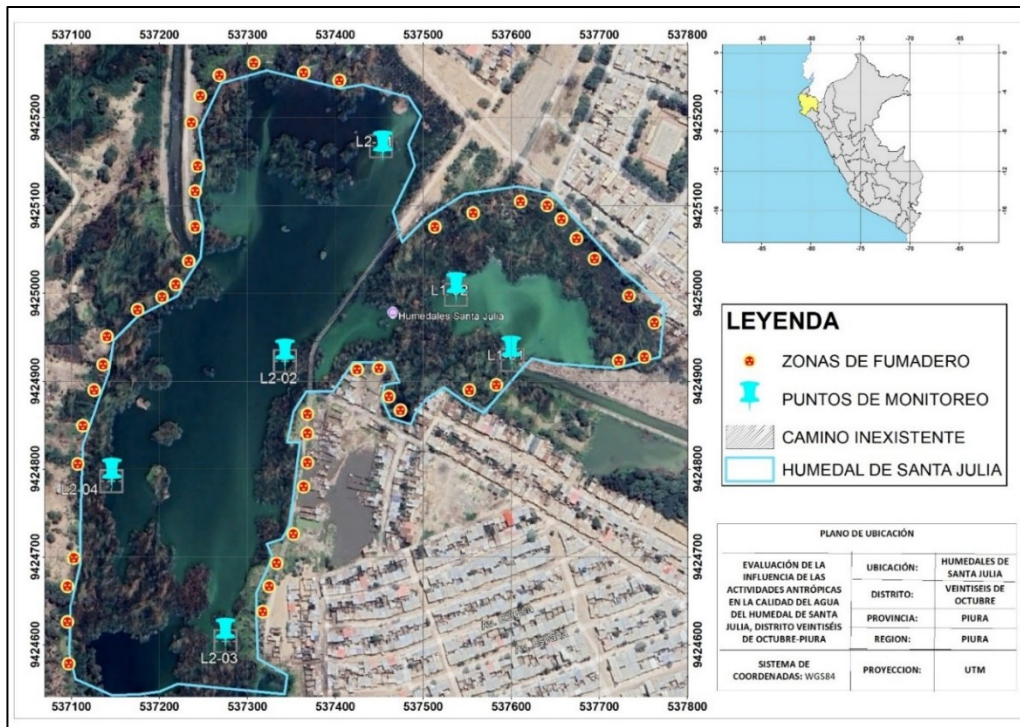
En cuanto al alcance, el estudio fue longitudinal ya que los datos fueron generados, recopilados y analizados en los meses de junio, julio y agosto. Este es un tipo de investigación que analiza las mismas variables en un período de meses, años o décadas para determinar cambios, patrones o relaciones causales (Bala, 2020).

2.2. Lugar y fecha

El estudio se desarrolló en el Humedal de Santa Julia, perteneciente al distrito de Veintiséis de Octubre, Piura (Figura 2). El Humedal de Santa Julia abarca una extensión de aproximadamente 12 hectáreas comprendidas entre los 5° 12' 5.24" S, 80° 39' 48.23" O (extremo norte) y los 5° 12' 24.43" S, 80° 39' 52.52" O (extremo sur) y está a 23 m s.n.m (SERFOR, 2019). Los análisis fisicoquímicos y microbiológicos fueron realizados por el laboratorio Analytical Laboratory E.I.R.L. Finalmente, el estudio fue ejecutado en los meses de junio, julio y agosto del año 2024.

Figura 2

Mapa de ubicación del Humedal de Santa Julia



Nota. Elaboración propia a partir de la herramienta ArcGis versión 10.8.

2.3. Población y muestra

Población

La población fueron las 12 hectáreas del Humedal de Santa Julia.

Muestra

Para la calidad del agua, la muestra consistió en agua superficial recolectada en seis puntos georreferenciados del Humedal Santa Julia, utilizando recipientes estériles conforme a los protocolos de la American Public Health Association [APHA], *et al.* (2023). Se recolectaron 1 000 mL para análisis fisicoquímicos y 250 mL para análisis microbiológicos. Para la matriz de Leopold la muestra consistió de las siete actividades antrópicas: inadecuada disposición de residuos sólidos municipales, inadecuada disposición de residuos de construcción, quema de residuos sólidos, descarga de aguas residuales domésticas, urbanización, manejo inadecuado de desechos agrícolas; y deforestación y pérdida de vegetación ribereña.

2.4. Técnicas e instrumentos

La Tabla 6 muestra el método e instrumento empleado para medir las variables de estudio.

Tabla 6

Técnica e instrumentos para el muestreo del agua del Humedal de Santa Julia

Variable de Estudio	Técnica	Instrumentos
Calidad de agua		
Grasas y aceites	500 mL de muestra de agua se disuelve en 30 mL de hexano para luego extraer por destilación las grasas y aceites a 80 °C /30 min.	Destilador soxhlet
Demanda Bioquímica de Oxígeno	Se cuantifica la concentración de oxígeno en una muestra de agua incubada a 20 °C/5 días	Medidor de oxígeno disuelto
Potencial hidrogeno	El electrodo del potenciómetro se sumerge en 200 mL de muestra de agua para medirla	Multiparámetro MILWAUKEE modelo MW804
Temperatura	El sensor del equipo es colocado a 10 cm por debajo de la superficie del agua por 25 segundos.	Multiparámetro MILWAUKEE modelo MW804
Conductividad eléctrica	Se sumerge el electrodo del aparato en la muestra de agua, se espera a que la lectura se estabilice y se registra el valor en microsiemens por centímetro ($\mu\text{S}/\text{cm}$).	Multiparámetro MILWAUKEE modelo MW804
Sólidos Suspendido Totales	La muestra de agua es secada por estufa a 103°C/60 minutos	Estufa
Oxígeno disuelto	Sensor	Multiparámetro MILWAUKEE modelo MW804
Coliformes termotolerantes	El método estima la presencia de coliformes en la muestra mediante pruebas presuntivas.	Número más probable
Impacto ambiental		
Condiciones del impacto ambiental	Se identifican las actividades antrópicas que afectan al Humedal de Santa Julia a través de la matriz de Leopold, asignándole valores cuantitativos que miden la magnitud e importancia.	Matriz de Leopold

Nota. Elaboración propia a partir de APHA *et al.* (2023). Métodos estándar para el examen de agua y aguas residuales, pp. 18-130. <https://busquedas.elperuano.pe/dispositivo/NL/1529835-2>

2.5. Descripción de la investigación

2.5.1. Determinar los parámetros físicos-químicos potencial de hidrógeno (pH), temperatura, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, aceites y grasas, demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), sólidos suspendidos totales (SST) del Humedal de Santa Julia-Piura y compararlos con los ECA para agua categoría 4-Subcategoría E1: Lagunas y lagos

Recolección de la muestra de agua del humedal

La recolección de muestras se realizó conforme a lo establecido en la Resolución Jefatural N.º 010-2016-ANA del Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de Recursos Hídricos Superficiales (ANA, 2016). Según este protocolo “Se considerarán por lo menos cuatro (04) puntos de control en las diferentes direcciones alrededor y a una distancia de 200 metros del dispositivo de vertimiento de aguas residuales (p. 11)”. Luego las muestras se toman en la superficie; en caso de puntos con más de 5 metros de profundidad, adicionalmente en el fondo a 50 cm del sustrato; en caso de puntos con más de 10 metros de profundidad, adicionalmente a la mitad de la columna de agua.

Los muestreos se efectuaron tres veces, el primero, el día 22 de junio, el segundo, el 20 de julio y el tercero, el 24 de agosto de 2024, dadas las condiciones fangosas y la presencia de gases derivados de desagües se emplearon guantes de nitrilo, mascarillas, camisas de manga larga y botas de hule como equipo de protección (ANA, 2016) (Figura 3).

Figura 3

Monitoreo del humedal



Nota. A: toma de muestras de agua del humedal. B: medición de parámetros in situ, C: recolección de muestras para envío a laboratorio, D: muestras de parámetros de campo.

Análisis *In Situ*

La medición del Potencial de Hidrógeno (pH), conductividad eléctrica, temperatura y oxígeno disuelto se realizó *In Situ*, alrededor de 250 mL de agua se tomó como muestra, luego se sumergió el electrodo del [Multiparámetro MILWAUKEE modelo MW804 previamente calibrado por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL)] (Apéndice 5) hasta que las mediciones se estabilizaron (APHA *et al.*, 2023). Finalmente, se registraron los valores en la libreta de campo.

Análisis en el laboratorio

El análisis de aceites y grasas, sólidos suspendidos totales, coliformes termotolerantes y demanda bioquímica de oxígeno fue realizado por el Laboratorio Analytical Laboratory E.I.R.L. Por tal razón, las muestras de agua fueron recolectadas en frascos estériles de vidrio o plástico, rotulados con la información necesaria (solicitante, fecha, punto de monitoreo,

tipo de análisis, preservantes, entre otros) (ANA, 2016). Luego, la preservación siguió los lineamientos del laboratorio Analytical Laboratory E.I.R.L (2024):

- **DBO₅**: frascos de polietileno de 1 000 mL, sin burbujas, sin espacio de aire.
- **Aceites y grasas**: frascos de vidrio ámbar de 1 L, preservados con HCl.
- **SST**: frascos plásticos de 1 000 mL.
- Las muestras fueron rotuladas, conservadas con los ice pack y transportadas en el cooler al laboratorio ALAB Piura, adjuntando su respectiva cadena de custodia (Apéndice 6).

El laboratorio privado siguió el protocolo establecido en el Standard Methods for the Examination of water and wastewate del APHA *et al.* (2023).

Grasas y aceites. El método SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 24TH Ed.2023 consistió en disolver 500 mL de muestra de agua se disolvió en 30 mL de hexano para luego extraer por destilación las grasas y aceites a 80 °C /30 min. Después, el destilado fue colocado en una estufa a 80 °C/2 h para evaporar el hexano (APHA *et al.*, 2023). Finalmente, la concentración se calculó de acuerdo con la ecuación propuesta por APHA *et al.* (2023).

$$\text{Aceites y grasas } \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) = \frac{(A - B) * 10^6}{\text{Volumen de la muestra (mL)}}$$

Donde:

A= Peso el matraz después de la extracción y el secado (mg)

B= Peso del matraz (libre de humedad) antes de la extracción (mg)

Demanda bioquímica de oxígeno. El método SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 24TH Ed.2023 consistió en incubar 500 mL de agua en la oscuridad por cinco días a 20 °C. Finalmente, el valor de DBO₅ se determinó como la diferencia entre las medidas registradas de oxígeno por el medidor de oxígeno disuelto, al principio y al final del período de incubación (APHA *et al.*, 2023).

Sólidos suspendido totales. Según el método SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 24TH Ed.2023 50 mL de muestra fue secado por estufa a 103 °C/60 minutos, luego se enfrió la muestra en un desecador para equilibrar la temperatura y se pesó (APHA *et al.*, 2023).

Finalmente, la concentración se calculó de acuerdo con la ecuación propuesta por APHA *et al.* (2023):

$$SST \left(\frac{mg}{L} \right) = \frac{M * 1000}{N}$$

Donde:

M= Peso de muestra seca (mg)

N= Volumen de la muestra (mL)

2.5.2. Determinar la concentración de coliformes termotolerantes en el Humedal de Santa Julia-Piura y compararla con los ECA para agua categoría 4-Subcategoría E1: Lagunas y lagos

Para la muestra de este parámetro se utilizaron frascos de plástico previamente esterilizados, sin ser sometidos en campo a enjuagues. El laboratorio para cuantificar la concentración de coliformes termotolerantes empleó el método SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F.2, 24TH Ed.2023 (NMP) de APHA *et al.* (2023).

El método NMP consistió en incubar 1 mL de muestra de agua en caldo MacConkey con campana Durham a 37 °C durante 24 horas para detectar producción de gas; las muestras positivas se sembraron e incubaron en agar EMB. Luego, se verifica nuevamente la producción de gas en caldo MacConkey y, de ser positivo, se realiza la prueba de oxidasa e indol: si la oxidasa es positiva o el indol negativo, se descarta la presencia de coliformes termotolerantes, independientemente la fermentación de lactosa en gas.

2.5.3. Identificar las actividades antrópicas, los aspectos ambientales y los impactos antrópicos que afectan la calidad del agua a través de la matriz de Leopold

Selección de los puntos de control

Se realizó el reconocimiento del humedal con un residente de la zona para seleccionar seis puntos de control. Para ello, se tomaron los criterios del Protocolo Nacional para el Monitoreo de Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (Autoridad Nacional del Agua [ANA], 2016) que establece que en caso de vertimiento de aguas residuales se debe considerar cuatro puntos de control en zonas de acceso seguro y fuera de la zona de mezcla. La Tabla 7 muestra los puntos de muestreo georreferenciados mediante GPS Garmin Etrex 22x.

Tabla 7

Puntos de monitoreo situados en Humedal de Santa Julia

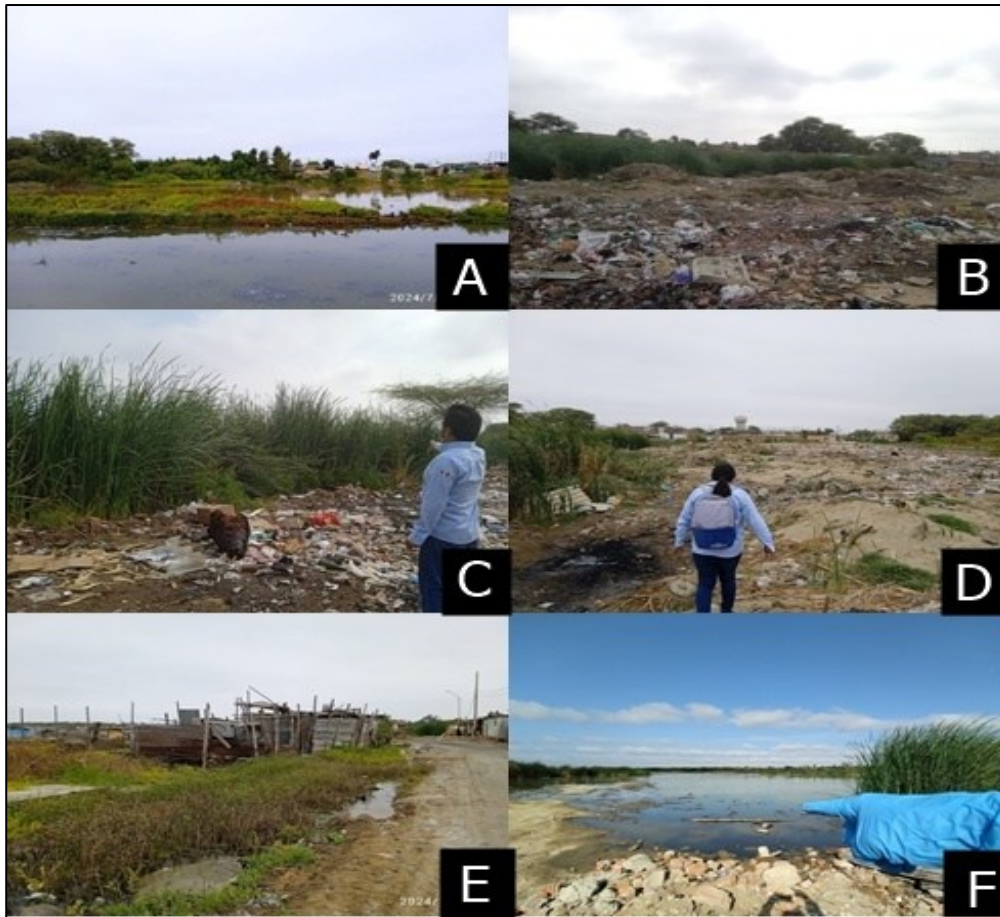
Punto de Muestreo	Norte	Este
	Coordenadas UTM WGS-84 Zona 17s	Coordenadas UTM WGS-84 Zona 17s
L1-01	9424925	0537601
L2-02	9424999	0537537
L2-01	9425168	0537452
L2-02	9424923	0537343
L2-03	9424604	0537275
L2-04	9424786	0537146

Identificación de las actividades antrópicas

En el recorrido preliminar se identificaron siete actividades antrópicas que podrían estar incidiendo negativamente en la calidad del agua del humedal. Estas fueron registradas mediante observación directa con el residente de la zona. Las actividades detectadas fueron: inadecuada disposición de residuos sólidos municipales, inadecuada disposición de residuos de construcción, quema de residuos sólidos, descarga de aguas residuales domésticas, urbanización, manejo inadecuado de desechos agrícolas; y deforestación y pérdida de vegetación ribereña (Figura 4).

Figura 4

Identificación de actividades antrópicas



Nota. A: descarga de aguas residuales domésticas. B: inadecuada disposición de residuos de construcción, C: inadecuada disposición de residuos sólidos municipales, D: deforestación y pérdida de vegetación ribereña., E y F: urbanización.

En el presente estudio, la metodología de la Matriz de Leopold fue aplicada con un enfoque diagnóstico-crítico, orientado a identificar y cuantificar los impactos ambientales negativos derivados de las actividades antrópicas en el Humedal Santa Julia, dado que el objetivo central era evaluar la degradación de la calidad del agua. En evaluaciones de impacto ambiental con énfasis en calidad hídrica, es común priorizar la identificación de impactos negativos, dado que son los que comprometen la funcionalidad del ecosistema y requieren medidas de mitigación inmediatas (Alcocer, 2023; Bustamante, 2022). En la literatura revisada, estudios como los de Galecio y Seminario (2021), Mpandeli *et al.* (2024) y Saavedra (2021) también se centran en impactos negativos al evaluar humedales bajo presión antrópica, dado que el diagnóstico de la degradación es prioritario para la toma de acciones correctivas.

En la matriz de Leopold que comprende los medios, componentes y factores ambientales se registraron por separado la magnitud (área afectada) e importancia (gravedad) de las ocho actividades antrópicas identificadas en los meses de junio, julio y agosto. Se tomaron como componentes ambientales al suelo, agua, aire, flora y fauna por recomendaciones del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental – SEIA del MINAM (2019), los antecedentes de Alcocer (2021) y Hoyos (2021) que priorizaron dichos componentes, asimismo, la declaración oficial del Humedal Santa Julia como ecosistema frágil (Resolución Directoral N° 072-2019-MINAGRI-SERFOR), por ser refugio de diversas especies de aves, mamíferos, reptiles, anfibios, peces, invertebrados y vegetación característica de juncos y totora. Por cada mes, se obtuvieron los impactos resultantes de sumar los productos de la magnitud x importancia de las actividades antrópicas. Finalmente, se sumaron los impactos de todos los factores ambientales para obtener el impacto general (Bustamante, 2022).

2.6. Identificación de variables y su mensuración

A continuación, se detalla las variables de estudio, es preciso indicar que el método de análisis de los parámetros a monitorear dependerá del laboratorio elegido (Tabla 8).

Tabla 8

Variables de estudio

Variable de Estudio	Unidades o Escala de Medida	Método
Grasas y aceites	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 24TH Ed.2023
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 24TH Ed.2023
Potencial hidrogeno	Unidad de pH	Multiparámetro
Temperatura	°C	Multiparámetro
Conductividad eléctrica	µS/cm	Multiparámetro
Sólidos suspendidos totales	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 24TH Ed.2023
Oxígeno disuelto	mg/L	Multiparámetro
Coliformes termotolerantes	NMP/100 m	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F.2 24TH Ed.2023
Condiciones del impacto ambiental	Leve: < 100 Moderada: 00 -300 Alta: 300-450 Muy Alta: > 450	Matriz de Leopold

2.7. Análisis estadístico de datos

Los valores obtenidos de los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos del Humedal Santa Julia en los meses de junio, julio y agosto fueron presentados en promedios y desviación estándar. Los datos recolectados fueron procesados utilizando las librerías SciPy y Matplotlib de python (versión 3.13.2) y SPSS (versión 26). Se consideró un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$ para determinar diferencias estadísticas significativas.

Antes de realizar el análisis principal, se verificaron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas mediante las pruebas de Shapiro-Wilk y Bartlett, respectivamente. En el análisis inferencial, primero se determinó la distribución normal de los resultados mediante la prueba de Shapiro Wilk. Si los resultados fueron normales y homocedásticos (Apéndice 2 y 3), se aplicó el análisis de varianza (ANOVA) para muestras independientes con el propósito de establecer diferencias significativas entre los meses de estudio y, además, se utilizó la prueba de Tukey para determinar subconjuntos estadísticamente diferentes. En cuanto a los datos sin distribución normal, se utilizó Kruskal-Wallis y su prueba H para comparar las medianas de los datos en los tres meses de monitoreo. Los resultados se reportaron como medias \pm desviación estándar y se representaron gráficamente para facilitar la comparación.

2.8. Materiales y equipos

La Tabla 9 muestra los materiales y equipos empleados en la investigación.

Tabla 9*Cantidad del material o equipo utilizado*

Insumo	Cantidad
Materiales	
Agua destilada	500 mL
Gorras	2 und.
Zapatos de seguridad	2 pares
Guantes	20 pares
Ice pack	10 und.
Jarra plástica	2 und.
Libreta de campo	2 und.
Mamelucos	2 und.
Mascarillas	12 und.
Materiales de campo	4 und.
Papel toalla	2 und.
Pizarra acrílica	1 und.
Trapos industriales	10 und.
Cooler	1 und.
Frasco de plástico	54 und.
Equipos	
Frasco Ámbar	18 und.
GPS	1 und.
Multiparametro	1 und.
Cronómetro	1 und.
Cámara fotográfica	1 und.
Wincha	1 und.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

3.1. Evaluación de los parámetros físicos-químicos (pH, temperatura, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, aceites y grasas, DBO₅ y sólidos suspendidos totales) del Humedal de Santa Julia-Piura en relación con los estándares de calidad ambiental (ECA) para agua, categoría 4 – Subcategoría E1: Lagunas y lagos, en el periodo de época seca (junio a agosto)

Los resultados de los parámetros físicos-químicos del humedal obtenidos en laboratorio son mostrados en el Apéndice 1. Estos permitieron determinar su normalidad (Apéndice 2) y homocedasticidad de Barlett (Apéndice 3), donde sólo la temperatura, pH y oxígeno disuelto siguieron una distribución normal y sus varianzas fueron constantes (homocedasticas) ($p > 0,05$). No obstante, la conductividad eléctrica, coliformes termotolerantes, demanda bioquímica de oxígeno, aceites y grasas, y sólidos suspendidos totales al menos no cumplió con uno de los supuestos: normalidad y homocedasticidad ($p \leq 0,05$).

En el mes de junio, la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) en todos los puntos de muestreo mostraba valores elevados, superando los 50 mg/L, lo que indica una carga orgánica significativa desde el inicio del monitoreo. De manera similar, los niveles de Coliformes Fecales ya eran altos, especialmente en el punto L2-01. Los valores de Aceites y Grasas se reportaban en su límite de detección inferior (5 mg/L) en la mayoría de los puntos, sugiriendo que este contaminante aún no había mostrado su peor escenario. En conjunto, junio representa un escenario de contaminación crónica, donde el sistema ya estaba bajo estrés pero aún no sufría el impacto agudo que se observaría posteriormente.

3.1.1. Temperatura

La Tabla 10 muestra que no existieron diferencias significativas en la media de la temperatura del Humedal de Santa Julia en los meses de junio, julio y agosto ($p > 0,05$). La Figura 5 evidencia que la temperatura promedio descendió de 27,58 °C (junio) a 27,43 °C (agosto).

Tabla 10

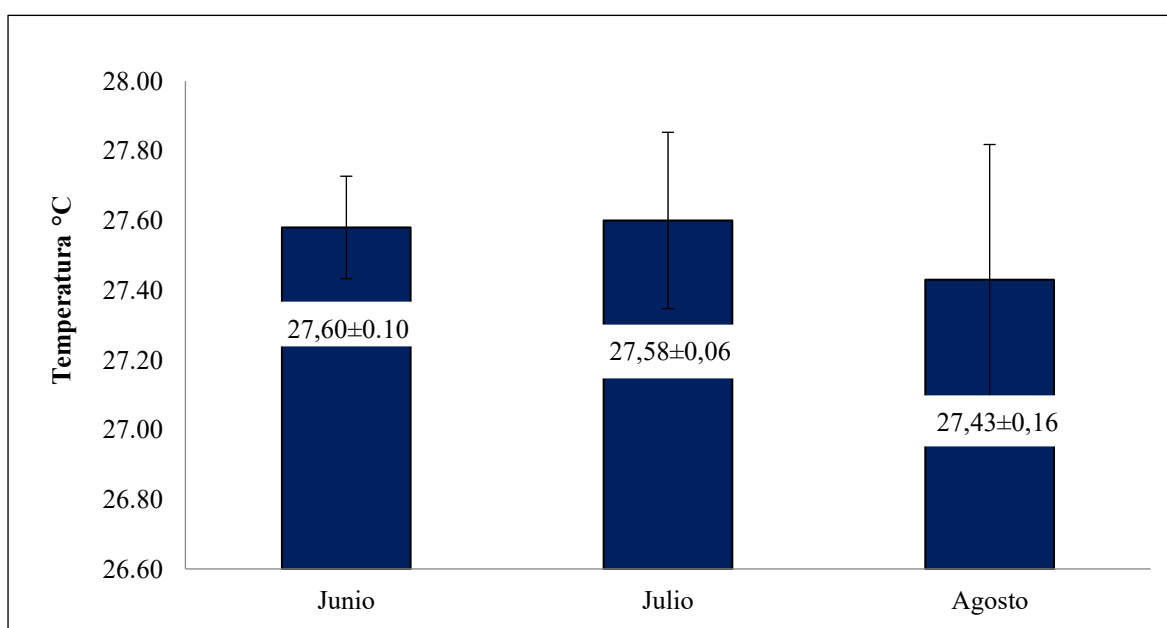
Análisis de varianza de la temperatura

Variable	p valor
Temperatura (°C)	0,540

Nota. p valor $\leq 0,05$ indica diferencias significativas de la temperatura en los tres meses de estudio, según ANOVA para muestras independientes.

Figura 5

Media de la temperatura (°C) en los meses de estudio



Según el Apéndice 1, el valor más alto de temperatura fue de 27,90 °C, registrado en el mes de julio en los puntos L1-01 y L2-01.

3.1.2. pH

La Tabla 11 muestra que no existieron diferencias significativas en el promedio del pH del Humedal de Santa Julia en los meses de junio, julio y agosto ($p > 0,05$). La Figura 6 evidencia que el pH se mantuvo en casi 8 unidades de pH en los tres meses de estudio. Es importante señalar que, en este periodo, el valor del pH no superó al mínimo (6,50 unidades de pH) y el máximo (9,00 unidades de pH) de los ECA para agua categoría 4-Subcategoría E1: Lagunas y lagos (Figura 6).

Tabla 11

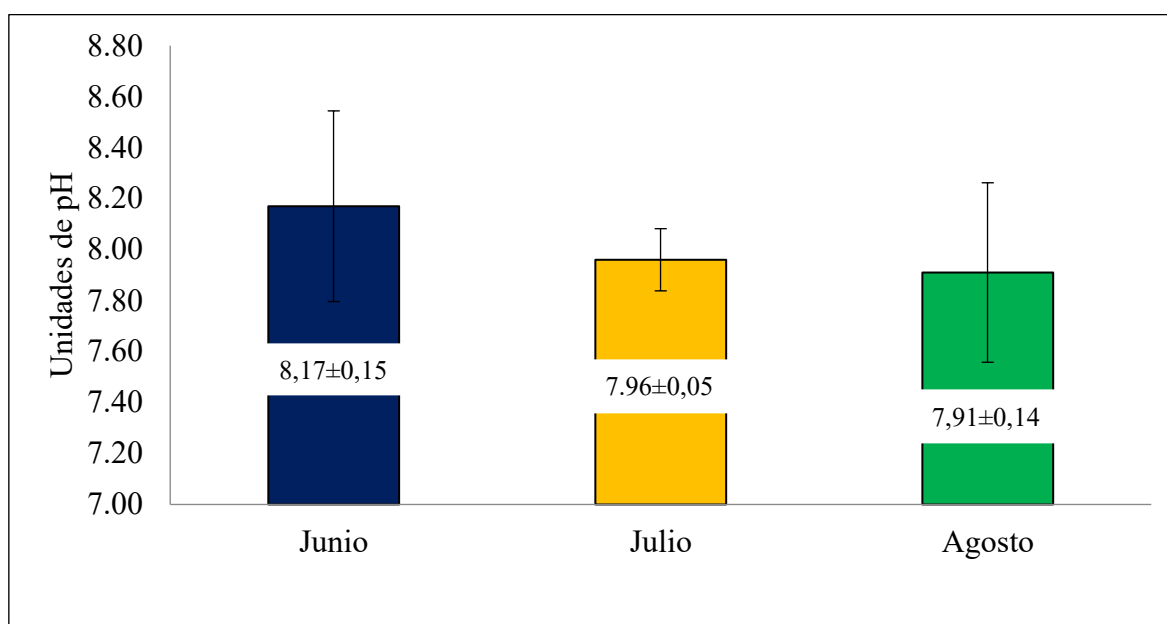
Análisis de varianza del pH

Variable	p valor
pH (unidades de pH)	0,326

Nota. p valor $\leq 0,05$ indica diferencias significativas del pH en los tres meses de estudio, según ANOVA para muestras independientes.

Figura 6

Media del pH en los meses de estudio



Según el Apéndice 1, el pH máximo fue de 8,55, medido en el punto L2-04 durante el mes de junio.

3.1.3. Oxígeno disuelto (OD)

La Tabla 12 muestra que sí existieron diferencias significativas en el promedio del oxígeno disuelto del Humedal de Santa Julia en los meses de junio, julio y agosto ($p \leq 0,05$).

Tabla 12*Análisis de varianza del oxígeno disuelto*

Variable	p valor
Oxígeno disuelto (mg/L)	0,005

Nota. p valor $\leq 0,05$ indica diferencias significativas del oxígeno disuelto en los tres meses de estudio, según ANOVA para muestras independientes.

La Tabla 13 muestra que junio y julio comparten la letra "a", por tanto, sus medianas son estadísticamente similares, mientras que agosto con la letra "b" difiere significativamente. Asimismo, este parámetro aumentó de 6,21 a 6,58 mg/L entre los meses de junio y agosto, superando en todo el periodo al valor establecido (≥ 5 mg/L) por lo que cumplieron con los ECA para agua categoría 4-Subcategoría E1: Lagunas y lagos.

Tabla 13*Comparación de medias del oxígeno disuelto*

Mes	Oxígeno disuelto (mg/L)	ECA (mg/L)	Error	IC (95 %)
Junio	6,21 a		0,093	[5,97; 6,44]
Julio	6,08 a	≥ 5	0,089	[5,85; 6,30]
Agosto	6,58 b		0,088	[6,35; 6,80]

Nota. Promedios con letras distintas en sentido vertical indican diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, según la prueba de Tukey (p-value $\leq 0,05$).

Según el Apéndice 1, la concentración más alta de oxígeno disuelto fue de 6,85 mg/L, encontrada en el punto L2-01 en el mes de agosto.

3.1.4. Conductividad eléctrica

La Tabla 14 muestra que no existieron diferencias significativas en la conductividad eléctrica del Humedal de Santa Julia en los meses de junio, julio y agosto ($p > 0,05$). La Figura 7 evidencia que la conductividad eléctrica varió entre 106 a 107 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en los tres meses. Durante estos meses, el valor de la conductividad eléctrica no superó el límite establecido (1 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$) por los ECA para agua categoría 4-Subcategoría E1: Lagunas y lagos.

Tabla 14

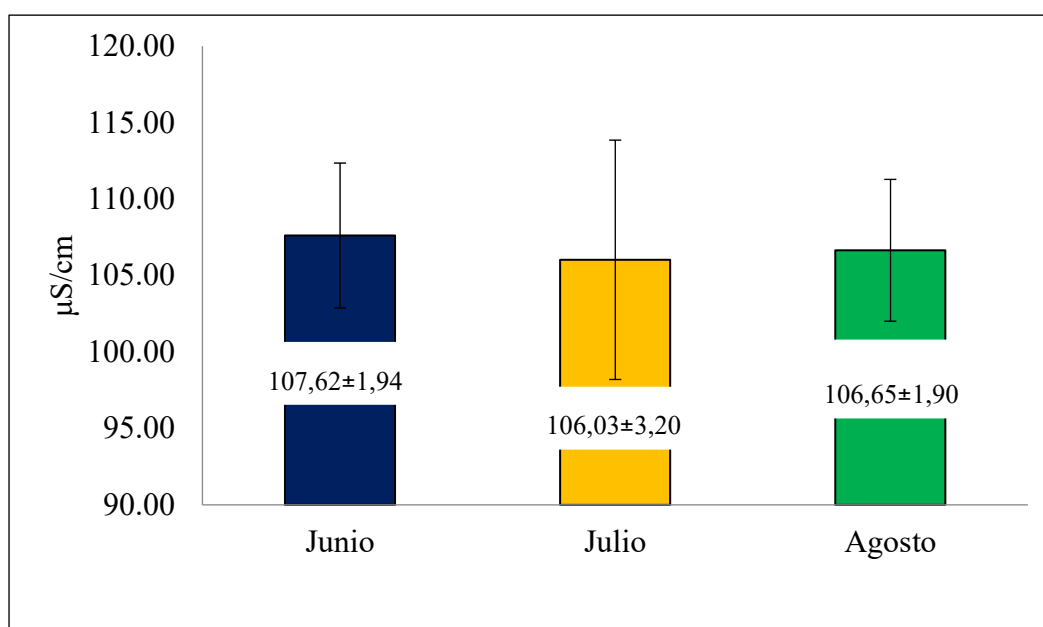
Análisis de varianza de la conductividad eléctrica

Variable	p valor
Conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	0,898

Nota. p valor $\leq 0,05$ indica diferencias significativas de la conductividad eléctrica en los tres meses de estudio, según el análisis de Kruskal-Wallis.

Figura 7

Media de la conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) en los meses de estudio



Según el Apéndice 1, la conductividad eléctrica más elevada fue de 119,90 $\mu\text{S}/\text{cm}$, detectada en julio en el punto L2-01.

3.1.5. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅)

La Tabla 15 muestra que sí existieron diferencias significativas en el promedio de la demanda bioquímica de oxígeno del Humedal de Santa Julia en los meses de junio, julio y agosto ($p \leq 0,05$).

Tabla 15*Análisis de varianza de la demanda bioquímica de oxígeno*

Variable	p valor
Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)	0,001

Nota. p valor $\leq 0,05$ indica diferencias significativas de la demanda bioquímica de oxígeno en los tres meses de estudio, según el análisis de Kruskal-Wallis.

La Tabla 16 evidencia que junio y julio comparten la letra "a", por tanto, sus medianas son estadísticamente similares, en tanto, agosto con la letra "b" difiere significativamente. La demanda bioquímica del oxígeno aumentó de 59,5 a 157,75 mg/L entre los meses de junio y agosto, superando en los tres meses al estándar establecido (5 mg/L) de los ECA para agua categoría 4-Subcategoría E1: Lagunas y lagos.

Tabla 16*Comparación de medias de la demanda bioquímica de oxígeno*

Mes	Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)		ECA (mg/L)	Error	IC (95 %)
Junio	59,50	a		1,96	[54,46; 64,54]
Julio	86,63	a	5	9,99	[60,94; 112,32]
Agosto	157,72	b		13,43	[123,19; 192,25]

Nota. Promedios con letras distintas en sentido vertical indican diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, según la prueba de H de Kruskal-Wallis (p valor $\leq 0,05$).

Según el Apéndice 1, el punto L1-01 registró un valor de 219,20 mg/L, el más alto de todos los datos, en el mes de agosto.

3.1.6. Aceites y grasas

La Tabla 17 muestra que no existieron diferencias significativas en el promedio de aceites de grasas del Humedal de Santa Julia en los meses de junio, julio y agosto ($p > 0,05$). La Figura 8 evidencia que las grasas y aceites aumentaron de 5 mg/L (junio) a 10,01 mg/L (agosto), superando en todo el periodo al valor establecido (5 mg/L) en los ECA para agua categoría 4-Subcategoría E1: Lagunas y lagos.

Tabla 17

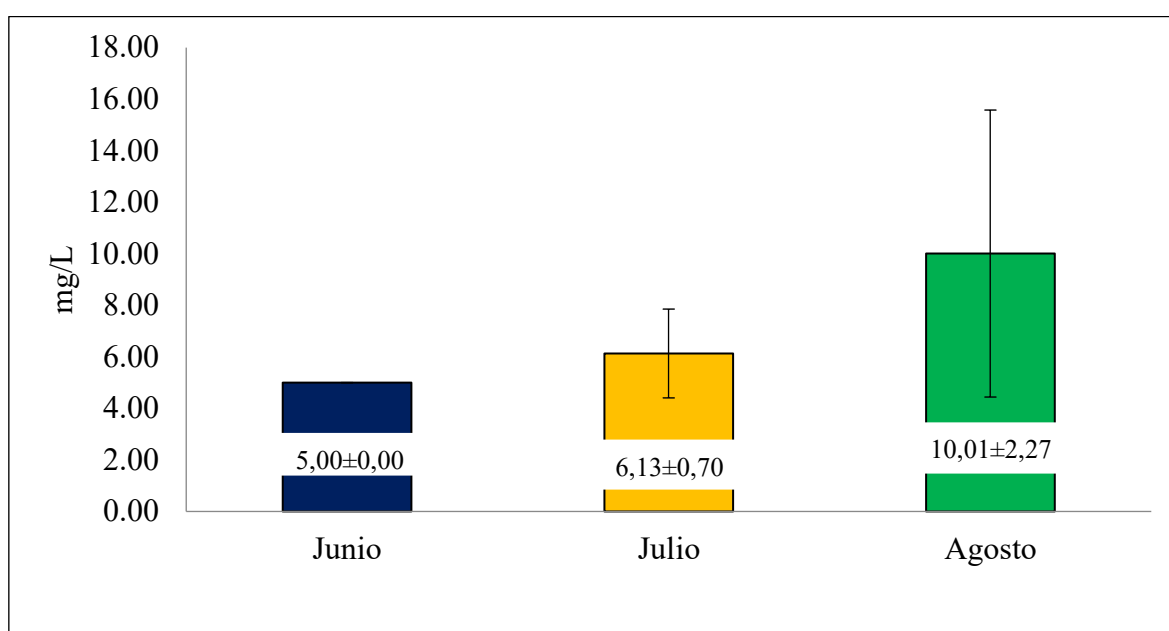
Análisis de varianza de aceites y grasas

Variable	p valor
Aceites y grasas (mg/L)	0,051

Nota. p valor $\leq 0,05$ indica diferencias significativas de la demanda bioquímica de oxígeno en los tres meses de estudio, según el análisis de Kruskal-Wallis.

Figura 8

Media de aceites y grasas (mg/L) en los meses de estudio



Según el Apéndice 1, la concentración máxima de aceites y grasas fue de 16,25 mg/L, en el mes de agosto y en el punto L1-01.

3.1.7. Sólidos suspendidos totales

La Tabla 18 muestra que sí existieron diferencias significativas en el promedio de los sólidos suspendidos totales del Humedal de Santa Julia en los meses de junio, julio y agosto ($p \leq 0,05$).

Tabla 18*Análisis de varianza de sólidos suspendidos totales*

Variable	p valor
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	0,005

Nota. p valor $\leq 0,05$ indica diferencias significativas de la demanda bioquímica de oxígeno en los tres meses de estudio, según el análisis de Kruskal-Wallis.

La Tabla 19 evidencia que junio y julio comparten la letra "a", por tanto, sus medianas son estadísticamente similares, mientras que agosto con la letra "b" difiere significativamente. Los sólidos suspendidos totales aumentaron de 50,4 a 404 mg/L entre los meses de junio y agosto, superando en los tres meses de estudio al valor establecido (25 mg/L) para este parámetro en los ECA para agua categoría 4-Subcategoría E1: Lagunas y lagos.

Tabla 19*Comparación de medias de los sólidos suspendidos totales*

Mes	Sólidos suspendidos totales (mg/L)	ECA (mg/L)	Error	IC (95 %)
Junio	50,40	a	6,14	[33,36; 67,44]
Julio	71,70	a	$\leq 25,00$	[41,14; 102,26]
Agosto	404,00	b	76,23	[192,39; 615,61]

Nota. Promedios con letras distintas en sentido vertical indican diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, según la prueba H de Kruskal-Wallis (p valor $\leq 0,05$).

Según el Apéndice 1, el punto L2-03 mostró una concentración extraordinaria de 916,00 mg/L de sólidos suspendidos totales, en el mes de agosto.

3.2. Evaluación de la concentración de coliformes termotolerantes en el Humedal de Santa Julia-Piura en relación con los estándares de calidad ambiental (ECA) para agua, categoría 4 – Subcategoría E1: Lagunas y lagos en el periodo de época seca (junio a agosto)

Los resultados de los parámetros microbiológicos del humedal obtenidos son mostrados en el Apéndice 1. La variable de coliformes termotolerantes cumplió con el supuesto de normalidad ($p > 0,05$) pero no con el de homocedasticidad ($p \leq 0,05$) (Apéndice 2 y 3). La Tabla 20 muestra que sí existieron diferencias significativas en el promedio de coliformes termotolerantes del Humedal de Santa Julia en los meses de junio, julio y agosto ($p \leq 0,05$).

Tabla 20*Análisis de varianza de coliformes termotolerantes*

Variable	p valor
Coliformes termotolerantes Log10NMP/100 mL	0,003

Nota. p valor $\leq 0,05$ indica diferencias significativas de la demanda bioquímica de oxígeno en los tres meses de estudio, según el análisis de Kruskal-Wallis.

La Tabla 21 evidencia que junio posee la letra "b", por ende, su mediana es estadísticamente diferente a lo encontrado en los meses de julio y agosto. Los coliformes termotolerantes aumentaron de 3,62 a 5,59 Log10NMP/100 mL entre los meses de junio y agosto, superando en todo momento al valor establecido (3 Log10NMP/100 mL) para este parámetro en ECA para agua categoría 4-Subcategoría E1: Lagunas y lagos.

Tabla 21*Comparación de medias de coliformes termotolerantes*

Mes	Coliformes termotolerantes (Log10NMP/100 mL)	ECA (Log10NMP/100 mL)	Error	IC (95 %)
Junio	3,62 a		0,22	[3,04; 4,19]
Julio	5,09 b	3	0,08	[4,89; 5,30]
Agosto	5,59 b		0,36	[4,66; 6,52]

Nota. Promedios con letras distintas en sentido vertical indican diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, según la prueba H de Kruskal-Wallis (p valor $\leq 0,05$).

Según el Apéndice 1, el nivel máximo de contaminación fecal se registró en agosto en el punto L2-01, con un valor de 6,73 Log10NMP/100 mL.

3.3. Identificación y análisis de las actividades antrópicas, y sus impactos sobre la calidad del agua, utilizando la matriz de Leopold como herramienta de evaluación

Antes de iniciar con los resultados es importante señalar que Galecio y Seminario (2021) evidenciaron en el Humedal Santa Julia, puntos de descarga ilegales de residuos sólidos en sus bordes, predominando los de origen derivado de la construcción (62 %) y domiciliario (31 %), mientras que un 7 % de los puntos presentaba una mezcla de ambos tipos. No se reportó la presencia de descargas de origen agrícola o industrial, el entorno del humedal

presentó un paisaje mayormente urbano no consolidado, con asentamientos humanos informales que ocupan el 30 % del área que originalmente formaba parte del humedal, mientras que el cuerpo de agua representa solo el 16 y el 54 % restante corresponde a terreno desocupado.

Con los datos del Apéndice 10, Apéndice 11 y Apéndice 12 se generaron la Tabla 22 y Tabla 22. Estas tablas resumen los impactos de las actividades antrópicas, los medios y los componentes para los tres meses de estudio, dado que los resultados fueron consistentes en dicho período. Según la Tabla 22 se evidenció un impacto ambiental negativo elevado producto de las actividades antrópicas sobre el Humedal de Santa Julia con un valor promedio de -2372. Entre las actividades con mayor impacto negativo resaltaron la urbanización (-492), la inadecuada disposición de residuos sólidos municipales (-486), la descarga de aguas residuales domésticas (-413), la inadecuada disposición de residuos de construcción (-393), así como la deforestación y pérdida de vegetación ribereña (-363), el manejo inadecuado de desechos agrícolas (-159) y la quema de residuos sólidos (-66). A continuación se presentarán los impactos en los medios y componentes tomando en cuenta los valores de la Tabla 23.

Medio abiótico

Suelo. El suelo del humedal recibió un impacto moderado (-329) como consecuencia directa de las actividades antrópicas identificadas. La calidad del suelo (-121) se ha visto particularmente deteriorada por la inadecuada disposición de residuos sólidos municipales y de construcción, que introducen materiales inertes, plásticos, metales y sustancias químicas en la matriz edáfica, alterando su composición original, pH y capacidad de infiltración.

Agua. Este medio recibió un impacto “moderado” por parte de las actividades antrópicas con un promedio de -321, siendo la calidad del agua y la presión sobre el recurso los factores ambientales más afectados con un promedio de -161. Esto podría deberse a la descarga directa y continua de aguas residuales domésticas sin tratamiento. Esta actividad sería la responsable del aumento exponencial de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), cuyos valores pasaron de 59,5 mg/L en junio a 157,75 mg/L en agosto, superando en más de 30 veces el límite máximo permitido (5 mg/L) por los ECA. Paralelamente, estas descargas son

la fuente principal de contaminación fecal, evidenciada por el aumento de coliformes termotolerantes de 3,62 a 5,59 Log₁₀NMP/100 mL, valores que sobrepasan el estándar y representan un riesgo sanitario.

La urbanización descontrolada y la disposición inadecuada de residuos sólidos generarían la movilización y arrastre de sedimentos hacia el humedal, lo que se traduce en concentraciones mayores de Sólidos Suspendidos Totales (SST), que escalaron de 50,4 a 404 mg/L, excediendo en 16 veces el límite normativo (25 mg/L). Esta turbidez extrema limita la penetración de luz, afecta la fotosíntesis y deteriora el hábitat acuático. Finalmente, la presencia de aceites y grasas, cuyo valor llegó a duplicar el límite de 5 mg/L, está asociada a escorrentías urbanas y posiblemente a vertidos domésticos, formando películas superficiales que dificultan el intercambio gaseoso y afectan físicamente a aves y organismos acuáticos.

Aire. Este componente recibió un impacto “irrelevante” de las actividades antrópicas con un promedio de -169, siendo la calidad de aire el factor ambiental más afectado con una media de -96. Esta podría verse afectada por la quema de residuos sólidos y los olores desprendidos provenientes de la descomposición de residuos orgánicos municipales y de las propias aguas residuales estancadas. Si bien estas actividades generan molestias olfativas y emiten partículas y gases locales, su magnitud e influencia son puntuales, sin constituir una contaminación que altere significativamente este componente en el contexto del ecosistema del humedal.

Biótico

Flora. Su impacto fue “moderado” por parte de las actividades antrópicas con un promedio de -340, siendo los factores ambientales más afectados el estado del ecosistema con -120 y la cobertura vegetal con -113. Esto podría deberse a la deforestación y pérdida de vegetación ribereña, así como por el avance de la urbanización, que literalmente ocupa el espacio donde antes crecían especies nativas como juncos *Scirpus* spp. y totoras *Typha domingensis*.

Fauna. Las actividades antrópicas impactó de forma “moderado” en la fauna del humedal con un promedio de -367, siendo los factores ambientales más afectados la destrucción del

hábitat y la biodiversidad de fauna con -128. Esto debido quizás por la urbanización y la deforestación, que transforman y reducen físicamente los espacios naturales disponibles para la vida silvestre. La contaminación del agua, particularmente la baja oxigenación y la alta carga de sólidos, afecta directamente a peces e invertebrados acuáticos.

Perceptual

Paisaje. Este medio del humedal recibió un impacto “severo” por parte de las actividades antrópicas con un promedio de -522, siendo la intrusión visual el factor ambiental más afectado con -194, causada por la urbanización con viviendas informales y la disposición inadecuada de residuos de construcción y sólidos municipales, que introducen elementos discordantes como estructuras, escombros y basura dispersa en un entorno natural, rompiendo su unidad estética.

Humano

Socioeconómico. Su impacto “moderado” por las actividades antrópicas con un promedio de -324, siendo la salud y seguridad el factor ambiental más afectado con -170, que se ve directamente amenazada por la descarga de aguas residuales domésticas y la disposición inadecuada de residuos sólidos. En estos focos de contaminación proliferan vectores de enfermedades (mosquitos, roedores) y exponen a la población, especialmente a niños, a patógenos provenientes de la contaminación fecal del agua y el suelo.

Tabla 22*Resumen del impacto de las actividades antrópicas en los tres meses de estudio*

Actividad antrópica	Impacto
Inadecuada disposición de residuos sólidos municipales	-486
Inadecuada disposición de residuos de construcción	-393
Quema de residuos sólidos	-66
Descarga de aguas residuales domésticas	-413
Urbanización	-492
Manejo inadecuado de desechos agrícolas	-159
Deforestación y pérdida de vegetación ribereña	-363

Tabla 23*Resumen del impacto en los medios en los tres meses de estudio*

Medio	Componente	Factores ambientales	Impacto por componente	Impacto total	Valoración
Abiótico	Suelo	Calidad de suelo	-121	-329	Moderado
		Erosión	-95		
		Fertilidad del suelo	-113		
	Agua	Calidad del agua	-161	-321	Moderado
		Presión sobre el recurso hídrico	-160		
		Aire	Calidad de aire		
Nivel de olores	-73				
Biótico	Flora	Cobertura vegetal	-113	-340	Moderado
		Biodiversidad de flora	-107		
		Estado del ecosistema	-120		
	Fauna	Destrucción hábitat	-128	-367	Moderado
		Biodiversidad de fauna	-128		
		Desplazamiento de fauna	-111		
Perceptual	Paisaje	Morfología y volumen paisajístico	-146	-522	Severo
		Perdida paisajística	-182		
		Intrusión visual	-194		
Humano	Socioeconómico	Salud y Seguridad	-170	-324	Moderado
		Calidad de vida	-154		

Sobre la base del análisis de las actividades antrópicas se plantean las siguientes medidas de mitigación según cada componente.

Suelo

- Capacitar a la comunidad aledaña en materia de manejo adecuado de residuos sólidos para su disposición de acuerdo a lo establecido en el D.L N.º 1278 – Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos y su reglamento (D.S. N.º 014-2017-MINAM).
- Evaluar el diagnóstico del suelo a través de toma de muestras y su comparación con el ECA Suelo (Anexo 1, D.S. 004-2017-MINAM) para posteriormente adoptar medidas de remediación y compensación.
- Promover programas de reforestación para mitigar la erosión de suelo y su consecuente arrastre de sedimentos y residuos al humedal.
- Promover campañas de limpieza participativa, involucrando a las autoridades locales, empresas, asociaciones vecinales y escolares para mantener libre de residuos sólidos el área de influencia del Humedal.
- Instalar señaléticas ambientales que indique zonas frágiles o de restricción de actividades humanas con disposición de residuos sólidos, quema, laboreo.

Agua

- Efectuar inspecciones de campo para identificar y eliminar descargas no autorizadas o clandestinas de aguas residuales hacia el humedal en coordinación con las autoridades pertinente (OEFA, EPS GRAU, ANA, Municipalidad).
- Para el caso de asentamientos humanos que no cuentan con sistema de alcantarillado promover el uso de biodigestores, tanques sépticos para tratar el agua residual.
- Desarrollar programas de educación ambiental dirigidos a la población local, escolares y visitantes sobre la importancia de no contaminar y proteger la fuente hídrica del humedal.
- Implementar zanjas de infiltración o canales de retención que intercepten escorrentías cargadas de nutrientes generados por el uso de fertilizantes químicos en zonas agrícolas.

Flora

- Identificación e inventario de especies de valor ecológico para poder tener una data de las especies que habitan y adoptar medidas en función a su especie.

- Establecer un plan de mantenimiento de control de maleza, reemplazo de plantas muertas.
- Realizar talleres o señalización sobre la importancia ecológica de la flora, además de efectuar monitoreos participativos de control de cobertura vegetal y su diversidad.

Fauna

- Establecer monitoreos periódicos de la calidad de agua para garantizar las condiciones adecuadas para la vida acuática
- Restringir el ingreso de personas animales o maquinaria a zonas sensibles, de igual forma prohibir actividades ruidosas o contaminantes.
- Realizar censos estacionales de avifauna, anfibios o macroinvertebrados.
- Implementar señalizaciones visibles de prohibición de caza y pesca con base en la Ley N° 29763 (Ley Forestal y de Fauna Silvestre).

Socioeconomico

- Coordinar con la Municipalidad Distrital Veintiséis de Octubre y autoridades competentes para delimitar el humedal y retirar progresivamente ocupaciones ilegales.
- Promover la vigilancia comunitario o comités de participación vecinal para el cuidado del humedal, en coordinación con la Policía Nacional del Perú para su acompañamiento en patrullaje.
- Impulsar proyectos de turismo ecológico, a través de la creación de espacios alternativos seguros que involucren a la comunidad.
- Implementar miradores ecológicos, pasarelas y zonas de observación, diseñadas con materiales locales y bajo impacto.
- Promover la inclusión del humedal en rutas turísticas regionales, en coordinación con la Dirección Regional de Comercio Exterior y Turismo (Dircetur).
- Implementar programas de voluntariado ambiental con enfoque social con universidades, institutos y sociedad civil.
- Fomentar actividades culturales y educativas vinculadas al humedal (ferias ecológicas, festivales de aves, concursos fotográficos).
- Fortalecer la gestión participativa mediante convenios entre Municipalidad, SERFOR, OEFA y sociedad civil para la conservación del humedal.

Asimismo, el Humedal de Santa Julia es un ecosistema vital que actúa como refugio de biodiversidad, regulador del microclima y filtro natural de agua en medio del desierto piurano. Es fundamental aprovechar su potencial de servicios ecosistémicos sostenibles que podrían brindarle valor, generando recursos para su conservación a través de ingresos por acceso diferenciado por persona, es decir por el ingreso de cada adulto se cobraría S/20,00, por un adulto mayor S/10,00, un niño S/10,00, un universitario S/13,00, una persona con discapacidad (CONADIS) S/5,00 y un turista extranjeros S/60,00; además de experiencias educativas y recreativas como paseos en catamarán (S/7,00 por persona en 30 minutos), kayak (S/10,00 por persona en 30 minutos), alquiler de binoculares (S/15,00 por persona en 2 horas) para el avistamiento de aves, sombrillas (S/7,00 por persona en 2 horas), guías especializados (S/20,00 por persona en 2 horas) y actividades de promoción comercial como eventos con artistas y gastronomía local (S/120,00 por día). Cada sol invertido se transforma en un acto concreto de protección para este invaluable patrimonio natural (Tabla 24).

Tabla 24

Valorización económica de los servicios ecosistémicos del Humedal Santa Julia

Servicio ecosistémico	Público objetivo	Tiempo	Valor (S/ por persona)
Ingreso	Adultos (13 años a 59 años)	Libre	20,00
	Adulto mayor (60 años a más)	Libre	10,00
	Niños (5 años a 12 años)	Libre	10,00
	Extranjeros de cualquier edad	Libre	60,00
	Universitario	Libre	13,00
	CONADIS	Libre	5,00
Paseo en catamarán	Público en general	30 minutos	7,00
Paseo en Kayak	Público en general	30 minutos	10,00
Alquiler de binoculares	Público en general	2 horas	15,00
Alquiler de sombrilla	Público en general	2 horas	7,00
Guía	Público en general	2 horas	20,00
Actividades de promoción comercial (artistas, cantantes, comida, entre otros)	Público en general	Todo el día	120,00

Nota. Tomado de Municipalidad de Lima (2025). Pantanos de Villa:Home. <https://www.pantanosdevilla.pe/>

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN

4.1. Evaluación de los parámetros físicos-químicos (pH, temperatura, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, aceites y grasas, DBO₅ y sólidos suspendidos totales) del Humedal de Santa Julia-Piura en relación con los estándares de calidad ambiental (ECA) para agua, categoría 4 – Subcategoría E1: Lagunas y lagos, en el periodo de época seca (junio a agosto)

Se discuten los resultados de los parámetros físicos-químicos del humedal y se comparan con los ECA para agua categoría 4-Subcategoría E1: Lagunas y lagos.

La demanda bioquímica de oxígeno, el oxígeno disuelto y los sólidos suspendidos totales del Humedal de Santa Julia presentaron diferencias significativas en junio, julio y agosto ($p \leq 0,05$). No obstante, la temperatura, el pH, la conductividad eléctrica y aceites y grasas no evidenciaron diferencias significativas en los tres meses de estudio ($p > 0,05$) (Tabla 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19). Asimismo, los resultados revelaron que algunos indicadores como el pH (7,91 a 8,17 unidades de pH), temperatura (27,58 a 27,43 °C), oxígeno disuelto (6,21 a 6,58 mg/L) y conductividad eléctrica (106,03 a 107,62 $\mu\text{S}/\text{cm}$) se mantuvieron dentro de los límites permisibles de los ECA para agua categoría 4-Subcategoría E1: Lagunas y lagos, sin embargo, otros presentaron valores alarmantes. La demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) experimentó un incremento drástico, pasando de 59,5 mg/L en junio a 157,75 mg/L en agosto, superando ampliamente el límite máximo de 5 mg/L establecido en la normativa. Este aumento sugiere una creciente carga orgánica en el agua, probablemente asociada a vertimientos de aguas residuales domésticas o agrícolas no tratadas, lo que podría estar generando condiciones de hipoxia y afectando la vida acuática (Figura 5, 6 y 7).

Otro parámetro crítico fueron los sólidos suspendidos totales (SST), que pasaron de 50,4 mg/L a 404 mg/L, excediendo en más de 16 veces el límite normativo (25 mg/L). Este incremento podría estar relacionado con actividades de erosión, deforestación en el humedal o descargas de sedimentos (Tabla 19). No obstante, los aceites y grasas se mantuvieron en un rango relativamente bajo (5 a 10,01 mg/L), superando el valor máximo permitido

(5 mg/L), lo que indicaría la presencia de contaminantes lipofílicos, posiblemente derivados de aguas residuales urbanas o escorrentías con hidrocarburos (Figura 8).

Esto es diferente a lo reportado por Celi (2021) quien en su estudio evidenció que el pH disminuyó de 7,91 a 7,68 unidades de pH, la temperatura aumentó de 20,03 a 21,43 °C, la conductividad eléctrica aumentó de 502,33 a 944,33 $\mu\text{S}/\text{cm}$. No obstante, los sólidos suspendidos totales presentaron un aumento similar a la presente investigación de 251 a 472 mg/L en los tres meses de evaluación de la calidad de agua del manantial El Buitre, Chirinos, distrito de Suyo-Ayabaca. En cuanto a la normativa vigente, el pH (menor a 9 y mayor a 6,50) y la conductividad eléctrica ($<1000 \mu\text{S}/\text{cm}$) en los tres meses de evaluación cumplieron con los ECA para agua categoría 4-Subcategoría E1: Lagunas y lagos, al. Sin embargo, los sólidos suspendidos totales ($> 25 \text{ mg}/\text{L}$) en el mismo periodo, superaron los valores de esta misma normativa.

Alcocer (2023) también reportó en su investigación diferencia con el presente estudio, ya que el pH aumentó de 7,11 a 8,48 unidades de pH; la temperatura descendió de 25,07 a 22,40; la conductividad eléctrica aumentó de 260,80 a 588,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$, los sólidos suspendidos totales descendieron de 90,7 a 40,7 mg/L, el oxígeno disuelto aumentó de 5,07 a 8,13 mg/L; en tanto en los dos meses de evaluación de la calidad del agua del río Charanal, provincia de Morropón – Piura. El pH (menor a 9 y mayor a 6,50), el oxígeno disuelto ($\geq 5 \text{ mg}/\text{L}$) y la conductividad eléctrica ($<1000 \mu\text{S}/\text{cm}$) en los tres meses cumplieron con ECA para agua categoría 4-Subcategoría E1: Lagunas y lagos. No obstante, solo los sólidos suspendidos totales ($> 25 \text{ mg}/\text{L}$) en el mismo periodo, superaron los valores de esta misma normativa.

Amanca (2019) en la evaluación de la calidad de agua de la laguna génesis del refugio de vida silvestre los pantanos de villa – chorrillos evidenció valores diferentes a la presente investigación en la DBO_5 fue de 10,3 mg/L, el pH de 7,3 unidades de pH, la temperatura de 25 °C, la conductividad eléctrica varió entre 4060 y 4180 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y los sólidos suspendidos totales mostraron un valor de 1884 mg/L. Por tanto, la DBO_5 ($> 5 \text{ mg}/\text{L}$), la conductividad eléctrica, ($<1000 \mu\text{S}/\text{cm}$), y los sólidos suspendidos totales ($> 25 \text{ mg}/\text{L}$) no estuvieron dentro

de los ECA para agua categoría 4-Subcategoría E1: Lagunas y lagos. Sin embargo, solo el pH (menor a 9 y mayor a 6,50) cumplió con esta normativa.

Asimismo, Barrero y Marquez (2015) en tres años de evaluación de la calidad del agua en el humedal la conejera, localidad 11 de suba encontró valores diferentes ya que el pH se mantuvo constante en 7 unidades de pH, la temperatura se mantuvo en 18 °C y la conductividad eléctrica descendió de 486,5 a 442 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Entonces se podría decir que el pH (menor a 9 y mayor a 6,50) y la conductividad eléctrica ($<1000 \mu\text{S}/\text{cm}$) cumplieron con los ECA para agua categoría 4-Subcategoría E1: Lagunas y lagos durante los tres años de estudio.

Por su parte, Soto y Nieto (2024) en la evaluación de la calidad del agua en el humedal costero Pantanos de Villa, Chorrillos, Perú evidenciaron que el pH varió de 6,71 a 9,78 unidades de pH; la conductividad eléctrica de 2500 a 45 233 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y el oxígeno disuelto de 0,12 a 19,59 mg/L, todos estos valores fueron diferentes al presente estudio. Finalmente, concluyeron que el humedal no cumplió con los parámetros de conductividad eléctrica y pH establecidos en los ECA. Asimismo, Hoyos (2021), en la determinación del estado de conservación del humedal Huacho, Huara, Perú; evidenció que la temperatura no presentó irregularidades con un promedio de 27,78 °C (similar al presente estudio) y para la conductividad eléctrica; obtuvo resultados fuera del ECA con 1 970 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (diferente). Similarmente, Sánchez *et al.* (2024), en su estudio de calidad ambiental de la laguna 'El Mirador' del humedal relicto de Ventanilla - Callao, 2023 evidenciaron valores diferentes: la temperatura aumentó de 22,5 a 25,3 °C, el pH 8 a 9, la conductividad eléctrica disminuyó de 36100 a 33500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, el oxígeno disuelto de 3 a 2 mg/L y los sólidos solubles totales 30 a 23 mg/L. Entonces, solo el pH (menor a 9 y mayor a 6,50) cumplió con los ECA, mientras el oxígeno disuelto ($\geq 5 \text{ mg/L}$) y la conductividad eléctrica ($<1000 \mu\text{S}/\text{cm}$) no.

Todas las investigaciones citadas mostraron diferencias en los valores de los parámetros evaluados, esto podría deberse al impacto de las actividades antrópicas en los cuerpos de agua, por ejemplo Celi (2021) indica que la concentración elevada de contaminantes físicoquímicos se debe mayoritariamente a la actividad agrícola donde se utilizan

fertilizantes, insecticidas y residuos sólidos, que dicho sea de paso, reduce la cobertura arbórea e incrementa la escorrentía de sustancias químicas en el suelo y el agua. Por su parte, Alcocer (2023) destacó que el uso de productos químicos domésticos, la deforestación y pérdida de vegetación ribereña, así como el cambio de uso de suelo reducen la calidad del agua del río Charanal.

Asimismo, Amanca (2019) indica que la presencia de contaminantes en la laguna Génesis se debe al mal manejo de residuos sólidos, descarga de efluentes y crianza de ganado vacuno, actividades antrópicas circundantes a los pantanos de Villa. En tanto, la diferencia con el estudio Barrero y Marquez (2015) porque los parámetros variaron por las fuertes lluvias que se presentaron días anteriores al muestreo. Por su parte, Soto y Nieto (2024) indicaron que los vertimientos de efluentes industriales sin tratamiento e informales y la disposición de residuos de construcción y demolición aumentan la conductividad eléctrica. En otros casos, las diferencias podrían deberse a la época de muestreo, factores geográficos y fuentes de contaminación.

El incremento drástico de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5) constituye un indicador crítico de contaminación hídrica, evidenciando una elevada presencia de materia orgánica biodegradable en el agua, lo que obliga a los microorganismos a consumir grandes cantidades de oxígeno para su descomposición (Koda *et al.*, 2017). Este parámetro mide la cantidad de oxígeno consumida por los microorganismos para estabilizar la materia orgánica en condiciones específicas, siendo un reflejo directo del estrés ecológico inducido por vertimientos (Bezsényi *et al.*, 2021).

Este proceso de descomposición microbiana genera una intensa demanda de oxígeno disuelto (OD), lo que puede conducir a condiciones de hipoxia (<2 mg/L) o anoxia (0 mg/L) (Wang *et al.*, 2023). La disminución del oxígeno por debajo de los niveles críticos produce estrés respiratorio en la biota, comenzando por la mortalidad de especies sensibles como los macroinvertebrados y peces salmonídeos, seguido de la desaparición de la vegetación acuática aerobia (Bulbul y Mishra, 2022). Esta depleción de oxígeno crea un ambiente reductor que favorece la proliferación de bacterias anaerobias, las cuales metabolizan la

materia orgánica produciendo metabolitos tóxicos como sulfuro de hidrógeno y metano, amplificando el daño ecológico (Boyd, 2019).

Paralelamente, el exceso de nutrientes asociado a estas descargas, particularmente nitrógeno y fósforo, actúa como un motor para la eutrofización, es decir, la proliferación de bacterias y algas. La combinación de alta DBO₅ y eutrofización desencadena floraciones algales masivas que, al descomponerse, consumen aún más oxígeno, creando un ciclo de retroalimentación positiva que acelera la degradación del cuerpo de agua. Estas floraciones no solo reducen la penetración de luz, afectando la fotosíntesis de la vegetación sumergida, sino que algunas especies de algas pueden producir toxinas perjudiciales para la fauna y la salud humana (Devlin y Brodie, 2023).

En conjunto, estos efectos reflejan una fuerte contaminación orgánica asociada principalmente a descargas de aguas residuales domésticas, agrícolas o industriales que se acentuaron en los meses evaluados.

El incremento de SST desde un valor inicial de 50,4 hasta 404 mg/L en el humedal evidencia un deterioro severo de la calidad del agua, ya que ambos valores superan ampliamente el límite de 25 mg/L establecido para la protección de la vida acuática en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua en el Perú (Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM). Este aumento masivo reduce drásticamente la penetración de la luz en la columna de agua, lo que limita directamente la actividad fotosintética del fitoplancton y las macrófitas sumergidas (Boyd, 2019).

Físicamente, las partículas en suspensión provocan abrasión y obstrucción de las branquias de peces y macroinvertebrados, afectando su respiración y tasas de crecimiento. Además, los SST actúan como vectores de contaminación, ya que metales pesados, nutrientes y patógenos suelen adsorberse a la superficie de las partículas, favoreciendo su dispersión y biodisponibilidad en el ecosistema (Schumann y Brinker, 2020).

La turbidez excesiva resultante no solo altera el comportamiento y la capacidad de alimentación de los organismos que dependen de la visión, sino que también degrada el valor paisajístico y recreativo del humedal, limitando servicios ecosistémicos. En conjunto, estos impactos alteran estructural y funcionalmente el ecosistema, provocando una pérdida de biodiversidad y una simplificación de las redes tróficas, lo que compromete la resiliencia y la capacidad del humedal de proveer servicios ambientales esenciales.

Es importante señalar que las elevadas concentraciones de DBO₅ sugieren una alta carga de materia orgánica en el agua, probablemente debido al vertimiento de aguas residuales domésticas, agrícolas o ganaderas sin tratamiento adecuado (Maddah, 2023). Por otro lado, los niveles excesivos de SST pueden atribuirse a procesos de erosión del suelo causados por actividades humanas como la deforestación, la agricultura intensiva o el desarrollo urbano sin control (Mereta *et al.*, 2020). Además, la conductividad eléctrica elevada podría estar relacionada con la presencia de sales disueltas, ya sea por intrusiones marinas en humedales costeros o por descargas industriales con altos contenidos de minerales y químicos (Dewangan *et al.*, 2023).

4.2. Evaluación de la concentración de coliformes termotolerantes en el Humedal de Santa Julia-Piura en relación con los estándares de calidad ambiental (ECA) para agua, categoría 4 – Subcategoría E1: Lagunas y lagos en el periodo de época seca (junio a agosto)

Se discuten los resultados de la presencia de coliformes termotolerantes en el humedal y se comparan con los ECA para agua categoría 4-Subcategoría E1: Lagunas y lagos. En el Humedal de Santa Julia se evidenció un incremento significativo en la concentración de coliformes termotolerantes entre los meses de junio y agosto ($p \leq 0,05$), pasando de 3,62 a 5,59 Log₁₀NMP/100 mL, lo que refleja un marcado deterioro de la calidad microbiológica del agua. En tanto, no cumplió con el estándar para esta variable (< 3 Log₁₀NMP/100 mL) de los ECA para agua categoría 4-Subcategoría E1: Lagunas y lagos, indicando una grave contaminación de origen fecal en el humedal (Tabla 20 y 21).

Esto guarda relación con Barrero y Marquez (2015) quienes indicaron un aumento de 4,55 a 5,31 Log₁₀NMP/100 mL de coliformes en la calidad del agua en el humedal la conejera, localidad 11 de suba. Asimismo, Amanca (2019) reveló una concentración similar de coliformes de 3,36 Log₁₀NMP/100 mL en la laguna génesis del refugio de vida silvestre los pantanos de villa. Por tanto, Barrero y Marquez (2015) y Amanca (2019) no cumplieron con el estándar para esta variable (< 3 Log₁₀NMP/100 mL) de los ECA para agua categoría 4-Subcategoría E1: Lagunas y lagos. No obstante, aunque Celi (2021) evidenció que los coliformes aumentaron de 1,91 a 2,26 Log₁₀NMP/100 mL en el manantial El Buitre, Chirinos, distrito de Suyo-Ayabaca, dichos valores no superaron al estándar de la citada normativa, pero fueron menores a la presente investigación. Similarmente, Alcocer (2023) reportó en su investigación diferencia con el presente estudio, ya que los coliforme termotolerantes disminuyeron de 2,65 a 2,02 Log₁₀NMP/100 mL. No obstante, Sánchez *et al.* (2024) reportaron un valor cercano a la presente investigación de 3,7 Log₁₀NMP/100 mL. Aunado a la presencia de coliformes, Koloti *et al.* (2024) en su estudio de impacto de las actividades antropogénicas en el microbioma y sus funciones del humedal de Blesbokspruit, Sudáfrica, evidenciaron que los géneros de coliformes *Klebsiella*, *Citrobacter*, *Escherichia* y *Lysinibacillus* fueron los más predominantes en el cuerpo de agua.

El crecimiento progresivo de coliformes termotolerantes sugiere una fuente constante de contaminación, probablemente asociada a descargas de aguas residuales domésticas no tratadas, infiltración de sistemas sépticos deficientes o escorrentías de origen ganadero. El hecho de que los valores más altos se registraran en agosto podría relacionarse con factores estacionales, como la disminución del caudal en época seca (que concentra los contaminantes) o un aumento en la generación de aguas residuales durante ese periodo.

La presencia de bajas o altas concentraciones de coliformes termotolerantes se debe principalmente a la presencia de heces humanas o de animales, ocasionadas por las actividades antrópicas en los cuerpos de agua. Específicamente, por la influencia de actividades antrópicas como descargas de aguas residuales domésticas, deficiencias en el sistema de saneamiento y mayor arrastre de contaminantes por escorrentía superficial. Resultados similares fueron reportados por Celi (2021) en el manantial El Buitre, donde las

descargas humanas incrementaron los niveles de contaminación fecal, y por Ríos (2023) en la microcuenca Sicalpa, donde la actividad agrícola y urbana deterioró progresivamente la calidad del recurso hídrico. Barrero y Marquez (2015) indicaron que los botaderos de residuos sólidos de tipo orgánico e inorgánico y los vertimientos de aguas residuales aumentan la presencia de coliformes totales y fecales. Asimismo, Amanca (2019) señala que la presencia elevada de coliformes en la laguna génesis se debe a que en los canales alimentadores se realiza el pastoreo de ganado vacuno y ovino, lo que aumenta posiblemente la presencia de restos fecales. Asimismo, Celi (2021) menciona que la carga de coliformes en el manantial El Buitre se debió también a la existencia de potreros de ganado bovino, animales que beben agua directamente del cauce del manantial y en simultáneo realizan sus necesidades fisiológicas en la misma.

En este contexto, los valores hallados en Santa Julia confirman la vulnerabilidad del humedal frente a presiones antrópicas, implicando riesgos ambientales, sanitarias y de gestión tanto para la biodiversidad acuática como para la salud pública local. En el ámbito ambiental, este fenómeno reduce la capacidad de depuración natural del ecosistema, altera la biodiversidad acuática y favorece procesos de eutrofización que deterioran progresivamente la calidad del agua. Desde la perspectiva sanitaria, la presencia elevada de estos microorganismos constituye un indicador de contaminación fecal y, por tanto, de riesgo potencial de patógenos, lo que representa una amenaza para la salud pública en caso de contacto directo o uso recreativo del recurso. Finalmente, en el ámbito de la gestión, los resultados evidencian la necesidad urgente de controlar las descargas de aguas residuales, fortalecer los sistemas de saneamiento básico y establecer un monitoreo permanente de la calidad del agua, con el fin de preservar la funcionalidad ecológica del humedal y garantizar su valor como recurso ambiental estratégico para la ciudad de Piura.

4.3. Identificación y análisis de las actividades antrópicas y sus impactos sobre la calidad del agua, utilizando la matriz de Leopold como herramienta de evaluación

Este apartado, muestra la discusión detallada de los impactos ambientales ocasionados por diversos factores sobre el Humedal de Santa Julia durante los meses de junio, julio y agosto.

Específicamente, evalúa las consecuencias de la inadecuada disposición de residuos sólidos municipales, inadecuada disposición de residuos de construcción, quema de residuos sólidos, descarga de aguas residuales domésticas, urbanización, manejo inadecuado de desechos agrícolas; y deforestación y pérdida de vegetación ribereña.

En los tres meses de estudio hubo un impacto negativo constante en la urbanización con -492, la inadecuada disposición de residuos sólidos municipales con -486, la descarga de aguas residuales domésticas con -413, la inadecuada disposición de residuos de construcción con -393, así como la deforestación y pérdida de vegetación ribereña con -363, el manejo inadecuado de desechos agrícolas con -159 y la quema de residuos sólidos con -66 (Tabla 22). En cuanto al componente paisaje, la morfología y volumen paisajístico; la pérdida paisajística e intrusión visual sufrieron impacto "severo", con un impacto de -522 (Tabla 23). En contraste, los componentes suelo, agua, aire, flora, fauna y socioeconómico recibieron un impacto "moderado" con un valor de -321 a -367, en tanto, el impacto en el aire fue "irrelevante" con un valor de -169 (Tabla 23)

Esto es diferente con lo reportado por Celi (2021) quien evidenció que las actividades antrópicas con mayor impacto negativo fue la tala de árboles con -557, el control de plagas agrícolas con -318 y el control químico de malezas con -285 en la calidad del agua del manantial El Buitre, Chirinos, distrito de Suyo-Ayabaca, durante los tres meses de estudio. Sin, embargo en los impactos de las actividades antrópicas sobre los diversos componentes mostraron diferencias con el presente estudio. En el componente abiótico el suelo recibió un impacto "moderado" de -329 por todas las actividades antrópicas y el agua recibió un impacto "moderado" de -321. En el componente biótico, la flora recibió un impacto "moderado" de -340 y la fauna un impacto "moderado" de -367. En el componente socioeconómico social, la salud y seguridad recibió un impacto "moderado" por todas las actividades antrópicas de -324. En el componente perceptual, el paisaje recibió un impacto "severo" de -522. En contraste, Saavedra (2021), en su estudio de evaluación del impacto ambiental del ecosistema frágil costero Humedal Santa Julia del Distrito Veintiséis de Octubre", Piura, Perú, reportó valores similares al presente estudio con un impacto general "severo" -428 a la fauna terrestre y flora, -241 al medio social; sin embargo, se encontró el impacto general de -1 511, correspondiendo -842 al medio físico.

Por el contrario, Alcocer (2023) también reportó diferencia en los impactos de las actividades antropogénicas sobre la calidad del agua del río Charanal, provincia de Morropón – Piura con el presente estudio. La actividad con mayor impacto negativo fue la deforestación y pérdida de vegetación ribereña con -70, la descarga de aguas residuales domésticas con -65 y el cambio de uso de suelo con -58 en los tres meses de estudio. En cuanto en los impactos de las actividades antrópicas sobre los diversos componentes mostraron diferencias con el presente estudio. En el componente abiótico el suelo recibió un impacto “moderado” de -329, el agua también recibió un impacto “moderado” de -321, no obstante, el aire recibió un impacto “irrelevante” de -169. En el componente biótico, la flora recibió un impacto “moderado” de -340, asimismo, la fauna recibió un impacto “moderado” de -367 en los tres meses de estudio. En el componente humano, lo socioeconómico recibió un impacto “moderado” de -392 en los tres meses de evaluación.

Asimismo, Ahumada *et al.* (2021) reportaron diferencias en su estudio de impacto ambiental generado al costado del humedal Caño Maizaro ya que mencionó como actividades antrópicas con mayor impacto en el cuerpo de agua al: pavimento con -35, la urbanización con -34, las carreteras y puentes con -37, y caminos y senderos con -34. En el humedal las actividades antrópicas causaron un impacto medio de -43 y en los bosques también impacto medio de -35. En tanto en el factor humano, el impacto fue crítico de -29 en las estructuras, -24 en los corredores y -20 en la red de transporte. Por su parte, Rey y Pérez (2023), en su estudio de evaluación del impacto ambiental del Caño Tigre en su intersección con el barrio Las Américas en la ciudad de Villavicencio evidenciaron como impactos negativos altos al deterioro de la seguridad por presencia de personas ajenas (-89), contaminación del agua y afectación de ecosistemas acuáticos (-86) y el manejo inadecuado de residuos peligrosos (-86).

Diferente a lo evidenciado, Martínez y Rico (2022) en su estudio, encontraron que eutrofización, la contaminación química, las especies invasoras, la salinización y el aumento de temperatura tuvieron mayor impacto en los humedales costeros mediterráneos. En tanto, Ostad (2022) en su estudio de revisión de los efectos de la actividad antropogénica en el entorno de los humedales de Irán encontró una degradación significativa de los humedales

debido a actividades antropogénicas como la agricultura, la urbanización, el cambio climático, la construcción de presas y contaminación por efluentes industriales.

Las diferencias en las actividades antrópicas de mayor impacto en los cuerpos de agua de otras investigaciones con el presente estudio podría deberse a la priorización de las actividades antrópicas, por ejemplo, Celi (2021) considera a la agricultura y la ganadería, la extracción de árboles, la aplicación de herbicidas, el manejo de plagas en cultivos, la aportación de nutrientes al suelo y el pastoreo de animales, por su lado, Alcocer (2023) menciona, la gestión de residuos sólidos, el uso de productos químicos en el hogar y el vertido de aguas residuales domésticas. En el sector agrícola, destacan actividades como la aplicación de productos químicos para cultivos, el vertido de aguas residuales relacionadas con la agricultura, la tala de árboles y la reducción de vegetación en riberas, la gestión inadecuada de residuos agrícolas y el cambio en el uso del suelo. Por otro lado, Ahumada *et al.* (2021) señalan acciones como la pavimentación, la expansión urbana, la construcción de carreteras y puentes, la instalación de cercas, la creación de espacios recreativos, la gestión de desperdicios de construcción, la eliminación de desechos y la invasión de asentamientos humanos. En tanto Saavedra (2021) calificó de manera general el impacto en la fauna terrestre, flora, medio físico e impacto general en el mismo humedal de estudio. Es importante señalar que otras causas de las diferencias podría deberse a la variabilidad en las actividades antrópicas analizadas, diferencias en la escala utilizada, ubicación geográfica, criterios de evaluación distintos, tipo de cuerpo de agua y el periodo de evaluación.

En todas las investigaciones, incluida la presente se observó que todas las actividades antrópicas estudiadas presentaron impacto de “moderado” en el suelo, el agua, flora y fauna de los cuerpos de agua y solo a “severo” en el paisaje. Según Akhtar *et al.* (2021) las actividades antropogénicas tienen una influencia sustancial en términos de modificar la magnitud de las condiciones existentes (suelo, agua, flora y fauna) de la calidad de agua de los humedales. Newton *et al.* (2020) indica que los servicios ecosistémicos que proporcionan los humedales se subestiman constantemente, lo que conduce a cambios irreversibles en el uso del suelo, el efecto negativo de su flora y fauna, esto debe evitarse, ya que las actividades

antrópicas deben conservar y gestionar ecosistémicamente los humedales costeros, en vez de destruirlo.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

- Los parámetros físico-químicos que cumplen con los ECA para agua categoría 4, subcategoría E1, son el pH, el oxígeno disuelto y la conductividad eléctrica. Sin embargo, los niveles de aceites y grasas, la demanda bioquímica de oxígeno y los sólidos suspendidos totales superan los límites permitidos, indicando una alteración importante en la calidad del agua del humedal.
- La concentración de los coliformes termotolerantes en el humedal no cumple con los ECA para agua categoría 4, subcategoría E1: Lagunas y lagos, evidenciando contaminación fecal del agua del humedal.
- Las principales causas que multiplicaron la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) en más de 30 veces el límite, los sólidos suspendidos totales en 16 veces, los coliformes termotolerantes alcanzaron niveles de contaminación fecal, así como los aceites y grasas duplicaron el límite establecido fueron: la urbanización, la inadecuada disposición de residuos sólidos municipales, la descarga de aguas residuales domésticas, la inadecuada disposición de residuos de construcción, así como la deforestación y pérdida de vegetación ribereña que manifiestan los inexistentes monitoreos ambientales en la zona.
- Las actividades antrópicas de mayor impacto negativo en el humedal son la urbanización, la disposición de residuos sólidos municipales y la descarga de aguas residuales domésticas. El paisaje recibió un impacto “severo”, suelo, agua, aire, flora, fauna y socioeconómico recibieron un impacto “moderado”; y el aire impacto “irrelevante” por todas las actividades antrópicas.

CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES

- Establecer un Programa Municipal de Monitoreo de la calidad del agua del Humedal de Santa Julia durante las épocas seca y húmeda del Distrito Veintiséis de Octubre, de manera continua por un periodo mínimo de 3 años con la finalidad de identificar las variabilidades estacionales e interanuales de los parámetros físicoquímicos y biológicos. Este monitoreo debe ser coordinado con la Gerencia de Gestión Ambiental de la Municipalidad Distrital de Veintiséis de Octubre, la Autoridad Nacional del Agua (ANA), Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR), Gobierno Regional de Piura, universidades, afin de promover un enfoque interinstitucional, participativo y el uso efectivo de la información para la gestión, fiscalización y conservación del humedal.
- Utilizando los datos de la matriz de Leopold de esta investigación, la Municipalidad, con asesoría de las universidades y el SERFOR debe diseñar un “Mapa de Riesgo Ambiental y de Salud Pública del Humedal Santa Julia”. Este mapa georreferenciado identificará los puntos críticos de descarga de aguas residuales y disposición de residuos. Asimismo, servirá como herramienta para que la Municipalidad priorice sus operativos de fiscalización, focalice las campañas de educación y sustente ante el Gobierno Regional y el Ministerio de Vivienda, la urgente necesidad de proyectos de saneamiento básico en las zonas de mayor impacto.
- Se recomienda a la Municipalidad Distrital de Veintiséis de Octubre fortalecer las acciones de ordenamiento territorial en el área de influencia del Humedal que deberá iniciarse con la delimitación técnica y zona de protección del Humedal de Santa Julia, en coordinación con la Autoridad Nacional del Agua, el Ministerio del Ambiente, el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR) y el Ministerio de Vivienda dicha. Esta delimitación deberá ser incorporada en los instrumentos de ordenamiento territorial a fin de prevenir, detener procesos de ocupación informal y promover la reubicación progresiva de las ocupaciones informales.

- Se recomienda que la Municipalidad Distrital Veintiséis de Octubre implemente una Brigada Ambiental Municipal que lidere el Plan de Sensibilización Ambiental Participativo en el Humedal de Santa Julia, utilizando los hallazgos de esta investigación como evidencia técnica. Este plan debería incluir charlas y talleres dirigidos a vecinos, escolares y líderes locales, donde se muestren los datos concretos de contaminación como la superación de los Estándares de calidad de los parámetros DBO y coliformes termotolerantes vinculados directamente con el vertimiento de aguas residuales y la disposición de residuos sólidos.
- En cuanto a las acciones efectivas de manejo ambiental, se plantean intervenciones concretas y monitoreables. Primero, se debe priorizar la señalización de prohibición en los puntos críticos de vertimiento identificados, con inspecciones mensuales a cargo de personal municipal capacitado. Segundo, en coordinación con la EPS GRAU se promoverá la instalación de sistemas de tratamiento descentralizados como biodigestores o humedales artificiales en los asentamientos humanos que carecen de alcantarillado. Tercero, se implementarán jornadas de restauración ribereña participativa, reforestando con especies nativas como juncos y totoras en las áreas deforestadas, involucrando a colegios, universidades y organizaciones de voluntarios. El efecto esperado de estas acciones es una reducción en la carga de DBO y sólidos suspendidos totales, así como la recuperación progresiva de la cobertura vegetal ribereña, lo que contribuirá a la estabilización del ecosistema.
- Es fundamental establecer una vinculación operativa y formal entre la municipalidad, el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR), la Autoridad Nacional del Agua (ANA) y las universidades, a fin de fortalecer el Reglamento de la Ley N.º 32099, Ley para la protección, conservación y uso sostenible de los humedales en el territorio nacional, aprobado por D. S. N.º 002-2025-MINAM.

REFERENCIAS

- Abad, A. A. (2019). Dinámica, transformación y situación actual de los humedales costeros: Caso de estudio de los municipios de Chibote y Nuevo Chimbote, Perú. *Territorios en formación*, 16, 16. <https://doi.org/10.20868/tf.2019.16.4222>
- Ahumada, M. G., Hernández, J. H., Carrillo, J. E. (2021). *Estudio al Impacto Ambiental Generado al Costado del Humedal Caño Maizaro por el desarrollo de la Urbanización Ciudadela San Antonio Villavicencio/Meta* [Tesis de pregrado, Universidad Cooperativa de Colombia]. Repositorio del campus de la Universidad Cooperativa de Colombia. <https://repository.ucc.edu.co/entities/publication/3edee7b1-38f1-4cc0-aa11-e34886347669>
- Akhtar, N., Syakir Ishak, M. I., Bhawani, S. A. y Umar, K. (2021). Various natural and anthropogenic factors responsible for water quality degradation: A review [Diversos factores naturales y antropogénicos responsables de la degradación de la calidad del agua: una revisión]. *Water*, 13(19), 2660. <https://www.mdpi.com/2073-4441/13/19/2660>
- Alcocer, R.S. (2023). *Impactos de las actividades antropogénicas sobre la calidad del agua del río Charanal, provincia de Morropón – Piura, 2021* [Tesis de pregrado, Universidad Católica Sedes Sapientiae]. Repositorio del campus de la UCSS. <https://repositorio.ucss.edu.pe/item/64fc23bc-1fd1-41b3-b4e7-702957032bd3>
- Álvarez, C. C. (2016). *Determinación analítica de detergentes en las aguas de los Pantanos de Villa* [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio del campus de la PUCP. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio//handle/20.500.12404/7570>
- Amanca, M. L. (2019). *Evaluación De La Calidad De Agua De La Laguna Génesis Del Refugio De Vida Silvestre Los Pantanos De Villa—Chorrillos* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur]. Repositorio del campus de la UNTLS. <https://repositorio.untels.edu.pe/jspui/handle/123456789/521>
- American Public Health Association, American Water Works Association y Water Environment Federation (2023). *Standard Methods for the Examination of water and wastewater* [Métodos estándar para el examen de agua y aguas residuales]. <https://www.standardmethods.org/>
- Autoridad Nacional del Agua (2016). Resolución Jefatural N°010 – 2016 – ANA, 2016. <https://www.ana.gob.pe/normatividad/rj-no-010-2016-ana-0>

- Bala, J. (2020). An overview of longitudinal research designs in social sciences [Una visión general de los diseños de investigación longitudinal en ciencias sociales]. *Studies in Indian Politics*, 8(1), 105-114. <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/2321023020918068>
- Balwan, W. K. y Kour, S. (2021). Wetland-an ecological boon for the environment. *East African Scholars Journal of Agriculture and Life Sciences*, 4(3), 38-48. https://www.easpublisher.com/media/features_articles/EASJALS_43_38-48c_x6bowtm.pdf
- Barrero, L. M. y Márquez, P. A (2015). *Evaluación de la calidad del agua en el Humedal la Conejera Localidad 11 de Suba* [Tesis de pregrado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. Repositorio del campus de la UDFJC <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/4299/EVALUACION-CALIDAD-DEL-AGUA-HUMEDAL-LA-CONEJERA-FINAL-3.pdf?sequence=1>
- Bezsenyi, A., Sági, G., Makó, M., Wojnárovits, L. y Takács, E. (2021). The effect of hydrogen peroxide on the biochemical oxygen demand (BOD) values measured during ionizing radiation treatment of wastewater. *Radiation Physics and Chemistry*, 189, 109773. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0969806X21004230>
- Boyd, C. E. (2019). Microorganisms and water quality. *In Water quality: an introduction* (pp. 233-267). Cham: Springer International Publishing. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-23335-8_12
- Bulbul, A. y Mishra, A. (2022). Effects of dissolved oxygen concentration on freshwater fish: A review. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 10(4), 113-127. https://www.researchgate.net/profile/Bulbul-Ali-2/publication/362634321_Effects_of_dissolved_oxygen_concentration_on_freshwater_fish_A_review/links/63ac92f4097c7832ca721fca/Effects-of-dissolved-oxygen-concentration-on-freshwater-fish-A-review.pdf
- Bustamante, S. L. (2022). *Evaluación comparativa de impacto ambiental aplicando la matriz de Conesa-Fernández, el método de Leopold y método de Batelle, en el proyecto de mejoramiento del servicio de transitabilidad de un sector del eje de integración vial norte, en los distritos de Yura y Cerro Colorado—Arequipa* [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Santa María]. Repositorio del campus de la UCSM. <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/11826>
- Castagnino, J. (2015). *Informe de la Semana de representación-Visita a los Humedales de Santa Julia junto al alcalde del distrito 26 de octubre. Congreso de la República.*

[https://www2.congreso.gob.pe/Sicr/MesaDirectiva/sipfr2011.nsf/DC2E9BE923C397CA05257DFD00706A31/\\$FILE/CastagninoLema_FEB2015.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/Sicr/MesaDirectiva/sipfr2011.nsf/DC2E9BE923C397CA05257DFD00706A31/$FILE/CastagninoLema_FEB2015.pdf)

- Celi, M. F. (2021). *Impacto de las actividades antrópicas sobre la calidad del agua del manantial El Buitre, Chirinos, distrito de Suyo-Ayabaca, 2020* [Tesis de pregrado, Universidad Católica Sedes Sapientiae]. Repositorio del campus de la UCSS. <https://repositorio.ucss.edu.pe/handle/20.500.14095/1191>
- Chacón, K., Haro, C., y Carrera, L. (2024). Evaluación de la calidad del agua: Caso río Copueno en Ecuador. *Revista de la universidad del Zuli*. (43), 556-572. <https://doi.org/10.46925//rdluz.43.30>
- Chacon, R. X. (2020). *Evaluación de la biodiversidad de los Humedales de Ventanilla* [Tesis pregrado, Universidad Nacional Mayor De San Marcos]. Repositorio del campus de la UNMSM. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/15859>
- Chakraborty, S. K., Sanyal, P. y Ray, R. (2023). Introductory and basic eco-biological aspects of wetlands. In *Wetlands Ecology: Eco-biological uniqueness of a Ramsar site (East Kolkata Wetlands, India)* (pp. 1-38). Cham: Springer International Publishing. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-09253-4_1
- Chakraborty, S. K., Sanyal, P. y Ray, R. (2023). Pollution, environmental perturbation and consequent loss of wetlands [Contaminación, perturbación ambiental y consiguiente pérdida de humedales]. In *Wetlands Ecology: Eco-biological uniqueness of a Ramsar site*, 521-582. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-09253-4_8
- Chakraborty, S. K., Sanyal, P. y Ray, R. (2023). Pollution, environmental perturbation and consequent loss of wetlands. In *Wetlands Ecology: Eco-biological uniqueness of a Ramsar site (East Kolkata Wetlands, India)* (pp. 521-582). Cham: Springer International Publishing. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-09253-4_8
- Devlin, M. y Brodie, J. (2023). Nutrients and eutrophication. In *Marine pollution—monitoring, management and mitigation* (pp. 75-100). Cham: Springer Nature Switzerland. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-10127-4_4
- Dewangan, S. K., Shrivastava, S., Kadri, M., Saruta, S., Yadav, S. y Minj, N. (2023). Temperature effect on electrical conductivity (EC) & total dissolved solids (TDS) of water: A review [Efecto de la temperatura sobre la conductividad eléctrica (CE) y los sólidos disueltos totales (TDS) del agua: una revisión]. *Int. J. Res. Anal. Rev*, 10(2), 514-520. https://www.researchgate.net/publication/371539432_TEMPERATURE_EFFECT_

ON ELECTRICAL CONDUCTIVITY EC TOTAL DISSOLVED SOLIDS TDS OF WATER A REVIEW

- Dissanayaka, D. M. O. N., Pinsarani, W. G. J. R., Himanujahn, S. y Athapattu, B. C. L. (2022). Assessing the impact of eutrophication and hourly discharge on dissolved oxygen fluctuation of urban water system linked to an estuary. *J Eng Technol*, 10, 40-51. https://www.researchgate.net/profile/Himanujahn-Sivaperumaan-2/publication/367434456_Assessing_the_impact_of_eutrophication_and_hourly_discharge_on_dissolved_oxygen_fluctuation_of_urban_water_system_linked_to_an_estuary/links/63d240466fe15d6a574c2ed5/Assessing-the-impact-of-eutrophication-and-hourly-discharge-on-dissolved-oxygen-fluctuation-of-urban-water-system-linked-to-an-estuary.pdf
- El peruano (2017). *Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias—DECRETO SUPREMO - N° 004-2017-MINAM* - *AMBIENTE*. <http://busquedas.elperuano.pe/dispositivo/NL/1529835-2>
- El Peruano (2019). *Resolución de dirección ejecutiva N° 072-2019-MINAGRI-SERFOR-DE*. <https://busquedas.elperuano.pe/dispositivo/NL/1746542-2>
- Eneyew, B. G. y Assefa, W. W. (2021). Anthropogenic effect on wetland biodiversity in Lake Tana region: a case of Infranz wetland, northwestern Ethiopia [Efecto antropogénico sobre la biodiversidad de los humedales en la región del lago Tana: un caso del humedal Infranz, en el noroeste de Etiopía]. *Environmental and Sustainability Indicators*, 12, 100158. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2665972721000593>
- Escalante, T., Noguera-Urbano, E. A. y Corona, W. (2018). Track analysis of the Nearctic region: Identifying complex areas with mammals [Análisis de huellas de la región Neártica: Identificación de áreas complejas con mamíferos]. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 56(3), 466-477. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jzs.12211>
- Firdaus, F., Zulfadilla, Z. y Caniago, F. (2021). Research methodology: Types in the new perspective [Metodología de investigación: Tipos en la nueva perspectiva]. *Manazhim*, 3(1), 1-16. <https://ejournal.stitpn.ac.id/index.php/manazhim/article/view/903>
- Fúquene, D. M. y Yate, A. V. (2018). Ensayo de jarras para el control del proceso de coagulación en el tratamiento de aguas residuales industriales. Documentos de trabajo *ECAPMA*, 2 (1). <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/workpaper/article/view/2771>

- Galecio, S. y Seminario, G. (2021). *Mejora del paisaje urbano del humedal Santa Julia como estrategia para lograr una ciudad simbiótica - Piura 2020* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio del campus de la UCV. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV_706679c99efff8d71f2fe38eefc6a86e
- Gamarra, E. R. (2021). *Elaboración del inventario nacional y clasificación de los humedales costeros con base en la estrategia nacional de humedales para la toma de decisiones para su conservación y protección, 2012-2018* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo]. Repositorio de la UNSAM. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3355160>
- Garg, S., Chowdhury, Z. Z., Faisal, A. N. M., Rumjit, N. P. y Thomas, P. (2021). Impact of industrial wastewater on environment and human health. In *Advanced industrial wastewater Treatment and Reclamation of water: comparative Study of water pollution Index during pre-industrial, industrial Period and Prospect of wastewater Treatment for water resource conservation* (pp. 197-209). Cham: Springer International Publishing. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-83811-9_10
- Gélvez, T. (2018). *Valoración económica de humedales: Casos Capellanía y La Conejera en Bogotá* (pp. 24-35). Editorial Los Libertadores. <https://doi.org/10.2307/j.ctv14rmp61>
- Gokce, D. (2019). *Wetlands management: assessing risk and sustainable solutions* [Gestión de humedales: evaluación de riesgos y soluciones sostenibles]. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=v1mRDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR9&dq=Wetlands+Management:+Assessing+Risk+and+Sustainable+Solutions&ots=JiM51Mosky&sig=myoNV8AsAQlp-a5VsKXPwq0Qpv0>
- Gubelit, Y. I. y Grossart, H. P. (2020). New methods, new concepts: what can be applied to freshwater periphyton? [Nuevos métodos, nuevos conceptos: ¿qué se puede aplicar al perifiton de agua dulce?]. *Frontiers in Microbiology*, 11, 1275. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2020.01275/full>
- Hoyos, A. I. (2021). *Determinación del estado de conservación del humedal HuachoHualmay-Carquín, provincia de Huaura, departamento de Lima* [Tesis de pregrado, Universidad Católica Sedes Sapientiae]. Repositorio del campus de la UCSS. https://repositorio.ucss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14095/1106/Hoyos_Aaron_tesis_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Koda, E., Miskowska, A. y Sieczka, A. (2017). Levels of organic pollution indicators in groundwater at the old landfill and waste management site. *Applied Sciences*, 7(6), 638. <https://www.mdpi.com/2076-3417/7/6/638>
- Koloti, L. E., Nkuna, R. Matambo, T. S. (2024). Impact of current anthropogenic activities on Blesbokspruit wetland microbiome and functions. *Science of The Total Environment*, 915, 170010. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004896972400144X>
- La República (2022). *Realizan jornada de limpieza en humedales de Santa Julia*. <https://larepublica.pe/sociedad/2022/03/15/realizan-jornada-de-limpieza-en-humedales-de-santa-julia-lrnd>
- Maddah, H. A. (2023). Regression-based analytical models for dissolved oxygen in wastewater [Modelos analíticos basados en regresión para el oxígeno disuelto en aguas residuales]. *Environmental Monitoring and Assessment*, 195(11), 1346. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37857904/>
- Martínez, C. y Rico, A. (2022). Biodiversity impacts by multiple anthropogenic stressors in Mediterranean coastal wetlands [Impactos en la biodiversidad causados por múltiples factores de estrés antropogénicos en los humedales costeros mediterráneos]. *Science of the Total Environment*, 818, 151712. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969721067887>
- Mekuria, D. M., Kassegne, A. B. y Asfaw, S. L. (2021). Assessing pollution profiles along Little Akaki River receiving municipal and industrial wastewaters, Central Ethiopia: Implications for environmental and public health safety. *Heliyon*, 7(7).[https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440\(21\)01629-7](https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440(21)01629-7)
- Mendoza, L. (2019). *Los humedales de Santa Julia*. <https://santajulia01.blogspot.com/>
- Mereta, S. T., De Meester, L., Lemmens, P., Legesse, W., Goethals, P. L., y Boets, P. (2020). Sediment and nutrient retention capacity of natural riverine wetlands in Southwest Ethiopia [Capacidad de retención de sedimentos y nutrientes de los humedales ribereños naturales del suroeste de Etiopía]. *Frontiers in Environmental Science*, 8, 122. <https://www.frontiersin.org/journals/environmental-science/articles/10.3389/fenvs.2020.00122/full>
- Ministerio del Ambiente (2015). *Estrategia Nacional de Humedales*. Ministerio del Ambiente. <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2015/01/Anexo-Decreto-Supremo-N%C2%B0-004-2015-MINAM2.pdf>

- Ministerio del Ambiente (2019). *Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental - SEIA*. https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/siar-sanmartin/archivos/public/docs/seia_taller_san_martin.pdf
- Ministerio del Ambiente (2025). *Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de la Ley N° 32099, Ley para la protección, conservación y uso sostenible de los humedales en el territorio nacional*. Ministerio del Ambiente. <https://sinia.minam.gob.pe/normas/decreto-supremo-que-aprueba-reglamento-ley-ndeg-32099-ley-proteccion>
- Mohajan, H. K. (2020). Quantitative research: A successful investigation in natural and social sciences [Investigación cuantitativa: Una investigación exitosa en ciencias naturales y sociales]. *Journal of economic development, environment and people*, 9(4), 50-79. <https://www.cceol.com/search/article-detail?id=939590>
- Mora, A.G. (2022). *Evaluación del uso de lodo de un proceso de potabilización convencional, en el mejoramiento de la sedimentación primaria en aguas residuales municipales* [Tesis de maestría, Universidad de Antioquia]. Repositorio institucional Universidad de Antioquia. <https://acortar.link/GRJPSp>
- Moreno, P. y Infante, D. M. (2016). Conociendo los manglares, las selvas inundables y los humedales herbáceos. (pp. 50-120). <https://acortar.link/GRJPSp>
- Mpandeli, S., Liphadzi, S., Mabhaudhi, C., Mabhaudhi, T. y Nhamo, L. (2024). Assessing the Impact of Anthropogenically Modified Land Uses on Wetland Health: Case of Witbank Dam Catchment in South Africa. *Water*, 16(16), 2287. <https://www.mdpi.com/2073-4441/16/16/2287>
- Newton, A., Icely, J., Cristina, S., Perillo, G. M., Turner, R. E., Ashan, D., ... y Kuenzer, C. (2020). Anthropogenic, direct pressures on coastal wetlands [Presiones directas antropogénicas sobre los humedales costeros]. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 8, 144. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fevo.2020.00144/full>
- Noriega, J.A. (2021). *Infraestructura de protección para mitigar la degradación del humedal de Santa Julia del distrito Veintiséis de Octubre en Piura* [Tesis de pregrado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. Repositorio del campus de la UCSTM. https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/4150/1/TL_NoriegaValdiviaJose.pdf
- Organización de las Naciones Unidas (2016). *El Informe Mundial de Ciudades 2016 de ONU Hábitat: "Urbanización y Desarrollo: futuros emergentes" - para Plataforma*

enerTIC.org. Organización de las Naciones Unidas.
<https://publicacionesonuhabitat.org/onuhabitatmexico/Reportedelasciudades2016.pdf>

- Ostad, K. (2022). Review of the effects of the anthropogenic on the wetland environment [Revisión de los efectos de la actividad antropogénica sobre el ambiente de los humedales]. Revisión de los efectos de la actividad antropogénica sobre el ambiente de los humedales. *Applied Water Science*, 12(12), 260. <https://link.springer.com/article/10.1007/s13201-022-01767-4>
- Pérez, C. (2022). *Evaluación de la calidad química del agua en el Humedal Urbano Estero el Litre, comunas de La Calera y Nogales, V Región* [Tesis de grado, Universidad Andrés Bello]. Repositorio Institucional de la Universidad Andrés Bello. <https://repositorio.unab.cl/handle/ria/54741>
- Pranta, A. D., Rahaman, M. T., Ahmed, M. S. y Arefin Rafi, M. S. (2023). Navigating eutrophication in aquatic environments: understanding impacts and unveiling solutions for effective wastewater management. *Res Ecol*, 5(3), 11-18. <https://www.academia.edu/download/113125174/5009.pdf>
- Ramsar (2018). *Perspectiva Mundial sobre los humedales. Convención sobre los humedales*. https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/gwo_s.pdf
- Resolución Ministerial N° 051-2014-MINAM. (2014). *Aprueban lineamientos para la gestión de humedales. Diario Oficial El Peruano*. <https://www.gob.pe/institucion/minam/normas-legales/25737-051-2014-minam>
- Rey, C., y Pérez, D. (2023). *Evaluación del Impacto Ambiental del Caño Tigre en su intersección con el barrio Las Américas en la ciudad de Villavicencio* [Trabajo de Grado, Universidad Cooperativa de Colombia]. Repositorio Institucional de la Universidad Cooperativa de Colombia. <https://hdl.handle.net/20.500.12494/53035>
- Ríos, B. y Ramírez, A. (2019). Multiple stressors in the Neotropical region: Environmental impacts in biodiversity hotspots [Factores de estrés múltiples en la región neotropical: impactos ambientales en puntos críticos de biodiversidad]. *In Multiple stressors in river ecosystems*, 205-220. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128117132000121>
- Robles, A. R. (2021). *Diagnóstico de la calidad del agua de los principales ríos de la cuenca hidrográfica Pucara mediante el cálculo del índice de calidad de agua (ICA-PE) para el período (2012-2020) y propuesta de medidas de manejo ambiental* [Tesis de

pregrado, Universidad Católica de Santa María]. Repositorio de la UCSM
<https://repositorio.ucsm.edu.pe/bitstream/20.500.12920/11307/1/4G.0048.IA.pdf>

- Rodríguez, R., Retamozo-Chavez, R., Aponte, H. y Valdivia, E. (2017). Evaluación microbiológica de un cuerpo de agua del ACR Humedales de Ventanilla (Callao, Perú) y su importancia para la salud pública local. *Ecología Aplicada*, 16 (1), 15–21. <https://doi.org/10.21704/rea.v16i1.899>
- Rossel, L. J., Rossel, L. A., Ferro, F. P., Ferro, A. L. y Zapana, R. R. (2020). Radiación ultravioleta-c para desinfección bacteriana (coliformes totales y termotolerantes) en el tratamiento de agua potable. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 22 (1), 68–77. <https://doi.org/10.18271/ria.2020.537>
- Saavedra, G. E. (2021). *Evaluación del impacto ambiental del ecosistema frágil costero húmeda Santa Julia del distrito 26 de octubre—Piura* [Tesis de pregrado, Universidad de Piura]. Repositorio del campus de la UDEP. <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/2877>
- Sahle, E., Hassan, A. A. y El Badawy, A. (2019). Bio-desalination of brackish and seawater using halophytic algae [Biodesalinización de agua salobre y de mar mediante algas halófitas]. *Desalination*, 465, 104-113. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0011916419301699>
- Sánchez, D., Vásquez A., Valdivia, B., Gonzales, A., Mundaca, L., Sánchez, E., Valer, J. (2024). Calidad ambiental de la laguna “El Mirador” del humedal relicto de Ventanilla - Callao, 2023. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 7(3), e71248 . <https://doi.org/10.34188/bjaerv7n3-009>
- Schumann, M. y Brinker, A. (2020). Understanding and managing suspended solids in intensive salmonid aquaculture: a review. *Reviews in Aquaculture*, 12(4), 2109-2139. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/raq.12425>
- Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (2019). *Ficha Técnica de Estado de Conservación*. <https://siar.regionpiura.gob.pe/documentos/siales/sialpiura/repositorio/phpS30ERj.PDF>
- Shahidi, F. y Hossain, A. (2022). Preservation of aquatic food using edible films and coatings containing essential oils: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(1), 66-105. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10408398.2020.1812048>

- Shuqing, A. y Verhoeven, J. T. A. (2019). *Wetlands: Ecosystem Services, Restoration and Wise Use* [Humedales: servicios ecosistémicos, restauración y uso racional]. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-14861-4>
- Sociedad Peruana de Derecho Ambiental (2019). *Piura: Humedal de Santa Julia será recuperado y puesto en valor*. <https://www.actualidadambiental.pe/piura-humedal-de-santa-julia-sera-recuperado-y-puesto-en-valor/>
- Soto, L. y Nieto, J. I. (2024). Evaluación de la calidad del agua en el humedal costero pantanos de villa, Chorrillos, Perú. *Tecnia*, 34(1), 11-25. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2309-04132024000100011
- Tran, P. Q. y Anantharaman, K. (2021). Biogeochemistry goes viral: towards a multifaceted approach to study viruses and biogeochemical cycling [La biogeoquímica se vuelve viral: hacia un enfoque multifacético para estudiar los virus y el ciclo biogeoquímico]. *Msystems*, 6(5), 10-1128. <https://journals.asm.org/doi/abs/10.1128/msystems.01138-21>
- Verma, S., Verma, S., Ramakant, R., Pandey, V. y Verma, A. (2025). Comprehensive Assessment of Physico-Chemical and Biological Parameters in Water Quality Monitoring: A Review of Contaminants, Indicators, and Health Impacts. *International Journal of Horticulture, Agriculture and Food science*, 9(2), 611019. https://www.academia.edu/download/122618866/2IJHAF_MAR20259_Comprehensive.pdf
- Villagra, M. (2017). *Centro de Investigación y Educación Ambiental en los humedales de Ventanilla - Callao* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio del campus de la UPC. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/621783?show=full>
- Wang, Z., Pu, D., Zheng, J., Li, P., Lü, H., Wei, X., ... y Gao, L. (2023). Hypoxia-induced physiological responses in fish: From organism to tissue to molecular levels. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 267, 115609. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0147651323011132>
- Xu, X., Chen, M., Yang, G., Jiang, B. y Zhang, J. (2020). Wetland ecosystem services research: A critical review [Investigación sobre los servicios ecosistémicos de los humedales: una revisión crítica]. *Global Ecology and Conservation*, 22, e01027. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351989420300263>

- Ye, S., Pei, L., He, L., Xie, L., Zhao, G., Yuan, H., ... y Laws, E. A. (2022). Wetlands in China: Evolution, carbon sequestrations and services, threats, and preservation/restoration [Humedales en China: evolución, secuestros y servicios de carbono, amenazas y preservación/restauración]. *Water*, 14 (7), 1152. <https://www.mdpi.com/2073-4441/14/7/1152>
- Yehia, H. M. A. S. y Said, S. M. (2021). Drinking water treatment: pH adjustment using natural physical field [Tratamiento de agua potable: ajuste del pH mediante campo físico natural]. *Journal of Biosciences and Medicines*, 9 (6), 55-66. <https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=109703>
- Yu, X., Li, S., Li, S., Yu, X., Li, S. y Li, S. (2018). Sandy Coast (Shore) and Neritic Depositional System [Costa arenosa (costa) y sistema deposicional nerítico]. *Clastic Hydrocarbon Reservoir Sedimentology*, 573-632. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-70335-0_12

TERMINOLOGÍA

Albufera. Es una laguna costera de agua salobre o salada, separada del mar por una barrera natural de arena, grava o cordones litorales, pero conectada a este por uno o varios canales (Yu *et al.*, 2018).

Biogeoquímico. Son los procesos o interacciones entre los componentes biológicos, geológicos y químicos de los ecosistemas (Tran y Anantharaman, 2021).

Muestra de agua. Es una porción representativa de volumen de agua (Fúquene y Yate, 2018).

Neartica. Es la zona que abarca la mayor parte de América del Norte, desde el Ártico canadiense y Alaska hasta el centro de México (Escalante *et al.*, 2018).

Neotropical. Es la región ubicada entre las zonas cálidas de Latinoamérica y el sur de México, que presenta ecosistemas y biodiversidad característicos de las zonas cálidas (Ríos y Ramírez, 2019).

Parámetros. Son aquellas características físicas, químicas y biológicas del agua sometido a medición (APHA, *et al.*, 2023).

Perifiton. Es una comunidad de bacterias, hongos, protozoos, algas y animales invertebrados adheridas a los sustratos sumergidos en el agua (Gubelit *et al.*, 2020).

Salobre. Es el agua que tiene una concentración de sal mayor que el agua dulce, pero menor que el agua de mar, entre 0,5 y 30 gramos de sal por litro (Sahle *et al.*, 2019).

Servicios ecosistémicos. Son aquellos beneficios económicos, sociales y ambientales, directos e indirectos, que las personas obtienen de la regulación hídrica en cuencas, el mantenimiento de la biodiversidad, el secuestro de carbono, la belleza paisajística, la formación de suelos, la provisión de recursos genéticos, entre otros (MINAM, 2025).

Urbanización. La urbanización fomenta el crecimiento y está generalmente asociada con una mayor productividad, oportunidades y calidad de vida para todos. Las ciudades crean riqueza, generan empleos y encaminan el progreso humano, aprovechando las fuerzas de la aglomeración y la industrialización (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2016).

APÉNDICES

Apéndice 1

Base de datos de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del Humedal Santa Julia

Punto de muestreo	Temperatura (°C)			pH (Unidades de pH)			Oxígeno Disuelto (mg/L)			Coliformes Fecales (Log10NMP/100 mL)		
	Jun.	Julio	Agosto	Junio	Julio	Agosto	Junio	Julio	Agosto	Junio	Julio	Agosto
L1-01	27,70	27,90	27,80	8,17	7,84	8,19	6,40	6,23	6,54	3,73	4,97	5,85
L1-02	27,50	27,60	27,50	8,44	7,88	8,21	6,48	6,25	6,60	3,96	5,04	4,96
L2-01	27,80	27,90	27,70	7,70	8,02	8,17	6,01	5,80	6,85	4,04	5,34	6,73
L2-02	27,60	27,50	27,70	8,41	7,84	7,52	6,18	6,20	6,32	2,97	5,23	5,20
L2-03	27,40	27,40	27,00	7,72	8,13	7,92	5,90	5,76	6,82	2,85	4,85	4,54
L2-04	27,50	27,30	26,90	8,55	8,04	7,43	6,26	6,22	6,33	4,15	5,15	6,23

Base de datos de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del Humedal Santa Julia (“continuación”)

Punto de muestreo	Conductividad eléctrica (µS/cm)			Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)			Aceites y Grasas (mg/L)			Solidos Suspendidos Totales (mg/L)		
	Junio	Julio	Agosto	Junio	Julio	Agosto	Junio	Julio	Agosto	Junio	Julio	Agosto
L1-01	116,70	110,80	115,60	57,30	114,20	219,20	5,00	9,45	16,25	69,00	38,50	528,00
L1-02	105,40	100,60	105,90	65,90	89,10	144,70	5,00	6,25	13,35	32,00	98,00	224,00
L2-01	103,90	119,90	105,70	55,80	90,10	126,00	5,00	5,00	15,45	50,00	74,00	310,00
L2-02	107,50	100,60	102,80	63,80	107,80	144,70	5,00	6,05	5,00	53,00	54,00	640,00
L2-03	104,30	103,20	106,60	53,40	44,50	171,60	5,00	5,00	5,00	64,00	5,00	916,00
L2-04	107,90	101,10	103,30	60,80	74,10	140,10	5,00	5,00	5,00	48,00	94,00	318,00

Apéndice 2

Prueba de normalidad de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del Humedal

Santa Julia

Variable	Estadístico	gl	Sig.	Normalidad
Temperatura	0,918	17	0,118	Sí
pH	0,979	17	0,933	Sí
Oxígeno disuelto	0,963	17	0,658	Sí
Conductividad eléctrica	0,869	17	0,017	No
Coliformes termotolerantes	0,969	17	0,778	Sí
Demanda bioquímica de oxígeno	0,907	17	0,078	Sí
Aceites y grasas	0,594	17	0,000	No
Sólidos suspendidos totales	0,743	14	0,001	No

Apéndice 3

Prueba de homocedasticidad de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del

Humedal Santa Julia

Variable	Estadístico	gl	Sig.	Homocedástico
Temperatura	3,904	17	0,142	Sí
pH	5,216	17	0,074	Sí
Oxígeno disuelto	0,038	17	0,963	Sí
Conductividad eléctrica	0,473	17	0,632	Sí
Coliformes termotolerantes	8,147	17	0,017	No
Demanda bioquímica de oxígeno	11,628	17	0,003	No
Aceites y grasas	34,346	17	0,000	No
Sólidos suspendidos totales	20,727	14	0,399	Sí

Apéndice 4

Resultados de laboratorio de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del Humedal Santa Julia

 ALAB ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.	LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 096	 INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado Registro N° LE - 096			
INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-16981					
N° Id.: 0000116644					
I.- DATOS DEL CLIENTE Y/O SOLICITANTE					
1.- RAZON SOCIAL	:	CLAUDIA ISABEL GONZA QUITO			
2.- DIRECCIÓN	:	Piura			
3.- PROYECTO	:	EVALUACION DE LA INFLUENCIA DE LAS ACTIVIDADES ANTROPICAS EN LA CALIDAD DE AGUA HUMEDAL SANTA JULIA			
4.- PROCEDENCIA	:	HUMEDAL SANTA JULIA			
5.- SOLICITANTE	:	CLAUDIA ISABEL GONZA QUITO			
6.- PRODUCTO	:	Agua Natural			
II.- DATOS DEL SERVICIO					
1.- ORDEN DE SERVICIO N°	:	0000003521-2024-0000			
2.- FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	:	2024-07-03			
III.- DATOS DEL ÍTEMS DE ENSAYO					
1.- MUESTREADO POR	:	MUESTRA Y DATOS PROPORCIONADO POR EL CLIENTE SEGUN CADENA DE CUSTODIA			
2.- NÚMERO DE MUESTRAS	:	2			
3.- FECHA DE RECEPCIÓN	:	2024-06-22			
4.- CONDICIÓN DE RECEPCIÓN	:	Conservacion de la cadena de frío (<= 6°C) / Preservada.			
5.- PERÍODO DE ENSAYO	:	2024-06-22 al 2024-07-03			
 Erika Aliaga Ibarra Jefe de Laboratorio CIP N° 100391			 Marleni V. Rivera Castromonte Supervisor de Laboratorio de Microbiología e Hidrobiología CBP N° 16639		
					
<p>Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.</p> <p>Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia. Pág.1 de 3</p>					
SEDE PRINCIPAL Av. Guardia Chilesa N° 1877, Bellavista - Callao Telf.: (+01) 717 5802 Cel.: 977 515 129	SEDE ZARUMILLA Prolongación Zarumilla Mz. D2 Ll. 3, Bellavista - Callao Telf.: (+01) 713 0636 Cel.: 937 111 379	SEDE AREQUIPA COOP SIDSUR Mz. E Ll. 9, Arequipa Telf.: (+054) 616 843 Cel.: 952 361 941	SEDE PIURA Urb. Miraflores Mz. G Ll. 17, Castilla - Piura Telf.: (+073) 542 335 Cel.: 952 617 762	SEDE TRUJILLO Urb. Sol de Trujillo Mz. A Ll. 29, Alto Salaverry - Trujillo Telf.: (+01) 713 0636 Cel.: 961 768 828	 www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-16981

N° Id.: 0000116644

IV.- MÉTODOS DE ENSAYO

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO	CONDICIÓN DE ACREDITACIÓN / LUGAR DE ANÁLISIS
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 24th Ed. 2023. □	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test	INACAL LE - 096 PIURA
Sólidos Suspendidos Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 24th Ed. 2023. □	Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C	INACAL LE - 096 PIURA
Aceites y Grasas	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 24th Ed. 2023. □	Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method	INACAL LE - 096 PIURA
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F.2, 24th Ed. 2023.	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate. Simultaneous Determination of Termotolerant Coliforms and E.coli.	INACAL LE - 096 PIURA

"SMEWW" : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

"APHA" : American Public Health Association

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-16981

N° Id.: 0000116644

V.- RESULTADOS

ITEM	1	2
CÓDIGO DE LABORATORIO	M-24-52101	M-24-52102
CÓDIGO CLIENTE ^(A)	L1-01	L1-02
COORDENADAS - UTM WGS 84 ^(A)	E:0537601 N:9424925	E:0537537 N:9424999
PRODUCTO ^(A)	Agua Natural	Agua Natural
SUB PRODUCTO ^(A)	Agua Superficial	Agua Superficial
FECHA y HORA DE MUESTREO ^(A)	22-06-2024 07:30	22-06-2024 07:50

ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS	
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP) (*)	NMP/100mL	NA	1,8	5 400,0	9 200,0
Demanda Bioquímica de Oxígeno (*)	mg/L	0,4	2,0	57,3	65,9
Aceites y Grasas (*)	mg/L	1,40	5,00	<5,00	<5,00
Sólidos Suspendedos Totales (*)	mg/L	2,0	5,0	69,0	32,0

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<="= Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, "<="= Menor que el L.D.M.

NA: No Aplica

^(A)Datos proporcionados por el cliente y/o solicitante. El laboratorio no es responsable cuando la información proporcionado por el cliente y/o solicitante pueda afectar la validez de los resultados.

VI.- OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

Pág.3 de 3

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca N° 1877,
Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 717 5802
Cel.: 977 515 129

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2
L1, 3, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz. E L1, 9,
Arequipa
Telf.: (+054) 618 843
Cel.: 952 361 941

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G L1, 17,
Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 952 617 762

SEDE TRUJILLO
Urb. Sol de Trujillo Mz. A L1, 29,
Alto Salaverry - Trujillo
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 961 768 829

www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-16980

N° Id.: 0000116643

I.- DATOS DEL CLIENTE Y/O SOLICITANTE

1.- RAZON SOCIAL : CLAUDIA ISABEL GONZA QUITO
2.- DIRECCIÓN : Piura
3.- PROYECTO : EVALUACION DE LA INFLUENCIA DE LAS ACTIVIDADES ANTROPICAS EN LA CALIDAD DE AGUA
HUMEDAL SANTA JULIA
4.- PROCEDENCIA : HUMEDAL SANTA JULIA
5.- SOLICITANTE : CLAUDIA ISABEL GONZA QUITO
6.- PRODUCTO : Agua Natural

II.- DATOS DEL SERVICIO

1.- ORDEN DE SERVICIO N° : 0000003343-2024-0000
2.- FECHA DE EMISIÓN DE INFORME : 2024-07-03

III.- DATOS DEL ÍTEM DE ENSAYO

1.- MUESTREO POR : MUESTRA Y DATOS PROPORCIONADO POR EL CLIENTE SEGUN CADENA DE CUSTODIA
2.- NÚMERO DE MUESTRAS : 4
3.- FECHA DE RECEPCIÓN : 2024-06-22
4.- CONDICIÓN DE RECEPCIÓN : Conservacion de la cadena de frío (<= 6°C) / Preservada.
5.- PERÍODO DE ENSAYO : 2024-06-22 al 2024-07-03


Erika Aliaga Ibarra
Jefe de Laboratorio
CIP N° 100391


Marleni V. Rivera Castromonte
Supervisor de Laboratorio de
Microbiología e Hidrobiología
CBP N° 16639



Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia. Pág.1 de 3

SEDE PRINCIPAL

Av. Guardia Chalaca N° 1877,
Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 717 5802
Cel.: 977 515 129

SEDE ZARUMILLA

Prolongación Zarumilla Mz. D2
L1, 3, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379

SEDE AREQUIPA

COOP SIDSUR Mz. E L1, 9,
Arequipa
Telf.: (+054) 618 843
Cel.: 952 361 941

SEDE PIURA

Urb. Miraflores Mz. G L1, 17,
Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 952 617 782

SEDE TRUJILLO

Urb. Sol de Trujillo Mz. A L1, 29,
Alto Salaverry - Trujillo
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 961 768 828

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-16980

N° Id.: 0000116643

IV.- MÉTODOS DE ENSAYO

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO	CONDICIÓN DE ACREDITACIÓN / LUGAR DE ANÁLISIS
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 24th Ed. 2023. □	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test	INACAL LE - 096 PIURA
Sólidos Suspendidos Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 24th Ed. 2023. □	Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C	INACAL LE - 096 PIURA
Aceites y Grasas	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 24th Ed. 2023. □	Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method	INACAL LE - 096 PIURA
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F.2, 24th Ed. 2023.	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate. Simultaneous Determination of Termotolerant Coliforms and E.coli.	INACAL LE - 096 PIURA

"SMEWW" : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

"APHA" : American Public Health Association

Pág.2 de 3


◆ SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca N° 1877,
Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 717 5802
Cel.: 977 515 129

◆ SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2
Ll. 3, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379

◆ SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz. E Ll. 9,
Arequipa
Telf.: (+054) 618 843
Cel.: 952 361 941

◆ SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Ll. 17,
Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 952 617 782

◆ SEDE TRUJILLO
Urb. Sol de Trujillo Mz. A Ll. 29,
Alto Salaverry - Trujillo
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 961 768 829

 www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-16980

N° Id.: 0000116643

V.- RESULTADOS

ITEM	1	2	3	4
CÓDIGO DE LABORATORIO	M-24-52097	M-24-52098	M-24-52099	M-24-52100
CÓDIGO CLIENTE ^(A)	L2-01	L2-02	L2-03	L2-04
COORDENADAS - UTM WGS 84 ^(A)	E:0537452 N:94251684	E:0537343 N:9424923	E:0537275 N:9424604	E:0531746 N:9424786
PRODUCTO ^(A)	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural
SUB PRODUCTO ^(A)	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial
FECHA y HORA DE MUESTREO ^(A)	22-06-2024 08:10	22-06-2024 08:30	22-06-2024 08:50	22-06-2024 09:10

ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS			
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP) (*)	NMP/100mL	NA	1,8	11 000,0	940,0	700,0	14 000,0
Demanda Bioquímica de Oxígeno (*)	mg/L	0,4	2,0	55,8	63,8	53,4	60,8
Aceites y Grasas (*)	mg/L	1,40	5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00
Sólidos Suspendedos Totales (*)	mg/L	2,0	5,0	50,0	53,0	64,0	48,0

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<=" Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, "<=" Menor que el L.D.M.

NA: No Aplica

(A) Datos proporcionados por el cliente y/o solicitante. El laboratorio no es responsable cuando la información proporcionado por el cliente y/o solicitante pueda afectar la validez de los resultados.

VI.- OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

Pág.3 de 3

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca N° 1877,
Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 717 5802
Cel.: 977 515 129

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2
Ll. 3, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz. E Ll. 9,
Arequipa
Telf.: (+054) 618 843
Cel.: 952 361 941

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Ll. 17,
Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 952 617 782

SEDE TRUJILLO
Urb. Sol de Trujillo Mz. A Ll. 29,
Alto Salaverry - Trujillo
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 961 768 829

www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-20445

N° Id.: 0000120108

I.- DATOS DEL CLIENTE Y/O SOLICITANTE

1.- RAZON SOCIAL : CLAUDIA ISABEL GONZA QUITO
2.- DIRECCIÓN : Piura
3.- PROYECTO : EVALUACION DE LA INFLUENCIA DE LAS ACTIVIDADES ANTROPICAS EN LA CALIDAD DE AGUA DEL HUMEDAL SANTA JULIA
4.- PROCEDENCIA : HUMEDAL SANTA JULIA
5.- SOLICITANTE : CLAUDIA ISABEL GONZA QUITO
6.- PRODUCTO : Agua Natural

II.- DATOS DEL SERVICIO

1.- ORDEN DE SERVICIO N° : 0000004203-2024-0000
2.- FECHA DE EMISIÓN DE INFORME : 2024-08-07

III.- DATOS DEL ÍTEM DE ENSAYO

1.- MUESTREO POR : MUESTRA Y DATOS PROPORCIONADO POR EL CLIENTE SEGUN CADENA DE CUSTODIA
2.- NÚMERO DE MUESTRAS : 6
3.- FECHA DE RECEPCIÓN : 2024-07-20
4.- CONDICIÓN DE RECEPCIÓN : Conservacion de la cadena de frío (<= 6°C) / Preservada.
5.- PERÍODO DE ENSAYO : 2024-07-20 al 2024-08-07


Erika Aliaga Ibarra
Jefe de Laboratorio
CIP N° 100391
Marleni V. Rivera Castromonte
Supervisor de Laboratorio de
Microbiología e Hidrobiología
CBP N° 16639

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia. Pág.1 de 4

SEDE PRINCIPAL

Av. Guardia Chalaca N° 1877,
Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 717 5802
Cel.: 977 515 129

SEDE ZARUMILLA

Prolongación Zarumilla Mz. D2
L1, 3, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379

SEDE AREQUIPA

COOP SIDSUR Mz. E L1, 9,
Arequipa
Telf.: (+054) 618 843
Cel.: 952 361 941

SEDE PIURA

Urb. Miraflores Mz. G L1, 17,
Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 952 617 782

SEDE TRUJILLO

Urb. Sol de Trujillo Mz. A L1, 29,
Alto Salaverry - Trujillo
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 961 768 828

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-20445

N° Id.: 0000120108

IV.- MÉTODOS DE ENSAYO

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO	CONDICIÓN DE ACREDITACIÓN / LUGAR DE ANÁLISIS
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 24th Ed. 2023. □	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test	INACAL LE - 096 PIURA
Sólidos Suspendidos Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 24th Ed. 2023. □	Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C	INACAL LE - 096 PIURA
Aceites y Grasas	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 24th Ed. 2023. □	Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method	INACAL LE - 096 PIURA
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F.2, 24th Ed. 2023.	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate. Simultaneous Determination of Termotolerant Coliforms and E.coli.	INACAL LE - 096 PIURA

"SMEWW" : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

"APHA" : American Public Health Association

Pág.2 de 4


◆ SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca N° 1877,
Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 717 5802
Cel.: 977 515 129

◆ SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2
Lt. 3, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379

◆ SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz. E Lt. 9,
Arequipa
Telf.: (+054) 618 843
Cel.: 952 361 941

◆ SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17,
Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 952 617 782

◆ SEDE TRUJILLO
Urb. Sol de Trujillo Mz. A Lt. 29,
Alto Salaverry - Trujillo
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 961 768 829

 www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-20445

N° Id.: 0000120108

V.- RESULTADOS

ITEM	1	2	3	4
CÓDIGO DE LABORATORIO	M-24-61928	M-24-61929	M-24-61930	M-24-61931
CÓDIGO CLIENTE ^(A)	L1-01	L1-02	L2-01	L2-02
COORDENADAS - UTM WGS 84 ^(A)	E:0537601 N:9424925	E:0537537 N:9424999	E:0537452 N:9425168	E:0537343 N:9424923
PRODUCTO ^(A)	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural
SUB PRODUCTO ^(A)	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial
FECHA y HORA DE MUESTREO ^(A)	20-07-2024 07:30	20-07-2024 07:50	20-07-2024 08:10	20-07-2024 08:30

ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS			
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP) (*)	NMP/100mL	NA	1,8	94 000,0	110 000,0	220 000,0	170 000,0
Demanda Bioquímica de Oxígeno (*)	mg/L	0,4	2,0	114,2	89,1	90,1	107,8
Aceites y Grasas (*)	mg/L	1,40	5,00	9,45	6,25	<5,00	6,05
Sólidos Suspendedos Totales (*)	mg/L	2,0	5,0	38,5	98,0	74,0	54,0

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<=" Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, "<=" Menor que el L.D.M.

NA: No Aplica

(A) Datos proporcionados por el cliente y/o solicitante. El laboratorio no es responsable cuando la información proporcionado por el cliente y/o solicitante pueda afectar la validez de los resultados.

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-20445

N° Id.: 0000120108

ITEM	5		6		
CÓDIGO DE LABORATORIO	M-24-61932		M-24-61933		
CÓDIGO CLIENTE ^(A)	L2-03		L2-04		
COORDENADAS - UTM WGS 84 ^(A)	E:0537275 N:9424604		E:0537146 N:9424786		
PRODUCTO ^(A)	Agua Natural		Agua Natural		
SUB PRODUCTO ^(A)	Agua Superficial		Agua Superficial		
FECHA y HORA DE MUESTREO ^(A)	20-07-2024 08:50		20-07-2024 09:10		
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS	
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP) (*)	NMP/100mL	NA	1,8	70 000,0	140 000,0
Demanda Bioquímica de Oxígeno (*)	mg/L	0,4	2,0	44,5	74,1
Aceites y Grasas (*)	mg/L	1,40	5,00	<5,00	<5,00
Sólidos Suspendidos Totales (*)	mg/L	2,0	5,0	<5,0	94,0

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<=" Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, "<=" Menor que el L.D.M.

NA: No Aplica

^(A)Datos proporcionados por el cliente y/o solicitante. El laboratorio no es responsable cuando la información proporcionado por el cliente y/o solicitante pueda afectar la validez de los resultados.

VI.- OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

Pág.4 de 4


SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca N° 1877,
Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 717 5802
Cel.: 977 515 129

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2
Lt. 3, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz. E Lt. 9,
Arequipa
Telf.: (+054) 618 843
Cel.: 952 361 941

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17,
Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 952 617 782

SEDE TRUJILLO
Urb. Sol de Trujillo Mz. A Lt. 29,
Alto Salaverry - Trujillo
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 961 768 828

 www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-24325

N° Id.: 0000123988

I.- DATOS DEL CLIENTE Y/O SOLICITANTE

1.- RAZON SOCIAL : CLAUDIA ISABEL GONZA QUITO
2.- DIRECCIÓN : Piura
3.- PROYECTO : EVALUACION DE LA INFLUENCIA DE LAS ACTIVIDADES ANTROPICAS EN LA CALIDAD DE AGUA DEL HUMEDAL DE SANTA JULIA
4.- PROCEDENCIA : HUMEDAL SANTA JULIA
5.- SOLICITANTE : CLAUDIA ISABEL GONZA QUITO
6.- PRODUCTO : Agua Natural

II.- DATOS DEL SERVICIO

1.- ORDEN DE SERVICIO N° : 0000004901-2024-0000
2.- FECHA DE EMISIÓN DE INFORME : 2024-09-04

III.- DATOS DEL ÍTEM DE ENSAYO

1.- MUESTREO POR : MUESTRA Y DATOS PROPORCIONADO POR EL CLIENTE SEGUN CADENA DE CUSTODIA
2.- NÚMERO DE MUESTRAS : 6
3.- FECHA DE RECEPCIÓN : 2024-08-24
4.- CONDICIÓN DE RECEPCIÓN : Conservacion de la cadena de frío (<= 6°C) / Preservada.
5.- PERÍODO DE ENSAYO : 2024-08-24 al 2024-09-04


Erika Aliaga Ibarra
Jefe de Laboratorio
CIP N° 100391


Marleni V. Rivera Castromonte
Supervisor de Laboratorio de
Microbiología e Hidrobiología
CBP N° 16639



Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia. Pág.1 de 4

SEDE PRINCIPAL

Av. Guardia Chalaca N° 1877,
Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 717 5802
Cel.: 977 515 129

SEDE ZARUMILLA

Prolongación Zarumilla Mz. D2
Ll. 3, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 997 111 379

SEDE AREQUIPA

COOP SIDSUR Mz. E Ll. 9,
Arequipa
Telf.: (+054) 619 843
Cel.: 952 361 941

SEDE PIURA

Urb. Miraflores Mz. G Ll. 17,
Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 952 617 762

SEDE TRUJILLO

Urb. Sal de Trujillo Mz. A Ll. 29,
Alto Salaverry - Trujillo
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 961 768 826

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-24325

N° Id.: 0000123988

IV.- MÉTODOS DE ENSAYO

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO	CONDICIÓN DE ACREDITACIÓN / LUGAR DE ANÁLISIS
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 24th Ed. 2023. □	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test	INACAL LE - 096 PIURA
Sólidos Suspendidos Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 24th Ed. 2023. □	Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C	INACAL LE - 096 PIURA
Aceites y Grasas	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 24th Ed. 2023. □	Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method	INACAL LE - 096 PIURA
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F.2, 24th Ed. 2023.	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate. Simultaneous Determination of Termotolerant Coliforms and E.coli.	INACAL LE - 096 PIURA

"SMEWW" : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

"APHA" : American Public Health Association

Pág.2 de 4


◆ SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca N° 1877,
Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 717 5802
Cel.: 977 515 129

◆ SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2
Lt. 3, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379

◆ SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz. E Lt. 9,
Arequipa
Telf.: (+054) 618 843
Cel.: 952 361 941

◆ SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17,
Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 952 617 782

◆ SEDE TRUJILLO
Urb. Sol de Trujillo Mz. A Lt. 29,
Alto Salaverry - Trujillo
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 961 768 829

 www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-24325

N° Id.: 0000123988

V.- RESULTADOS

ITEM	1	2	3	4
CÓDIGO DE LABORATORIO	M-24-71641	M-24-71642	M-24-71643	M-24-71644
CÓDIGO CLIENTE ^(A)	L1-01	L1-02	L2-01	L2-02
COORDENADAS - UTM WGS 84 ^(A)	E:0537601 N:9424925	E:0537537 N:9424999	E:0537452 N:9425168	E:0537343 N:9424923
PRODUCTO ^(A)	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural
SUB PRODUCTO ^(A)	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial
FECHA y HORA DE MUESTREO ^(A)	24-08-2024 07:30	24-08-2024 07:50	24-08-2024 08:10	24-08-2024 08:30

ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS			
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP) (*)	NMP/100mL	NA	1,8	700 000,0	92 000,0	5 400 000,0	160 000,0
Demanda Bioquímica de Oxígeno (*)	mg/L	0,4	2,0	219,2	144,7	126,0	144,7
Aceites y Grasas (*)	mg/L	1,40	5,00	16,25	13,35	15,45	<5,00
Sólidos Suspendedos Totales (*)	mg/L	2,0	5,0	528,0	224,0	310,0	640,0

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<=" Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, "<=" Menor que el L.D.M.

NA: No Aplica

^(A)Datos proporcionados por el cliente y/o solicitante. El laboratorio no es responsable cuando la información proporcionado por el cliente y/o solicitante pueda afectar la validez de los resultados.

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-24325

N° Id.: 0000123988

ITEM	5		6	
CÓDIGO DE LABORATORIO	M-24-71645		M-24-71646	
CÓDIGO CLIENTE ^(A)	L2-03		L2-04	
COORDENADAS - UTM WGS 84 ^(A)	E:0537275 N:9424604		E:0537146 N:9424786	
PRODUCTO ^(A)	Agua Natural		Agua Natural	
SUB PRODUCTO ^(A)	Agua Superficial		Agua Superficial	
FECHA y HORA DE MUESTREO ^(A)	24-08-2024 08:50		24-08-2024 09:10	

ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS	
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP) (*)	NMP/100mL	NA	1,8	35 000,0	1 700 000,0
Demanda Bioquímica de Oxígeno (*)	mg/L	0,4	2,0	171,6	140,1
Aceites y Grasas (*)	mg/L	1,40	5,00	<5,00	<5,00
Sólidos Suspendidos Totales (*)	mg/L	2,0	5,0	916,0	318,0

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<=" Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, "<=" Menor que el L.D.M.

NA: No Aplica

^(A)Datos proporcionados por el cliente y/o solicitante. El laboratorio no es responsable cuando la información proporcionado por el cliente y/o solicitante pueda afectar la validez de los resultados.


VI.- OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

Apéndice 5

Certificado de calibración del equipo Multiparámetro



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFQA-0088-2024

Expediente : 000450

Fecha de emisión : 2024-04-08

N° Id: 0000876290

Página 1 de 2

1. Solicitante : ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.

Dirección : AV. GUARDIA CHALACA N°1877 BELLAVISTA, CALLAO

2. Instrumento : MEDIDOR DE SALINIDAD (Multiparámetro)

Marca : HACH

Modelo : HQ40d

Serie : 100100038679

Serie del electrodo : 193192582318

Procedencia : USA

Código de identificación : EM-OPE-1659

Intervalo de indicación : 0,01 g/L a 00

Resolución : 0,01 g/L

Ubicación : No Indica

3. Lugar de calibración : Laboratorio de Físicoquímica de ALAB E.I.R.L.

4. Fecha de calibración : 2024-04-08

5. Método de calibración :
La calibración se realizó por comparación con material de referencia certificado según el procedimiento PC-022 "Procedimiento para la calibración de Conductímetros" Primera Edición. 2014. INDECOPI.

6. Trazabilidad :

Certificado de Análisis	N° de lote	Valor Certificado a 25 °C	Incertidumbre (k=2)
2714349	A2340	34,9 g/L	1,0 g/L

Código	Instrumento Patrón	Certificado o Informe de calibración
PTT-001	Termómetro digital	LT-012-2023

Los resultados presentados corresponden sólo al ítem calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

El certificado de calibración es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Sin perjuicio de lo señalado, dicho uso puede configurar por sus efectos una infracción a las normas de protección al consumidor y las que regulan la libre competencia.


Al usuario le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

ALAB E.I.R.L. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido total o parcial, excepto con autorización expresa por escrito de ALAB E.I.R.L.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de ALAB E.I.R.L.



Luis Alberto Pompilla Bardón
Responsable del Laboratorio de Físicoquímica

📍 SEDE PRINCIPAL

Av. Guardia Chalaca N° 1877, Bellavista - Callao
Tel.: (+01) 717 5802 - Cel.: 977 515 129

🌐 www.alab.com.pe

Apéndice 6

Cadenas de custodia del monitoreo

ALAB		CADENA DE CUSTODIA - MATRIZ AGUA										L: F-001-1.03 R: 01 E.F.: 2020-04-15																															
Datos del cliente Razón Social: <u>Evaluación de la influencia de las actividades antropicas en la calidad de agua del Humedal Santa Julia</u> Persona de contacto: <u>CLAUDIA GONZA</u> Correo / Teléfono: <u>claudia.gonza.1910@hotmail.com / 972440160</u> Nombre del proyecto: <u>Evaluación de la influencia de las actividades antropicas en la calidad de agua del Humedal Santa Julia</u>												Orden de servicio: <u>OS-2024 / 3243</u> Pág. <u>1</u> de <u>1</u> Plan de Monitoreo: <u>CC: 24-92647</u> Informe de ensayo: <u>24-16980</u> Procedencia o lugar de muestreo: <u>Humedal Santa Julia</u>																															
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th rowspan="2">Item</th> <th rowspan="2">Punto de muestreo / Estación</th> <th rowspan="2">Código de laboratorio</th> <th rowspan="2">Muestreo</th> <th colspan="2">Clasificación</th> <th rowspan="2">Ublación</th> <th colspan="2">N° Frascos</th> <th colspan="4">PARAMETROS DE ENSAYO</th> <th colspan="3">PARAMETRO IN SITU</th> <th rowspan="2">OBSERVACIONES</th> </tr> <tr> <th>Grupo</th> <th>Sub-grupo</th> <th>V</th> <th>P</th> <th>DBO</th> <th>SS</th> <th>AV6</th> <th>CT</th> <th>T° Mtra (°C)</th> <th>pH (unidad de pH)</th> <th>CE (µS/cm)</th> <th>Cloro Libre (mg/L)</th> <th>Cloro Total (mg/L)</th> </tr> </table>														Item	Punto de muestreo / Estación	Código de laboratorio	Muestreo	Clasificación		Ublación	N° Frascos		PARAMETROS DE ENSAYO				PARAMETRO IN SITU			OBSERVACIONES	Grupo	Sub-grupo	V	P	DBO	SS	AV6	CT	T° Mtra (°C)	pH (unidad de pH)	CE (µS/cm)	Cloro Libre (mg/L)	Cloro Total (mg/L)
Item	Punto de muestreo / Estación	Código de laboratorio	Muestreo	Clasificación		Ublación	N° Frascos		PARAMETROS DE ENSAYO				PARAMETRO IN SITU					OBSERVACIONES																									
				Grupo	Sub-grupo		V	P	DBO	SS	AV6	CT	T° Mtra (°C)	pH (unidad de pH)	CE (µS/cm)	Cloro Libre (mg/L)	Cloro Total (mg/L)																										
1	L2-01	52097	F: 22/06/24 H: 8:10am	AU	Superficial	N: 94251684 E: 537452			✓	✓	✓	✓																															
2	L2-02	52098	F: 22/06/24 H: 8:30am	AU	Superficial	N: 9424923 E: 537343			✓	✓	✓	✓																															
3	L2-03	52094	F: 22/06/24 H: 8:50am	AU	Superficial	N: 9424604 E: 537235			✓	✓	✓	✓																															
4	L2-04	52100	F: 22/06/24 H: 9:10	AU	Superficial	N: 9424786 E: 531746			✓	✓	✓	✓																															
5			F: H:			N: E:																																					
6			F: H:			N: E:																																					
7			F: H:			N: E:																																					
8			F: H:			N: E:																																					

Descripción de equipos utilizados: <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>Item</th> <th>Código interno del equipo</th> <th>Nombre de equipo</th> </tr> <tr><td>1</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td></tr> </table>		Item	Código interno del equipo	Nombre de equipo	1			2			3			4			Leyenda F. Fecha N. Norte V. Vialto T° Mtra: Temperatura de Muestra CE: Conductividad Eléctrica H. Hora E. Este P. Plástico T° Amb: Temperatura ambiente OD: Oxígeno Disuelto			Clasificación de la Matriz Agua, Ref: NTP 214.042 <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>GRUPO</th> <th>SUB GRUPO</th> </tr> <tr> <td>AG: Agua Tratada</td> <td>SUBTRAMIA (Zanahoria - Tama)</td> </tr> <tr> <td>AR: Agua Residual</td> <td>DOMESTICA INDUSTRIAL MUNICIPAL</td> </tr> <tr> <td>AL: Agua para Uso y Consumo Humano</td> <td>PIURA Y LAGUNA ARTIFICIAL</td> </tr> <tr> <td>AE: Agua Salada</td> <td>BEBIDA (Piscina, Mar, Estancia)</td> </tr> <tr> <td>AP: Agua de Proceso</td> <td>"BIB" "SICOPES" "SICOPUR" AGUA INTENCION Y REFINEDICION ALIMENTACION DE CALDERAS AGUA DE LAVACION AGUA PURIFICADA AGUA DE INTENCION Y REFINEDICION</td> </tr> </table>		GRUPO	SUB GRUPO	AG: Agua Tratada	SUBTRAMIA (Zanahoria - Tama)	AR: Agua Residual	DOMESTICA INDUSTRIAL MUNICIPAL	AL: Agua para Uso y Consumo Humano	PIURA Y LAGUNA ARTIFICIAL	AE: Agua Salada	BEBIDA (Piscina, Mar, Estancia)	AP: Agua de Proceso	"BIB" "SICOPES" "SICOPUR" AGUA INTENCION Y REFINEDICION ALIMENTACION DE CALDERAS AGUA DE LAVACION AGUA PURIFICADA AGUA DE INTENCION Y REFINEDICION
Item	Código interno del equipo	Nombre de equipo																															
1																																	
2																																	
3																																	
4																																	
GRUPO	SUB GRUPO																																
AG: Agua Tratada	SUBTRAMIA (Zanahoria - Tama)																																
AR: Agua Residual	DOMESTICA INDUSTRIAL MUNICIPAL																																
AL: Agua para Uso y Consumo Humano	PIURA Y LAGUNA ARTIFICIAL																																
AE: Agua Salada	BEBIDA (Piscina, Mar, Estancia)																																
AP: Agua de Proceso	"BIB" "SICOPES" "SICOPUR" AGUA INTENCION Y REFINEDICION ALIMENTACION DE CALDERAS AGUA DE LAVACION AGUA PURIFICADA AGUA DE INTENCION Y REFINEDICION																																
Muestreado por: <u>Eason Ramos</u> Cliente: <u>Claudia Gonza</u> Fecha: <u>22/06/24</u> Fecha: <u>22/06/2024</u> Firma: <u>[Firma]</u> Firma: <u>[Firma]</u>		Muestreo de muestra: <u>22 JUN 2024 11:20</u> PIURA			Muestreado por: <input type="checkbox"/> ALAB <input checked="" type="checkbox"/> CH																												

Observaciones / Comentarios:

Documento controlado. Prohibida su reproducción parcial o total sin autorización de ALAB.

Escaneado con CamScanner

Apéndice 7

Análisis de varianza (Anova) de la temperatura según los meses de estudio

Fuente de Variación	SC	GL	CM	F	p
Tiempo (meses)	0,101	2	0,051	0,642	0,540
Error	1,182	15	0,079		
Total	13652,310	18			

Apéndice 8

Análisis de varianza (Anova) del pH según los meses de estudio

Fuente de Variación	SC	GL	CM	F	p
Tiempo (meses)	0,224	2	0,112	1,209	0,326
Error	1,391	15	0,093		
Total	1156,497	18			

Apéndice 9

Análisis de varianza (Anova) del oxígeno disuelto según los meses de estudio

Fuente de Variación	SC	GL	CM	F	p
Tiempo (meses)	0,809	2	0,405	7,811	0,005
Error	0,777	15	0,052		
Total	712,860	18			

Apéndice 10

Matriz Leopold del Humedal de Santa Julia en el mes de junio

Medio	Componente	Factores ambientales	Actividades antrópicas										Total de afectaciones	Impacto por componente	Impacto total	Promedio aritmético	Valoración		
			Inadecuada disposición de residuos sólidos municipales	Inadecuada disposición de residuos de construcción	Quema de residuos sólidos	Descarga de aguas residuales domésticas	Urbanización	Manejo inadecuado de desechos agrícolas	Deforestación y pérdida de vegetación ribereña	Afectaciones	+	-							
Abiótico	Suelo	Calidad de suelo	-6	-4	-1	-5	-4	-3	-4	-3	-4	0	7	7	-121	-329	-47	Moderado	
		Erosión	6	3	1	3	6	2	6	0	7	7	-95						
		Fertilidad del suelo	6	3	1	3	6	3	6	0	7	7	-113						
	Agua	Calidad del agua	-5	-5	-2	-6	-5	-3	-5	0	7	7	-161	-321	-46				Moderado
		Presión sobre el recurso hídrico	6	6	1	6	6	1	6	0	7	7	-160						
	Aire	Calidad de aire	-3	-3	-2	-2	-5	-2	-4	0	7	7	-96	-169	-24				Irrelevante
		Nivel de olores	6	6	1	1	6	1	6	0	7	7	-73						
Biótico	Flora	Cobertura vegetal	-4	-4	-2	-4	-4	-3	-4	0	7	7	-113	-340	-49	Moderado			
		Biodiversidad de flora	6	6	1	6	6	1	6	0	7	7	-107						
	Fauna	Estado del ecosistema	-4	-4	-2	-4	-5	-4	-4	0	7	7	-120						
		Destrucción hábitat	-5	-4	-2	-4	-5	-3	-4	0	7	7	-128						
		Biodiversidad de fauna	6	6	1	6	6	2	6	0	7	7	-128						
	Desplazamiento de fauna	-4	-3	-2	-4	-5	-2	-3	0	7	7	-111							
		6	6	1	6	6	6	2	3	3	0	7	7	-111					

Matriz Leopold del Humedal de Santa Julia en el mes de junio (“continuación”)

Medio	Componente	Factores ambientales	Actividades antrópicas										Total de afectaciones	Impacto por componente	Impacto total	Promedio aritmético	Valoración
			Inadecuada disposición de residuos sólidos municipales	Inadecuada disposición de residuos de construcción	Quema de residuos sólidos	Descarga de aguas residuales domésticas	Urbanización	Manejo inadecuado de desechos agrícolas	Deforestación y pérdida de vegetación ribereña	Afectaciones	+	-					
Perceptual	Paisaje	Morfología y volumen paisajístico	-5	-4	-2	-3	-4	-3	-5	0	7	7	-146	-522	-75	Severo	
		Perdida paisajística	-5	-5	-2	-6	-4	-4	-6	0	7	7	-182				
		Intrusión visual	-6	-6	-2	-5	-7	-3	-5	0	7	7	-194				
Humano	Socioeconómico	Salud y Seguridad	-5	-4	-5	-6	-4	-3	-3	0	7	7	-170	-324	-41	Moderado	
		Calidad de vida	-4	-4	-4	-5	-5	-4	-2	0	7	7	-154				
		Afectaciones positivas	0	0	0	0	0	0	0	0	126	126	-2372				
		Afectaciones negativas	18	18	18	18	18	18	18	18	126	126					
		Total de afectaciones	18	18	18	18	18	18	18	18	126	126					
		Promedio aritmético	-486	-393	-66	-413	-492	-159	-363	-2372							

Apéndice 11

Matriz Leopold del Humedal de Santa Julia en el mes de julio

Medio	Componente	Factores ambientales	Actividades antrópicas										Total de afectaciones	Impacto por componente	Impacto total	Promedio aritmético	Valoración		
			Inadecuada disposición de residuos sólidos municipales	Inadecuada disposición de residuos de construcción	Quema de residuos sólidos	Descarga de aguas residuales domésticas	Urbanización	Manejo inadecuado de desechos agrícolas	Deforestación y pérdida de vegetación ribereña	Afectaciones									
												+	-						
Abiótico	Suelo	Calidad de suelo	-6	-4	-1	-5	-4	-3	-4	-3	-4	6	0	7	7	-121	-329	-47.0	Moderado
		Erosión	-4	-3	-1	-3	-3	-2	-5	6	0	7	7	-95					
		Fertilidad del suelo	-5	-4	-2	-4	-4	-3	-4	6	0	7	7	-113					
	Agua	Calidad del agua	-5	-5	-2	-6	-5	-3	-5	6	0	7	7	-161					
		Presión sobre el recurso hídrico	-5	-5	-2	-6	-5	-2	-5	6	0	7	7	-160					
	Aire	Calidad de aire	-3	-3	-2	-2	-5	-2	-4	6	0	7	7	-96					
		Nivel de olores	-2	-3	-2	-3	-4	-2	-2	6	0	7	7	-73					
Biótico	Flora	Cobertura vegetal	-4	-4	-2	-4	-4	-3	-4	6	0	7	7	-113					
		Biodiversidad de flora	-4	-3	-2	-4	-4	-3	-4	6	0	7	7	-107					
	Fauna	Estado del ecosistema	-4	-4	-2	-4	-5	-4	-4	6	0	7	7	-120					
		Destrucción hábitat	-5	-4	-2	-4	-5	-3	-4	6	0	7	7	-128					
		Biodiversidad de fauna	-5	-3	-2	-5	-5	-3	-4	6	0	7	7	-128					
	Desplazamiento de fauna	-4	-3	-2	-4	-5	-2	-3	6	0	7	7	-111						
			6	6	1	6	6	6	2	3	0	7	7	-111					

Matriz Leopold del Humedal de Santa Julia en el mes de julio (“continuación”)

Medio	Componente	Factores ambientales	Actividades antrópicas										Total de afectaciones	Impacto por componente	Impacto total	Promedio aritmético	Valoración
			Inadecuada disposición de residuos sólidos municipales	Inadecuada disposición de residuos de construcción	Quema de residuos sólidos	Descarga de aguas residuales domésticas	Urbanización	Manejo inadecuado de desechos agrícolas	Deforestación y pérdida de vegetación ribereña	Afectaciones	+	-					
Perceptual	Paisaje	Morfología y volumen paisajístico	-5	-4	-2	-3	-4	-3	-5	0	7	7	-146	-522	-74.6	Severo	
		Perdida paisajística	-5	-5	-2	-6	-4	-4	-6	0	7	7	-182				
		Intrusión visual	-6	-6	-2	-5	-7	-3	-5	0	7	7	-194				
Humano	Socioeconómico	Salud y Seguridad	-5	-4	-5	-6	-4	-3	-3	0	7	7	-170	-324	-40.5	Moderado	
		Calidad de vida	-4	-4	-4	-5	-5	-4	-2	0	7	7	-154				
		Afectaciones positivas	0	0	0	0	0	0	0	126	126	-2372					
		Afectaciones negativas	18	18	18	18	18	18	18	126	126						
		Total de afectaciones	18	18	18	18	18	18	18	126	126						
		Promedio aritmético	-486	-393	-66	-413	-492	-159	-363	-2372							

Apéndice 12

Matriz Leopold del Humedal de Santa Julia en el mes de agosto

Medio	Componente	Factores ambientales	Actividades antrópicas										Impacto por componente	Impacto total	Promedio aritmético	Valoración		
			Inadecuada disposición de residuos sólidos municipales	Inadecuada disposición de residuos de construcción	Quema de residuos sólidos	Descarga de aguas residuales domésticas	Urbanización	Manejo inadecuado de desechos agrícolas	Deforestación y pérdida de vegetación ribereña	Afectaciones	Total de afectaciones							
			+	-														
Abiótico	Suelo	Calidad de suelo	-6	-4	-1	-5	-4	-3	-4	-3	-4	6	0	7	7	-121	-329	-47.0
		Erosión	6	3	1	3	6	2	6	0	7	7	-95					
		Fertilidad del suelo	-5	-4	-2	-4	-4	-3	-4	6	0	7	7	-113				
	Agua	Calidad del agua	-5	-5	-2	-6	-5	-3	-5	6	0	7	7	-161	-321	-46		
		Presión sobre el recurso hídrico	6	6	1	6	6	1	6	0	7	7	-160					
	Aire	Calidad de aire	-3	-3	-2	-2	-5	-2	-4	6	0	7	7	-96	-169	-24		
		Nivel de olores	6	6	1	6	6	1	6	0	7	7	-73					
	Flora	Cobertura vegetal	-4	-4	-2	-4	-4	-3	-4	6	0	7	7	-113	-340	-49		
		Biodiversidad de flora	6	6	1	6	6	1	6	3	0	7	7	-107				
Estado del ecosistema		-4	-4	-2	-4	-5	-4	-4	3	0	7	7	-120					
Biótico	Fauna	Destrucción hábitat	-5	-4	-2	-4	-5	-3	-4	6	0	7	7	-128	-367	-46		
		Biodiversidad de fauna	6	6	1	6	6	1	6	3	0	7	7	-128				
	Desplazamiento de fauna	-4	-3	-2	-4	-5	-2	-3	6	0	7	7	-111					

Matriz Leopold del Humedal de Santa Julia en el mes de agosto (“continuación”)

Medio	Componente	Factores ambientales	Actividades antrópicas										Total de afectaciones	Impacto por componente	Impacto total	Promedio aritmético	Valoración
			Inadecuada disposición de residuos sólidos municipales	Inadecuada disposición de residuos de construcción	Quema de residuos sólidos	Descarga de aguas residuales domésticas	Urbanización	Manejo inadecuado de desechos agrícolas	Deforestación y pérdida de vegetación ribereña	Afectaciones	+	-					
Perceptual	Paisaje	Morfología y volumen paisajístico	-5	-4	-2	-3	-4	-3	-5	0	7	7	-146	-522	-74.6	Severo	
		Perdida paisajística	-5	-5	-2	-6	-4	-4	-6	0	7	7	-182				
		Intrusión visual	-6	-6	-2	-5	-7	-3	-5	0	7	7	-194				
Humano	Socioeconómico	Salud y Seguridad	-5	-4	-5	-6	-4	-3	-3	0	7	7	-170	-324	-40.5	Moderado	
		Calidad de vida	-4	-4	-4	-5	-5	-4	-2	0	7	7	-154				
		Afectaciones positivas	0	0	0	0	0	0	0	126	126	-2372					
		Afectaciones negativas	18	18	18	18	18	18	18	126	126						
		Total de afectaciones	18	18	18	18	18	18	18	126	126						
		Promedio aritmético	-486	-393	-66	-413	-492	-159	-363	-2372							