TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

"Evaluación comparativa de parámetros que determinan la calidad de agua en el Refugio de Vida Silvestre Los Pantanos de Villa entre 2012 y 2023"

Tesis para optar el título profesional de:
INGENIERA AMBIENTAL

Presentado por:
Darlyn Ariana Naveros Nuñez (0000-0002-9718-1973)
Joselyn Porta Castillon (0000-0002-6246-6469)

Asesor:
Daniel Fernando Valle Basto (0000-0001-7175-1192)

Lima – Perú
2026

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 24 de marzo del 2026.

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: Mg. Dámaso Wilfredo Ramirez Huaroto
Miembro: Mg. Raul Lima Coasaca
Miembro: Dr. Félix Ricardo Huaranga Moreno

Se reúnen para evaluar la tesis, con código de proyecto PRE-11-2022-00030, titulada :

"EVALUACIÓN COMPARATIVA DE PARÁMETROS QUE DETERMINAN LA CALIDAD DE AGUA EN EL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE LOS PANTANOS DE VILLA ENTRE 2012 y 2023"

Presentada por la/el estudiante/bachiller:

- **Joselyn Porta Castillon**
- **Darlyn Ariana Naveros Nuñez**

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Asesorado por: Mg. Daniel Fernando Valle Basto

Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño del tesista de la carrera de Ingeniería Ambiental en la sustentación, concluyen de manera unánime ( ) por mayoría simple (X) calificar a:

Tesista: Joselyn Porta Castillon & Darlyn Ariana Naveros Nuñez			Nota (en letras): 15 (QUINCE)
Aprobado (X)	Aprobado - Muy buena ( )	Aprobado - Sobresaliente ( )	Desaprobado ( )

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.



Mg. Dámaso Wilfredo Ramirez Huaroto
Presidente



Mg. Raul Lima Coasaca
Miembro 1



Dr. Félix Ricardo Huaranga Moreno
Miembro 2



Mg. Daniel Fernando Valle Basto
Asesor

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS

Lima, 28 de marzo del 2026

Señor,
Dr. Percy Mayta Tristan

Vicerrectorado de Investigación
Universidad Científica del Sur
Presente. –

De nuestra consideración,

Yo Joselyn Porta Castillon y Darlyn Ariana Naveros Nuñez, egresadas de la carrera de Ingeniería Ambiental de la Universidad Científica del Sur, en conjunto con el asesor de tesis Daniel Fernando Valle Basto, declaramos que este informe final de tesis titulado: EVALUACIÓN COMPARATIVA DE PARÁMETROS QUE DETERMINAN LA CALIDAD DE AGUA EN EL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE LOS PANTANOS DE VILLA ENTRE 2012 y 2023, sustentado para obtener el título de Ingeniero Ambiental es original.

Es decir, no contiene plagio parcial ni total, cuando se utilizó información de fuentes externas se reconoció la autoría mediante la adecuada citación y los resultados obtenidos son producto entero de mi (nuestra) investigación y no han sido falseados ni fabricados. Todo esto en cumplimiento del Código de ética en la investigación, Reglamento del Comité de Integridad Científica, Reglamento de Propiedad Intelectual, Normas y procedimientos de los trabajos de investigación para la obtención de títulos profesionales y grados académicos, que afirmamos conocer en su totalidad.

Por ello, en caso de identificarse alguna situación de plagio, falsificación o fabricación de resultados, nos allanamos al proceso de investigación que establezca la Universidad y las posibles sanciones que pudieran surgir.

Firmamos en conformidad con lo declarado,



Joselyn Porta Castillon
DNI: 77063134



Daniel Fernando Valle Basto
DNI: 08712183



Darlyn Ariana Naveros Nuñez
DNI: 73930881

INFORME DE REVISIÓN DE ORIGINALIDAD

Título del documento evaluado. Evaluación comparativa de parámetros que determinan la calidad de agua en el Refugio de Vida Silvestre Los Pantanos de Villa entre 2012 y 2023

Autores. Joselyn Porta Castillon; Darlyn Ariana Naveros Nuñez

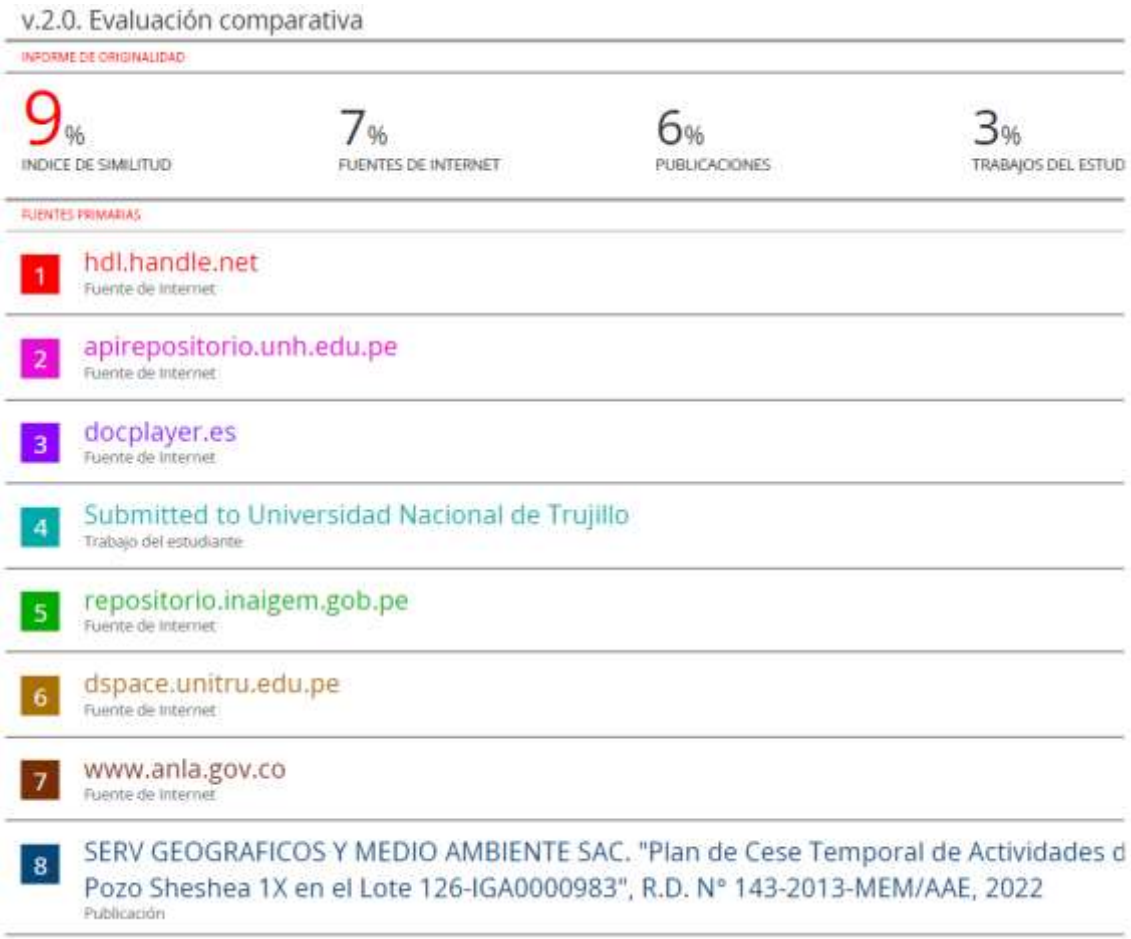
Mecanismo de revisión de originalidad. Evaluación con Turnitin (ID 2994425133)

Código de registro. PRE-11-2022-00030

Resultado de la evaluación. 9%

Revisado por. Magaly Kelly Guerrero Huaracallo.

Comentarios sobre la revisión. Filtros usados: excluir fuentes de menos de 12 palabras.


v.2.0. Evaluación comparativa

INFORME DE ORIGINALIDAD

9%	7%	6%	3%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUD

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net	Fuente de Internet
2	apirepositorio.unh.edu.pe	Fuente de Internet
3	docplayer.es	Fuente de Internet
4	Submitted to Universidad Nacional de Trujillo	Trabajo del estudiante
5	repositorio.inaigem.gob.pe	Fuente de Internet
6	dspace.unitru.edu.pe	Fuente de Internet
7	www.anla.gov.co	Fuente de Internet
8	SERV GEOGRAFICOS Y MEDIO AMBIENTE SAC. "Plan de Cese Temporal de Actividades d Pozo Sheshea 1X en el Lote 126-IGA0000983", R.D. N° 143-2013-MEM/AAE, 2022	Publicación

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

DEDICATORIA

A mis padres, Samuel Porta Lázaro y Sonia Castillón Román, por ser las personas más importantes en mi vida. Su apoyo constante y sus enseñanzas sobre la perseverancia han sido fundamentales para mí. Gracias a ellos, nunca he dejado de luchar por mis sueños. Su ejemplo de dedicación y amor ha sido una inspiración continua en cada uno de mis logros. Les dedico esta tesis con todo mi cariño y gratitud por ser padres ejemplares y por estar siempre a mi lado, mi padre y madre me acompañaron en todo el proceso de hacer esta tesis.

A mi madre, Rosa Nuñez, con profunda gratitud y cariño. Gracias por ser mi pilar inquebrantable, por cada sacrificio, y por nunca rendirte. Este logro también es tuyo, porque sin tu entrega, fortaleza y constante dedicación, nada de esto habría sido posible. A mi abuela, Teodora Segama, por todo su apoyo. Agradezco profundamente tu apoyo constante, por cuidarme, alentarme y confiar en mí en los momentos más difíciles. A ambas, mi más sincero agradecimiento por ser mi inspiración a lo largo de este camino.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro sincero agradecimiento a nuestro asesor Daniel Valle Basto, cuyo constante interés, orientación y compromiso fueron fundamentales durante el desarrollo de este trabajo. Su apoyo incondicional, así como su disposición para guiarnos en cada etapa del proceso, marcaron una diferencia significativa para el desarrollo y conclusión de la tesis.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA 1
AGRADECIMIENTOS 2
ÍNDICE GENERAL 3
ÍNDICE DE FIGURAS 4
ÍNDICE DE TABLAS 5
ÍNDICE DE ANEXOS 5
RESUMEN 6
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 8
2. MARCO TEÓRICO 10
3. OBJETIVOS 16
3.1. Objetivo General 16
3.2. Objetivos Específicos 16
4. MATERIAL Y MÉTODOS 16
4.1. Descripción del área de estudio 16
4.2. Tipos de cuerpos de agua analizados según el ECA agua 17
4.2.1. Categoría 1: Poblacional y recreacional 17
4.2.2. Categoría 4: Conservación del ambiente acuático 17
4.3. Materiales y equipos 20
4.3.1. Instrumentos para medición fisicoquímica 20
4.4. Metodología 20
4.4.1. Toma de muestras 20
4.4.2. Análisis de datos 22
4.4.3. Cálculo del ICA 23
4.4.3.1. Fórmula del ICA (Índice de Calidad del Agua). 24
4.4.3.2. Clasificación del ICA. 24
4.4.3.3. Aplicación del ICA. 25
5. RESULTADOS 26
5.1. Evaluación de parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos en cada estación de monitoreo en el RVSLV 26
5.2. Comparación de las variables de cada estación de monitoreo en el RVSLPV con el estándar de calidad ambiental para agua – ECA 28
5.3. Evaluación de la variación de parámetros entre años 34
5.3.1. pH 36

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

5.3.2. Conductividad 36
5.3.3. Sólidos totales disueltos 39
5.4. Identificar las fuentes de afectación de los parámetros evaluados en el RVSLPV 45
5.5. Índice de calidad de agua (ICA) para cada estación de monitoreo en el RVSLPV en los años 2023 48
6. DISCUSIÓN 53
7. CONCLUSIONES 63
8. RECOMENDACIONES 64
9. REFERENCIAS-BIBLIOGRÁFICAS 65
10. ABREVIATURAS 82
11. ANEXOS 83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 *Puntos de monitoreo ubicados en puntos de muestreo conducidos por la DISA II Lima-Sur en los años 2012* 18
Figura 2 *Registro fotográfico de los puntos de monitoreo y pizómetros en el Refugio de Vida Silvestre Los Pantanos de Villa* 19
Figura 3 *Análisis de parámetros fisicoquímicos del agua en el RVSLPV durante el 2023 comparado con el ECA-AGUA*..... 29
Figura 4 *Parámetros fisicoquímicos registrados en las estaciones de monitoreo del RVSLPV durante febrero, junio y agosto de 2023* 32
Figura 5 *Parámetros bacteriológicos en las estaciones de monitoreo del RVSLPV* 33
Figura 6 *Histogramas de pH y conductividad eléctrica en el RVSLPV (2012–2023)*.. 35
Figura 7 *Histogramas de oxígeno disuelto en el RVSLPV (2012–2023).* 37
Figura 8 Histogramas de STD y coliformes termotolerantes en el RVSLPV (2012–2023) 38
Figura 9 *Fuentes de afectación en los puntos de monitoreo en el Refugio de Vida Silvestre*.. 46
Figura 10 *Calidad de agua por estación- febrero 2023(ICA)* 48
Figura 11 *Calidad de agua por estación- junio 2023 (ICA)* 49
Figura 12 *Calidad de agua por estación-agosto 2023 (ICA)* 50

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 *Características del lugar en la toma de muestra 2023* 21
Tabla 2 *Resultados del monitoreo de parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos en las estaciones del RVSLPV, febrero, junio y agosto de 2023* 27
Tabla 3 *Prueba de normalidad* 42
Tabla 4 *Pruebas estadísticas (U de Mann–Whitney)* 42
Tabla 5 *Pruebas de normalidad (coliformes termotolerantes trasnforrmados)* 43
Tabla 6 *Prueba de muestras independientes (coliformes termotolerantes log 10)* 44
Tabla 7 *Idenifcación de fuentes potenciales de afectación en los puntos de monitoreo del RVSLPV* 47
Tabla 8 Índice de Calidad de Agua (ICA) - 2023 51

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 Carta de consentimiento para realizar investigación por PROHVILLA 83
ANEXO 2. Autorización de desarrollo de investigación por SERNANP 84
ANEXO 3. Resultados de Laboratorio 85

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

RESUMEN

La presente investigación evaluó los cambios en la calidad de agua en el RVSLPV entre los años 2012 y 2023, considerando tanto el humedal como su entorno. Para ello, se tomaron muestras en 24 estaciones de monitoreo durante tres periodos del año 2023 (febrero, junio y agosto), evaluando variables fisicoquímicas entre ellas pH, oxígeno disuelto (OD), conductividad eléctrica (CE), sólidos disueltos totales (SDT), nitratos y fosfatos, así como parámetros bacteriológicos, incluyendo coliformes totales y termotolerantes. Los datos de 2023 fueron obtenidos mediante monitoreo en campo y análisis en laboratorio certificado, mientras que los valores del 2012 provinieron de registros de la DISA II. En 2023, frente al ECA-Agua (D.S. N.° 004-2017-MINAM), el pH fue optimo en 96,7%, con excedencias puntuales (E-14: 9,7). El O.D. fue el parámetro más comprometido (57,4% cumplió el mínimo), con valores críticos en E-12, E-16 y E-18. La C.E. cumplió en 98,4%, con excedencia en E-24, y los nitratos presentaron excedencias (E-01–E-06 y E-10), con máximo de 23,26 mg/L. Los C. Termotolerante. superaron el valor de referencia (E-01, E-03, E-10 y E-12), con máximos de 240 000 NMP/100 mL, debido a fuentes de afectación antrópica (uso doméstico de canales, residuos y eutrofización) en puntos como E-03, E-05, E-12, E-13 y E-14. El ICA-PE 2023 mostró alta variación espacial y temporal, con condición Pésima en E-01, E-02, E-03, E-07, E-10 y E-14, y Excelente en E-12, E-13, E-19 y E-22. En la comparación 2012 y 2023 se identificaron diferencias significativas en CE, OD y SDT; pH y los C. Termotolerante no evidenciaron diferencias significativas entre años.

Palabras clave: calidad del agua, humedal, monitoreo, Refugio de vida silvestre, variación temporal.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

ABSTRACT

This research evaluated changes in water quality in the Los Pantanos de Villa Wildlife Refuge (RVSLPV) between 2012 and 2023, considering both the wetland and its surrounding environment. To this end, samples were taken at 24 monitoring stations during three periods in 2023 (February, June, and August), evaluating physicochemical variables including pH, dissolved oxygen (DO), electrical conductivity (EC), total dissolved solids (TDS), nitrates, and phosphates, as well as bacteriological parameters, including total and thermotolerant coliforms. The 2023 data were obtained through field monitoring and analysis in a certified laboratory, while the 2012 values came from records of DISA II. In 2023, compared to the ECA-Water Standard (Supreme Decree No. 004-2017-MINAM), pH was optimal in 96.7% of cases, with occasional exceedances (E-14: 9.7%). Dissolved oxygen (DO) was the most compromised parameter (57.4% met the minimum), with critical values in E-12, E-16, and E-18. Electrical conductivity (EC) met the standard in 98.4% of cases, with an exceedance in E-24, and nitrates showed exceedances (E-01–E-06 and E-10), with a maximum of 23.26 mg/L. Thermotolerant. The reference values were exceeded (E-01, E-03, E-10, and E-12), with maximums of 240,000 MPN/100 mL, due to anthropogenic sources of contamination (domestic use of canals, waste, and eutrophication) at points such as E-03, E-05, E-12, E-13, and E-14. The 2023 ICA-PE showed high spatial and temporal variation, with Very Poor conditions at E-01, E-02, E-03, E-07, E-10, and E-14, and Excellent conditions at E-12, E-13, E-19, and E-22. In the 2012-2023 comparison, significant differences were identified in EC, DO, and TDS; pH and thermotolerant values did not show significant differences between years.

Keywords: water quality, wetland, monitoring, wildlife refuge, temporal variation.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A nivel mundial, los humedales son considerados ecosistemas fundamentales debido a las siguientes funciones: regulan el ciclo del agua amortiguando inundaciones y recargando acuíferos, abastecen de agua potable, regulan la temperatura, mitigan el cambio climático, tienen un rol importante en los ciclos de nutrientes y corrientes de energía, además de albergar una gran biodiversidad, ya que diversas especies dependen de estos cuerpos de agua para vivir (Greb et al., 2006; Ramsar, 2016). En la actualidad los humedales llegan a abarcar entre 4 a 6% de la superficie terrestre, mientras que en el Perú cubren alrededor de 8 millones de hectáreas, lo que representa aproximadamente el 6,6 % del territorio nacional. (Congreso de la República, 2015; Hernández, 2009; Ramirez et al., 2018).

Los humedales proporcionan servicios ecosistémicos esenciales, debido a que regulan el régimen hídrico, depuran el agua y brindan habitad para numerosas especies. La calidad del agua funciona como un indicador ecológico, cuando se degrada afecta a la flora, fauna y la disponibilidad del agua (Cui et al., 2020; Verhoeven et al., 2006). Sin embargo, esta se ha visto afectada a través del tiempo ocasionando pérdidas en el ecosistema, debido a las alteraciones generadas por las actividades antrópicas, como la afectación por el vertimiento de aguas domésticas e industriales o la escorrentía de tierras agrícolas (Marín et al., 2016; Ocampo, 2019; Qiu et al., 2018).

El monitoreo de la calidad del agua en los humedales puede ser realizado mediante diferentes métodos como la medición de parámetros fisicoquímicos o bacteriológicos (Wijeyaratne & Nanayakkara, 2020). Además, la información de la calidad de los cuerpos de agua obtenida por medio del monitoreo puede ser usada para realizar la identificación

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

de problemas y formular estrategias de gestión para proteger los recursos hídricos (Adekanmi et al., 2020).

En este contexto, el Índice de Calidad de Agua (ICA) se emplea como un instrumento que permite integrar distintos parámetros fisicoquímicos del recurso hídrico en un solo valor. Para ello, considera criterios como el alcance, la frecuencia y la amplitud, lo que facilita la interpretación del estado del agua en un espacio y periodo específico (Mohammadpour et al., 2015). Mediante este método es posible representar la calidad del agua para diferentes usos, favoreciendo una evaluación más integral del recurso y contribuyendo a la identificación de cambios en las condiciones ambientales. Asimismo, sus resultados pueden apoyar la toma de decisiones en la gestión pública, a partir del análisis de variables fisicoquímicas y bacteriológicas (Mohammed et al., 2021; Torres et al., 2010). De igual manera, la información generada mediante esta herramienta permite valorar el estado de un cuerpo de agua y orientar su aprovechamiento y manejo sostenible dentro del ecosistema (Alarcón & Ñique, 2016).

El Refugio de Vida Silvestre Los Pantanos de Villa (RVSLPV) constituye un ecosistema relevante por la diversidad biológica que alberga y por las funciones ambientales que cumple. Entre sus principales aportes se encuentran el almacenamiento de carbono, la depuración natural del agua, la regulación frente a eventos de inundación y la protección ante procesos de erosión costera (Autoridad Municipal de los Pantanos de Villa, 2019; Huaman et al., 2020). En el 2004 en el Perú la Contraloría General de la República detectó el vertimiento de efluentes líquidos en las aguas superficiales en el RVSLPV, lo cual generó una alteración en su composición y desarrollo (Contraloría General de la República del Perú, 2004). Posteriormente se registraron inundaciones en las urbanizaciones adyacentes al área protegida, lo cual afectaba a la salud de la población,

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

es por ello que la Dirección de salud inició los monitoreos de calidad del agua al interior del RVSLPV y sus alrededores en el año 2005; sin embargo, en el año 2013 la DISA Lima Sur dejó de realizar los análisis (ANDINA, 2008). Debido a la ausencia de evaluaciones recientes, aún existe incertidumbre sobre la condición actual del agua que ingresa y sale del RVSLPV. Por ello, la presente investigación analiza parámetros fisicoquímicos, como pH, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales, nitratos y fosfatos, así como indicadores bacteriológicos, entre ellos coliformes totales y termotolerantes. Además, se realiza una comparación con las últimas evaluaciones efectuadas por la Dirección de Salud II Lima Sur (DISA II L.S.), y se determina el ICA con la finalidad de identificar tendencias, comparar el comportamiento temporal del recurso hídrico y actualizar la información disponible después de más de diez años sin monitoreos continuos.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Humedales

Los humedales son ecosistemas asociados a cuerpos de agua de poca profundidad, donde el agua cumple un papel fundamental en la regulación de las condiciones ambientales y en el mantenimiento de la biodiversidad (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2016). Estos ambientes pueden presentarse en diferentes formas, como pantanos, lagunas, marismas, lagos y represas, entre otros (Rajpar et al., 2011). Entre sus principales funciones ecológicas se encuentran la participación en el ciclo de nutrientes, la provisión de hábitat para diversas especies de flora y fauna, el almacenamiento temporal de aguas provenientes de inundaciones y el desarrollo de actividades económicas, como el turismo (Zedler, 2000).Las principales causas de la pérdida de los humedales son las actividades como el cambio del uso de suelo para uso agrícola, urbano o industrial, la deposición de

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

sedimentos, el vertimiento de aguas residuales, generando pérdidas en la integridad ecológica y en la provisión de servicios (Rojas et al., 2019).

2.2. Calidad del Agua en humedales

La calidad del agua en los humedales cumple un rol clave en la conservación de la biodiversidad y en el mantenimiento del equilibrio ecológico, debido a que estos ecosistemas contribuyen a la estabilidad ambiental, la regulación del ciclo hidrológico y el sostenimiento de la vida silvestres (Brisson et al., 2020; Ramsar, 2018). Su evaluación se basa en parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos, que permitan determinar si es segura para la preservación de los ecosistemas (OMS, 2017). Sin embargo, la presencia de contaminantes químicos o nutrientes en exceso puede comprometer su funcionalidad y amenazar la fauna silvestre (OMS, 2022). Además, los efectos del cambio climático están alterando su disponibilidad y calidad, lo/que/refuerza la/necesidad/de/medidas/de monitoreo/continuo/y estrategias de/gestión/sostenible (UNESCO, 2021).

2.3. Contaminación Antropogénica

Las actividades antropogénicas son las principales fuentes de formas orgánicas, inorgánicas y biológicas de contaminantes que alteran la calidad del agua (Kareem et al., 2021). Los cuerpos de agua se encuentran expuestos de manera constante a presiones derivadas de las actividades humanas, entre ellas la descarga de residuos domésticos y urbanos, el vertimiento de aguas residuales y la aplicación de insumos químicos en zonas agrícolas. Estos procesos pueden alterar las características físicas, químicas y biológicas de los ecosistemas acuáticos (Adiyiah et al., 2013; Apau et al., 2022Asimismo, la contaminación puede afectar la flora y fauna acuática, generar olores desagradables y producir cambios en la dinámica ecológica del ambiente. La magnitud del impacto dependerá de la cantidad y tipo de residuos orgánicos, sedimentos y sustancias

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

provenientes de actividades domésticas, industriales, agrícolas y ganaderas, como nitratos, fosfatos y pesticidas (Maracaibo et al., 2013).

2.4.Parámetros fisicoquímicos

Estos parámetros brindan información sobre las condiciones físicas y químicas de los diversos ecosistemas acuáticos, su medición es generalmente rápida y permiten que se realicen monitoreos de manera frecuente (Eugenia et al., 2007). En la actualidad, los humedales se ven afectados por múltiples contaminantes descargados por actividades antropogénicas, lo cual induce a cambios fisicoquímicos en estos cuerpos de agua (Zhu et al., 2022), por lo que la evaluación de estos parámetros es de gran importancia, ya que son indicadores de la presencia de contaminantes y ayudan a determinar la calidad de los cuerpos de agua (Gualdrón, 2016). Así mismo, la alteración en los niveles de los parámetros físicoquímicos, puede generar diversos problemas en los ecosistemas acuáticos como la baja concentración de oxígeno, la eutrofización, la pérdida de biodiversidad, entre otros (Peluso et al., 2021).

2.4.1. pH

Gonzales et al. (2014) afirma que "*El pH del agua puede variar de 0-14, si el pH de una sustancia es mayor que 7, esta sustancia es básica, por otro lado, si el pH es menor que 7, esta sustancia es ácida. Así mismo, cuanto más varíe el valor del pH sobre o debajo del 7, más básica o ácida será la solución*". Es por ello que, un valor excedente de iones de hidrógeno puede alterar el uso al cual está destinado el agua, por lo que el pH se utiliza para medir el estado de los diversos cuerpos de agua (ANA, 1984).

2.4.2. Oxígeno disuelto (OD)

El oxígeno disuelto (OD) es un parámetro empleado para evaluar la calidad del agua, debido a que resulta esencial para el desarrollo y supervivencia de los organismos

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

acuáticos (Vega, 2018). Este indicador puede determinarse en unidades de mg/L o expresarse como porcentaje de saturación de oxígeno. Asimismo, su concentración presenta una relación inversa con la temperatura, ya que tiende a disminuir cuando esta aumenta (Mayarí et al., 2005). Por otro lado, bajos niveles de OD pueden encontrarse en áreas con material orgánico (como vertimientos de depuradoras, granjas y materia orgánica en descomposición) (Naik, 2015). Galvín (2019) afirma que "las aguas no contaminadas suelen estar bien oxigenadas, e incluso sobresaturadas (>7 - 8 mg/L de O_2) debido al intercambio gaseoso atmósfera-agua y la actividad fotosintética"

2.4.3. Conductividad eléctrica (CE)

Es una propiedad de calidad de agua, es la capacidad que tiene una sustancia de conducir corriente eléctrica y su unidad de medición es S/m o mS/cm (Gonzales, 2017). Asimismo, la CE mantiene una relación directa con la concentración de sólidos disueltos, por lo que un aumento de estos compuestos puede reflejarse en mayores valores de conductividad (Aveiga et al., 2019; Jiménez et al., 2024). De igual manera, la conductividad es una buena medida de salinidad en el agua, por lo que las aguas residuales aumentan la conductividad debido a iones de fosfato, cloruro y nitrato (Guerrero & Arias, 2014).

2.4.4. Sólidos totales disueltos (TDS)

Miden la cantidad de materia menor a 2 micrones o micras presente en un cuerpo de agua. Estos sólidos están compuestos por minerales, metales y sales disueltas en el agua (Jacome, 2015; Sigler & Bauder, 2017). Si existe una gran cantidad de sólidos disueltos totales en un cuerpo de agua, este generalmente tiene una apariencia turbia (Perugachi, 2015). Pueden originarse por fuentes orgánicas como sedimentos, disposición de residuos y vertimiento de aguas residuales o por la escorrentía en zonas en las cuales se aplican fertilizantes y plaguicidas (Falconí et al., 2017).

2.4.5. Nitratos

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Son sales solubles procedentes del nitrógeno, su concentración en los cuerpos de agua es baja, a menos que presenten un nivel de contaminación (Arias, 2018). Puede existir una mayor concentración de nitratos en los cuerpos de agua debido a las actividades antrópicas como vertimiento de residuos, excretas de animales, agricultura, entre otros (Pacheco et al., 2004). El nitrógeno es un nutriente de preocupación clave en las descargas de aguas residuales, debido a que su acumulación puede favorecer procesos de eutrofización en los ecosistemas acuáticos (Allen et al., 2022).

2.4.6. Fosfatos

Está presente de manera natural en los cuerpos de agua y, en las aguas residuales, se encuentra principalmente en forma de fosfato, que favorece el desarrollo de microorganismos en los ecosistemas acuáticos, ya que requieren del fosfato para su alimentación, lo cual causa la eutrofización en los ecosistemas acuáticos (Díaz et al., 2007; Leiva, 2010). La presencia de fosfatos en el agua puede ser producto del uso de detergentes y fertilizantes; además, es un parámetro utilizado para medir la eutrofización en los cuerpos de agua (Cuaspud & Paredes, 2017).

2.5. Parámetros bacteriológicos

El agua está compuesta por diversos elementos biológicos, como los microorganismos que se encuentran de manera natural en el medio, sin embargo, puede existir factores que causen contaminación con microorganismos dañinos en estos cuerpos de agua (Chambilla, 2020).

2.5.1. Coliformes totales (CT)

Los coliformes totales comprenden un conjunto de bacterias que pueden encontrarse de manera habitual en aguas continentales y marinas (EPA, 2012). Estas bacterias son indicadoras, útiles para evaluar el nivel de contaminación fecal en ambientes acuáticos (Haque et al., 2019).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

2.5.2. Coliformes termotolerantes

Son un subconjunto del grupo de coliformes, bacterias definidas como bacilos gram-negativos (Method et al., 2018). Su presencia en cuerpos de agua se considera un indicador microbiológico de contaminación asociada a descargas residuales o a la incorporación de materia orgánica en proceso de descomposición. Estos microorganismos suelen encontrarse con mayor frecuencia en la capa superficial del agua y en los sedimentos (Lazo & Valera, 2018).

2.6. Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA)

Los ECA constituyen instrumentos de gestión ambiental orientados a establecer valores de referencia para distintos parámetros, con el propósito de proteger la salud de las personas y conservar los ecosistemas acuáticos (Ministerio del Ambiente, 2017; Ministerio del Ambiente, 2019). Asimismo, su aplicación permite conocer las condiciones de los cuerpos de agua y orientar acciones de prevención, control y seguimiento frente a posibles procesos de contaminación (EPA, 2020).

2.7. Índice de Calidad del Agua (ICA)

Es una herramienta que integra diversos parámetros en un valor representativo, lo que facilita la interpretación del estado de los cuerpos de agua y su aptitud para diferentes usos (ANA, 2020). Su aplicación permite realizar el seguimiento de la calidad del agua de manera práctica, así como comparar resultados obtenidos en distintos periodos y zonas de evaluación (Cude, 2001). En diversos países, este índice ha sido adaptado para analizar ecosistemas acuáticos sensibles, como humedales y ríos urbanos (Pesce & Wunderlin, 2000). Además, su uso contribuye a identificar posibles problemas de contaminación y proporciona información útil para la toma de decisiones relacionadas con la conservación y gestión sostenible del recurso hídrico (UNESCO, 2021; OMS, 2022).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

- Determinar el grado de variación de los parámetros que definen la calidad del agua en el RVSLPV, con relación a datos tomados en el año 2012 y compararlos con datos obtenidos de muestras analizadas al 2023.
- Determinar el índice de calidad de agua (ICA-PE) para cada estación de monitoreo en el RVSLPV en 2023.

3.2. Objetivos Específicos

- Evaluar los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos en cada estación de monitoreo en el RVSLPV en 2023.
- Comparar las variables de cada estación de monitoreo en el RVSLPV con/el estándar de calidad ambiental para agua – Categoría 4.
- Comparar los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos entre 2012 y 2023, identificando la variación por estación y periodo de muestreo.
- Identificar las fuentes de afectación de los parámetros evaluados en el RVSLPV.
- Calcular y clasificar el índice de calidad de agua (ICA-PE) para cada estación de monitoreo del RVSLPV en 2023, por estación y periodo.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1. Descripción del área de estudio

El área de estudio comprende el RVSLPV y su entorno inmediato, el cual presenta una extensión aproximada de 263,27 hectáreas (SERNANP, 2016). Este se localiza en el distrito de Chorrillos, departamento de Lima (Figura 1). El RVSLPV presentan cuerpos de agua conformadas entre lagunas y espejos de agua (Laguna Mayor, Laguna Maravilla,

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Laguna Génesis, Laguna Pampa/Delicias), canales y drenes (SERNANP, 2016; Sánchez, 2020).

4.2. Tipos de cuerpos de agua analizados según el ECA agua

4.2.1. Categoría 1: Poblacional y recreacional

- Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación

- B2. Contacto secundario

De acuerdo con el Ministerio del Ambiente (2017), "*Las aguas clasificadas como categoría B2 (contacto secundario) son aquellas destinadas al uso recreativo autorizado por la Autoridad de Salud, para actividades como deportes acuáticos con botes, lanchas o similares"*. Este es el caso de la Laguna Génesis, donde se realizan recorridos en botes a remo (Ministerio del Ambiente, 2016).

4.2.2. Categoría 4: Conservación del ambiente acuático

- Subcategoría E1: Lagunas y lagos

Según/el Ministerio del Ambiente (2017), "Son aquellos cuerpos naturales de agua lénticos, que no presentan corriente continua, incluyendo humedales".

El agua que fluye hacia el RVSLPV proviene principalmente de las lluvias estacionales que caen sobre la cuenca del río Rímac y río Surco, así como de drenajes urbanos y canales de escorrentía (INGEMMET, 2020). Durante la temporada alta, que va de abril a junio, los cuerpos de agua del humedal se recargan, mientras que, en la temporada seca, de enero a marzo, los niveles de agua disminuyen, lo que afecta la biodiversidad acuática del área (SERNANP, 2016).

Además, dada la proximidad del humedal al litoral, los Pantanos de Villa también reciben aportes de agua marina a través de filtraciones subterráneas en una zona de mezcla o zona de interfase, donde las aguas dulces y saladas se encuentran (MINAM, 2016). Este

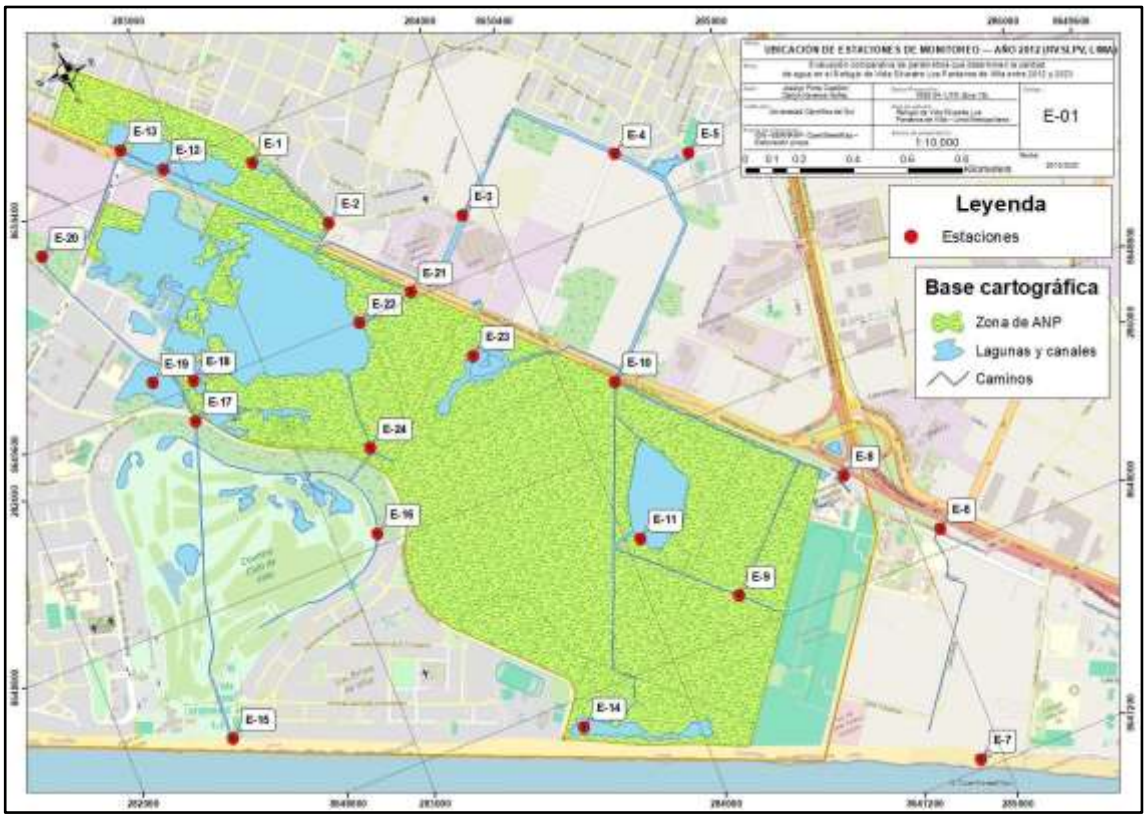
Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

proceso natural genera fluctuaciones en la salinidad del agua en el humedal, lo que favorece la presencia de especies tanto de agua dulce como salada, contribuyendo a la biodiversidad del ecosistema (Ramsar, 2018).

La presente investigación se realizó en 24 puntos de muestreo de la zona del RVSLPV y áreas aledañas, tomando en consideración las estaciones medidas en el año 2012 por la DISA II L.S. La toma de muestras se realizó durante febrero, junio y agosto, meses seleccionados para mantener la equivalencia temporal con los registros previos y facilitar el análisis comparativo de la calidad del agua.

Figura 1

Puntos de monitoreo ubicados en puntos de muestreo conducidos por la DISA II Lima-Sur en los años 2012

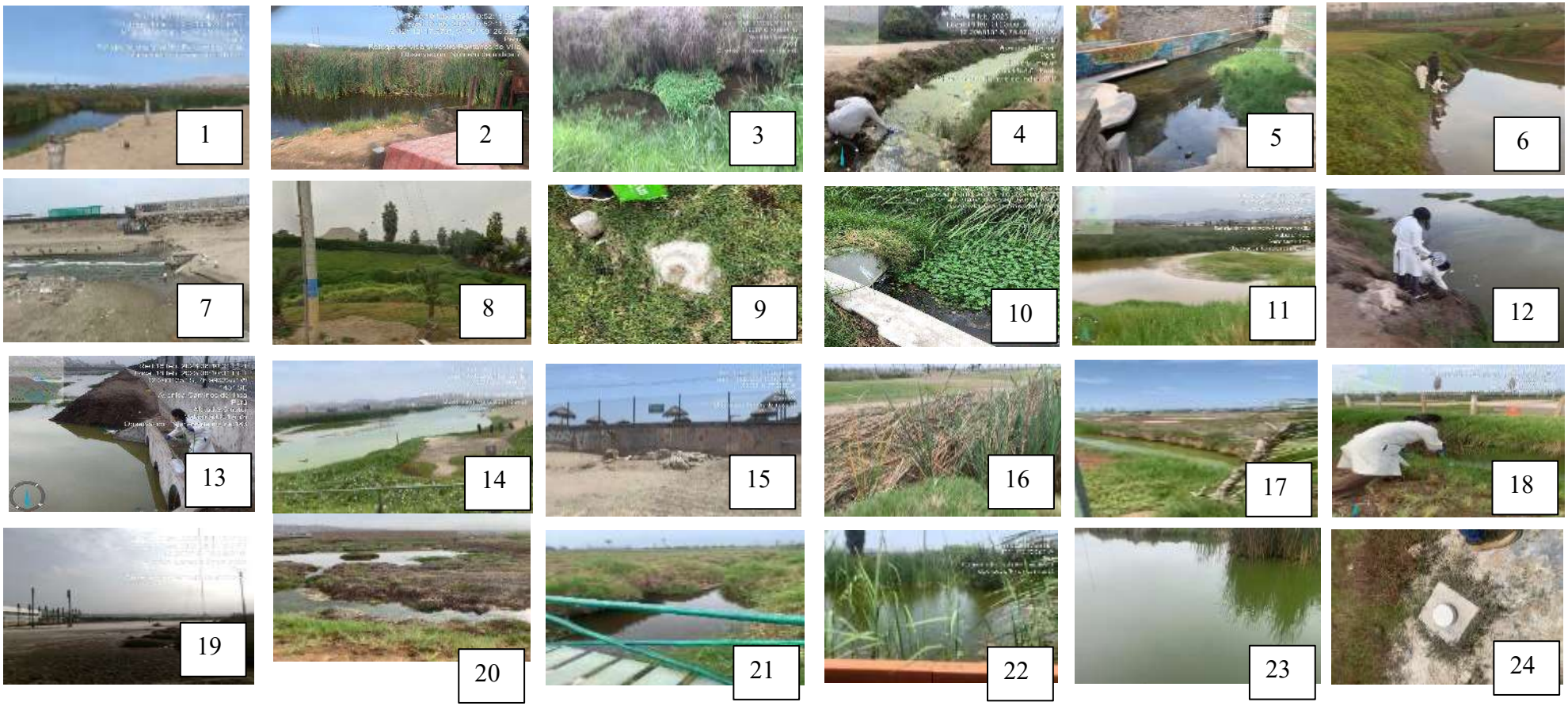


Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Figura 2

Registro fotográfico de los puntos de monitoreo y pizómetros en el RVSLPV-2023



Nota. (1) Entrada a la laguna La Pampa; (2) Pozo Culebra; (3) Canal en margen de Kimberly Clark; (4) Aforamiento en cruce Av. Agricultores y Jr. Ganaderos; (5) Canal a 20 m aguas abajo de lavandería, prox. Defensores del Morro; (6) Dren de afloramiento, intercambio vial sobre altura; (7) Tubo de ingreso a laguna frente a playa Venecia; (8) Laguna a la altura del puente Villa; (9) Piezómetro N.º 1 en Av. Lavalle, frente a caseta PROHVILLA; (10) Canal principal, zona sur frente al hito 8; (11) Salida laguna principal sur (ANP), altura Mirador 3; (12) Laguna La Pampa, Av. Defensores del Morro frente al CEA Cáceres; (13) Canal de entrada sanguijuela; (14) Laguna sur (Marvilla), frente al hito 15; (15) Desembocadura al mar; (16) Condominio Las Brisas, dentro del Country Club; (17) Canal sanguijuela, puente Lavalle; (18) Salida laguna Mayor, altura Mirador 4; (19) Laguna altura de antena frente a Mirador 4; (20) Tubo de drenaje Huertos de Villa, altura Alameda Don Emilio; (21) Canal principal zona norte, altura puente del circuito turístico; (22) Laguna frente al Mirador 2; (23) Laguna Génesis; (24) Piezómetro N.º 2, propiedad de M. Peña, costado casa de ladrillo.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

4.3. Materiales y equipos

4.3.1. Instrumentos para medición fisicoquímica

- Multiparámetro portátil HQ40D de Hach: para determinar pH, oxígeno disuelto, conductividad, temperatura y STD. Este equipo es resistente al agua y al polvo lo que lo hace adecuado para medir en ambientes variados.
- Colorímetro portátil Hach DR900: Este instrumento se utilizó para medir los niveles de nitratos y fosfatos en el agua. El DR900 es un colorímetro resistente, portátil y con capacidad de registro de datos, ideal para análisis rápidos de campo (Hach, 2023).
- Reactivos para la determinación de nitrato (Hach, 2023): Se utilizó el set de reactivos en polvo para la determinación de nitrato, con un rango de medición de 0,01 a 0,50 mg/L de NO_3^-. Este set es adecuado para obtener resultados precisos de nitratos en el agua.
- Reactivos para la determinación de fosfato (Hach, 2023): El set de reactivos en polvo para fosfato se usó para medir concentraciones de 0,02 a 2,50 mg/L de PO_4^{3-}. Este reactivo fue utilizado junto con el colorímetro Hach DR900, permitiendo determinar la concentración de fosfato presente en las muestras analizadas.

4.4. Metodología

4.4.1. Toma de muestras

Las muestras de agua se recolectaron en 24 puntos de monitoreo distribuidos a lo largo del Refugio de Vida Silvestre Los Pantanos de Villa (RVSLPV) como se puede apreciar en la Figura 2. Los puntos de muestreo fueron seleccionados para asegurar una cobertura

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

representativa de las diferentes áreas del humedal, incluidas las principales lagunas y los canales de drenaje.

Cada muestra consistió en 500 ml de agua, que fue recolectada utilizando botellas estériles. Las muestras fueron transportadas en neveras portátiles con control de temperatura para garantizar que las propiedades fisicoquímicas y bacteriológicas del agua no se alterarán antes de su análisis en el laboratorio.

Los muestreos se realizaron en febrero, junio y agosto de los años 2012 y 2023, con la finalidad de comparar las variaciones estacionales y anuales en la calidad del agua.

Tabla 1

Características del lugar en la toma de muestra 2023

Código	Referencia	Coordenadas UTM WGS84 (Zona 18)		Presencia de agua		
		Este	Norte	Feb	Jun	Ago
E-1	Entrada/laguna/La/Pampa.	283243±5	8650287±5	1	1	1
E-2	Pozo Culebra.	283424±5	8649974±5	1	1	1
E-3	Canal margen Kimberly Clark.	283891±5	8649815±5	1	1	1
E-4	Afloramiento cruce Av. Agricultores y Jr. Ganaderos.	284639±5	864977±5	1	1	1
E-5	Lavanderia, 50 mts aguas abajo	284754±5	8649716±5	1	1	1
E-6	Dren de afloramiento, intercambio vial Sur alt. Prol. Defensores del Morro.	284923±5	8648254±5	1	1	1
E-7	Tubo de ingreso a laguna, frente a playa Venecia.	285152±5	8647269±5	1	1	1
E-8	Laguna, altura puente Villa.	284850±5	8648501±5	0	0	0
E-9	Piezómetro Nº 1 Av. Lavalle (fte caseta) PROHVILLA 50 m.	284316±5	8648128±5	0	0	0
E-10	Canal/principal/zona/sur/frente/al/hito/8.	284185±5	8649032±5	1	1	1
E-11	Salida laguna principal sur (ANAP), altura Mirador 3.	284056±5	8648459±5	1	1	1
E-12	Laguna La Pampa, Av. Defensores del Morro frente C. E. A. Cáceres.	282900±5	8650441±5	1	1	1
E-13	Canal entrada sangradero.	283891±5	8649815±5	1	1	1
E-14	Laguna sur (Marvilla) frente a hito 15.	283601±5	8647892±5	1	1	1
E-15	Desembocadura al mar, Country Club.	282381±5	8648339±5	0	0	0
E-16	Condominio Las Brisas, dentro del Country Club.	283094±5	8648991±5	1	1	1
E-17	Canal sangradero, puente Lavalle	282678±5	8649540±5	1	1	1
E-18	Salida laguna Mayor, altura Mirador 4.	282691±5	8649655±5	1	1	1
E-19	Laguna altura de antena frente a Mirador 4.	282597±5	8649670±5	0	0	1
E-20	Tubo de drenaje Huertos de Villa, altura Alameda Don Emilio.	282393±5	8650255±5	1	1	1
E-21	Canal principal zona norte, altura puente del circuito turístico.	283609±5	8649624±5	1	1	1
E-22	Laguna frente a Mirador 2.	283391±5	8649589±5	1	1	1

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

E-23	Laguna Génesis.	283735±5	8649318±5	1	1	1
E-24	Piezómetro Nº 2 en propiedad de M. Peña costado casa ladrillo.	283254±5	8649145±5	1	1	1

NOTA:
- 1: representa puntos monitoreados
- 0: representa puntos sin agua para monitorear

4.4.2. Análisis de datos

Los parámetros fisicoquímicos medidos en campo, como pH, temperatura, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto, fueron determinados mediante un multiparámetro portátil Hach HQ40D, previamente calibrado con soluciones buffer estándar de pH 4, 7 y 10. Los valores obtenidos fueron registrados individualmente para cada estación de monitoreo.

Los análisis de nitrato y fosfato fueron realizados en el lugar de muestreo, utilizando el colorímetro Hach DR900 para medir los parámetros de nitratos y fosfatos. El procedimiento de análisis fue el siguiente:

- Determinación de nitratos: Para la medición de nitratos, se utilizó el reactivo NitraVer® 5 (Hach, 2023) en su formato de reactivo en polvo, según el método de reducción de cadmio (Hach, 2023). El reactivo se mezcló con 10 mL de la muestra, y el tiempo de reacción fue de 5 minutos a temperatura ambiente. El color resultante fue medido a una longitud de onda de 420 nm para determinar la concentración/de/nitratos/en mg/L.
- Determinación de fosfatos: Para la medición de fosfatos, se utilizó el reactivo PhosVer® 3 (Hach, 2023) en su formato de reactivo en polvo. El procedimiento consiste en añadir el reactivo a 10 mL de la muestra, agitar durante 20–30 segundos y dejar reaccionar durante 2 minutos. El color resultante fue medido a una longitud de onda de 880 nm.
- Los análisis bacteriológicos correspondientes a coliformes totales y coliformes termotolerantes fueron efectuados por el laboratorio Analytical Laboratory

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

E.I.R.L., acreditado por INACAL. Para la determinación de dichos parámetros, el laboratorio aplicó métodos estandarizados conforme a los lineamientos establecidos por la American Public Health Association (APHA).

- Los datos obtenidos de las evaluaciones fisicoquímicas y bacteriológicas fueron analizados con el software SPSS, considerando la verificación de los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas para cada variable. En función de estos supuestos se aplicó la prueba paramétrica (*t* de student) y no paramétrica (*U* de Mann- Whitney) para comparar los resultados de los periodos de muestreo de 2012 y 2023.

4.4.3. Cálculo del ICA

El ICA fue determinado solo para el año 2023, considerando los criterios metodológicos propuestos por la Autoridad Nacional del Agua (ANA). En la presente investigación se empleó el método ICA-PE, el cual permite valorar la calidad de los cuerpos de agua superficiales en el Perú mediante un procedimiento estandarizado (ANA, 2020). Para su aplicación, este método requiere como mínimo la evaluación de cuatro parámetros fisicoquímicos y/o bacteriológicos. En este estudio se consideraron los siguientes parámetros: pH, oxígeno disuelto, nitratos, conductividad eléctrica y coliformes termotolerantes.

El índice se calcula a partir de tres factores: F1, correspondiente al alcance; F2, relacionado con la frecuencia; y F3, asociado con la amplitud. Estos componentes permiten identificar el grado de incumplimiento de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua.

F1: representa el número de parámetros que no cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental para Agua, dividido entre el total de parámetros evaluados (ANA, 2020).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

$$F_1 = \frac{\text{Número de parámetros que no cumplen los ECA Agua}}{\text{Número total de parámetros a evaluar}}$$

F2: corresponde a la frecuencia de incumplimiento, ya que expresa la proporción de datos evaluados que no cumplen con los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ANA, 2020).

$$F2 = \frac{Número\ de\ los\ parametros\ que\ NO\ cumplen\ el\ ECA - Agua\ de\ los\ datos\ Evaluados}{(Número\ Total\ de\ datos\ Evaluados)}$$

F3: este factor representa la amplitud del incumplimiento y se obtiene a partir de la suma de los excedentes registrados respecto a los límites permitidos por los ECA. Dicho valor se relaciona con la suma de los excedentes más una unidad y posteriormente se multiplica por 100 (ANA, 2020).

$$F_3 = \left(\frac{\text{Suma de Excedentes}}{\text{Suma de Excedentes} + 1}\right) \times 100$$

4.4.3.1. Fórmula del ICA (Índice de Calidad del Agua).

Una vez determinados los factores F1, F2 y F3, el ICA se obtiene mediante la fórmula del CCME WQI, la cual integra dichos componentes a través de un promedio cuadrático.

Donde:

$$ICA = 100 - \sqrt{\frac{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}{3}}$$

- F1, F2 y F3 corresponden a los factores calculados previamente según las ecuaciones establecidas para el método ICA-PE (ANA, 2020).
- El valor final del ICA varía entre 0 y 100; los valores cercanos a 0 representan una condición de calidad muy baja, mientras que los valores próximos a 100 indican una calidad excelente del agua.

4.4.3.2. Clasificación del ICA.

El valor del ICA obtenido se clasifica en las siguientes categorías de calidad del agua (ANA, 2020):

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

- **0 - 44**: Muy mala calidad. El agua presenta condiciones que no alcanzan los objetivos de calidad establecidos, por lo que suele encontrarse afectada o expuesta a un alto nivel de amenaza.
- 45 – 64: Mala calidad. El agua no alcanza los objetivos de calidad establecidos, por lo que las condiciones deseables se encuentran afectadas o bajo amenaza frecuente.
- 65 – 79: Regular calidad. El agua presenta condiciones parcialmente aceptables; sin embargo, puede evidenciar alteraciones ocasionales respecto a su estado natural.
- 80 – 94: Buena calidad. El agua mantiene características cercanas a su condición natural, aunque pueden presentarse ligeras variaciones.
- 95 – 100: Excelente calidad. El agua conserva condiciones favorables, sin evidencias importantes de amenaza o deterioro.

4.4.3.3. Aplicación del ICA.

El ICA fue empleado para evaluar la condición del agua en los puntos de monitoreo establecidos dentro del RVSLPV. Su aplicación permitió identificar zonas con mayor grado de afectación, asociadas a posibles niveles elevados de contaminación, así como sectores que presentaron mejores condiciones de calidad hídrica.

Asimismo, este índice proporciona información útil para orientar la toma de decisiones relacionadas con la recuperación, conservación y seguimiento del recurso hídrico en el humedal (ANA, 2020).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

5. RESULTADOS

5.1. Evaluación de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos por estación de monitoreo en el RVSLV

La evaluación de la calidad del agua se realizó en 21 estaciones del RVSLPV, debido a que algunas estaciones consideradas inicialmente no presentaron disponibilidad de agua durante el periodo de muestreo, tal como se muestra en la Tabla 1, evaluando los parámetros fisicoquímicos de: pH, temperatura, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto (OD), sólidos disueltos totales (SDT), nitratos y fosfatos; y los parámetros bacteriológicos (C. Totales y C. Termotolerantes).

Las mediciones se efectuaron en tres periodos: febrero, junio y agosto del año 2023. Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Tabla 2

Resultados del monitoreo de parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos en las estaciones del RVSLPV, febrero, junio y agosto de 2023.

Estación	Año	Mes	pH	Temperatura (°C)	Conductividad (µS/cm)	Oxígeno Disuelto (mg/L)	STD (mg/L)	C. Term (NMP/100 mL)	C.Totales (NMP/100 mL)	Nitrato (mg/L)	Fosfato (mg/L)
		1	7,31	26,15	4,4	5,42	37,12	35000	46000	22,16	0,23
E-01	2023	2	7,13	23,51	17,5	5,67	12,65	4600	110000	22,16	0,14
		3	7,11	22,1	17,7	5,85	12,73	35000	1600000	22,16	0,17
		1	7,31	25,8	7,66	3,43	13,09	2200	14000	23,26	0,17
E-02	2023	2	6,82	23,17	15,1	6	12,96	9200	110000	22,16	0,15
		3	6,83	21,6	15,5	6	12,99	22000	54000	22,16	0,45
		1	7,54	25,7	7,72	5,75	18,99	240000	920000	22,16	0,15
E-03	2023	2	7,16	24,8	13,75	3,73	11,59	9200	110000	22,16	0,15
		3	7,18	23,45	14,85	5,06	11,61	17000	350000	22,16	0,32
		1	7,72	27,8	7,12	5,49	15,79	210	16000	22,16	0,34
E-04	2023	2	7,7	23,3	9,5	4,44	9,05	1100	16000	22,16	0,17
		3	7,67	22,75	11,35	6,49	9,05	540	9200	22,16	0,45
		1	7,48	25,5	2,1	4,43	3,67	1600	92000	22,16	0,21
E-05	2023	2	7,16	22,55	10,45	4,8	6,77	11000	28000	22,16	1,14
		3	7,15	22,95	4,4	4,4	6,79	2400	35000	22,16	1,14
		1	7,76	26,3	8,55	3,4	20,42	350	1600	22,16	0,34
E-06	2023	2	8,07	26	11,6	7,11	11,59	350	22000	22,16	1,55
		3	8,51	23,4	6,77	14	11,62	23	9200	22,16	0,42
		1	7,66	27,2	1,67	5,58	3,33	700	540000	22,37	2,51
E-07	2023	2	7,27	25,25	2,75	4,73	5,97	16000	28000	22,16	2,51
		3	7,29	21,85	2,9	4,68	6,01	24000	160000	5,76	2,51
		1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
E-08	2023	2	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
		3	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
		1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
E-09	2023	2	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
		3	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
		1	7,6	26,85	4,76	3,52	11,08	3500	92000	22,16	2,1
E-10	2023	2	7,43	22,25	17,9	5,15	7,89	24000	16000	22,16	2,1
		3	7,83	22,75	4,69	6,45	12,43	24000	240000	22,16	2,51
		1	7,64	22,65	33,56	5,47	17,2	2	2	5,16	0,33
E-11	2023	2	7,39	22,4	62,6	4,48	16,81	2200	350000	1,05	0,33
		3	7,39	21,1	24,9	4,58	16,96	280	1600	4,64	0,52
		1	7,37	27,7	31,7	1,95	80,56	9200	9200	4,21	0,06
E-12	2023	2	8,33	25,8	50,85	2,65	26,19	49	240	1,85	0,26
		3	8,34	24,5	60,45	9,86	26,3	79	350	7,53	0,63
		1	7,93	27,5	30,3	3,26	90,75	540	540	3,99	0,77
E-13	2023	2	8,06	24,62	77,6	5,71	40,4	70	220	0,95	0,56
		3	8,03	24,4	77,2	5,67	40,3	79	130	4,87	0,33
		1	9,41	26,6	5,4	10,04	23,12	9200	9200	16,39	0,56
E-14	2023	2	8,85	22,55	18,6	4,68	7,15	3500	11000	3,5	0,78
		3	9,66	21,28	18,61	4,71	7,15	1600	2400	23,7	0,77
		1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
E-15	2023	2	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
		3	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
		1	7,38	25,8	5,05	4,55	11,16	79	54000	5,32	0,55
E-16	2023	2	6,93	22,25	26,95	4,73	10,08	240	14000	1,15	0,33
		3	7,31	22,25	4,96	2,12	10,17	460	46000	5,98	0,33
		1	7,36	25,8	11,41	5,48	23,3	350	700	6,42	0,81
E-17	2023	2	7,33	22,9	10,36	4,35	12,86	920	920	1,25	0,3
		3	7,33	21,1	9,06	3,51	12,91	240	1600	6,42	0,3
		1	7,74	25,5	10,51	4,84	28,41	240	1700	4,65	0,64
E-18	2023	2	7,04	21,75	46,15	5,34	13,41	130	240	0,65	0,28
		3	7,36	20,85	9,33	2,91	13,48	350	1600	5,98	0,24
		1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
E-19	2023	2	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
		3	8,85	26,4	177,6	9,69	7,85	1,79	4,5	2,44	1,1
		1	7,22	25,8	11,46	5,38	39,52	1,79	33	4,65	0,58
E-20	2023	2	6,76	21,75	150,15	3,99	39,21	170	24	0,85	0,56
		3	6,95	23,6	82,68	6,54	39,41	170	2400	3,1	0,53
		1	7,12	25,7	14,56	8,24	33,38	17	22	3,37	1,46
E-21	2023	2	7,34	21,85	42,4	5,82	15,19	110	1100	0,65	1,69
		3	7,66	21,25	10,33	4,85	15,37	23	1600	2,66	1,56
		1	7,63	26,1	8,13	10,6	19,13	130	540	13,73	0,26
E-22	2023	2	7,54	21,9	34,15	7,5	12	350	920	2,45	0,32
		3	8,39	25,96	8,37	17,86	12,08	240	3500	11,96	0,22
		1	8,36	30	3,71	12,85	7,69	70	1600	20,6	0,1
E-23	2023	2	8,06	21,65	14,65	8,63	7,69	540	2200	22,16	0,1
		3	8,72	22,55	3,63	21,74	7,77	240	9200	22,16	0,33
		1	8,1	24	26,34	12,87	13,85	1,79	1,79	4,21	0,29
E-24	2023	2	7,29	22,1	49,75	5,4	13,85	2	2	1,25	0,23
		3	8,23	22,05	1190,5	7,84	13,88	1,79	13	2,44	0,26

Nota:

Mes: 1 = febrero, 2 = junio, 3 = agosto. N/A indica datos no medidos. STD = sólidos totales disueltos; C. Term = coliformes termotolerantes; C. Total = coliformes totales.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

5.2. Comparación de las variables de cada estación de monitoreo en el RVSLPV con el ECA para agua

Los resultados obtenidos a partir del análisis de los parámetros fisicoquímicos, como pH, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales, nitratos y fosfatos, así como de los parámetros bacteriológicos, correspondientes a coliformes totales y coliformes termotolerantes, fueron comparados con los ECA para agua establecidos en el Decreto Supremo N.° 004-2017-MINAM.

Cabe resaltar que, para el punto 23, ubicado en la laguna Génesis, donde se realizan actividades recreativas como paseos en bote a remo, se utilizó el ECA correspondiente a la Categoría-1: Población y Recreación, Subcategoría B, B2: Contacto secundario.

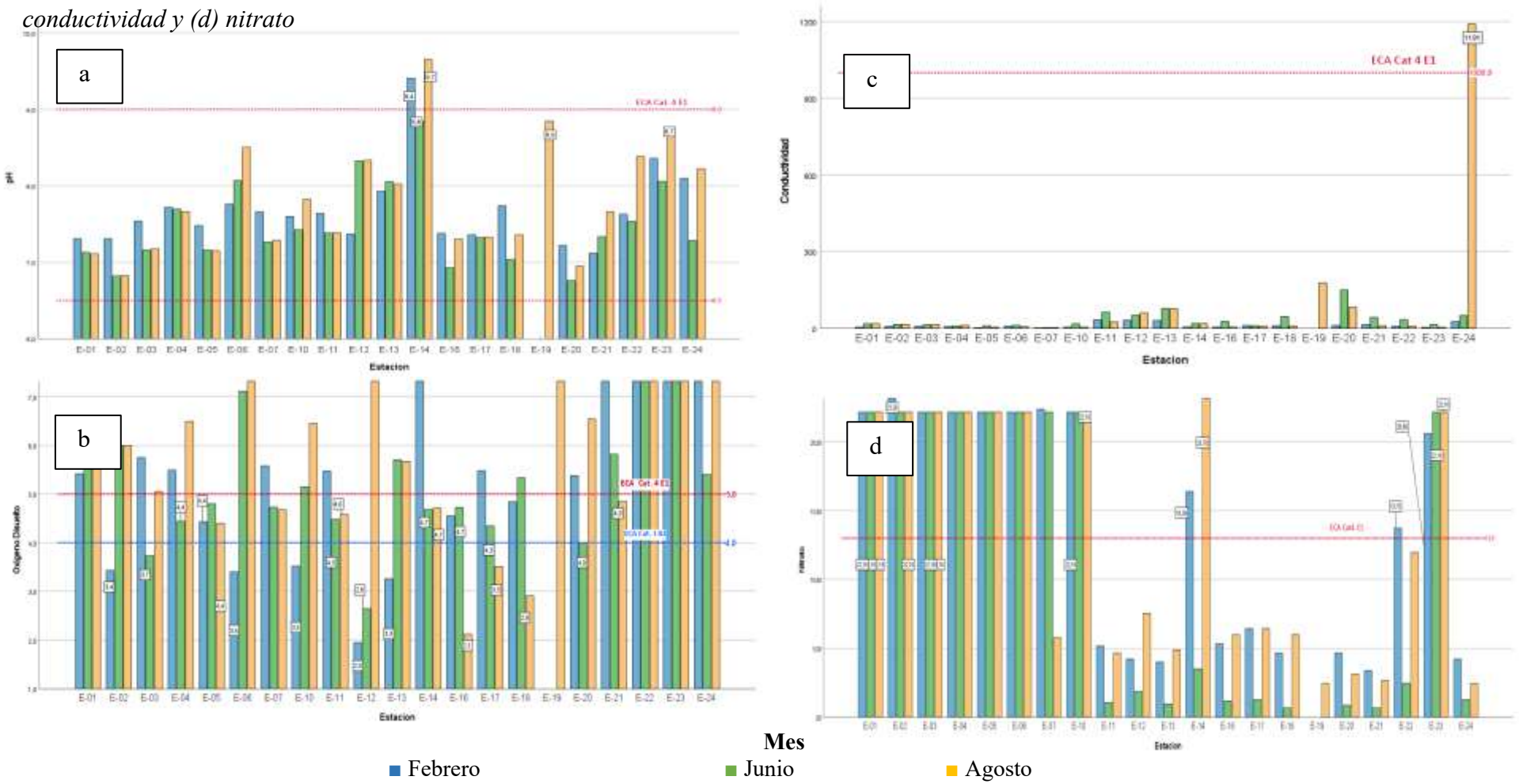
Para los demás puntos de monitoreo, se empleó como referencia la Categoría 4: Conservación del ambiente acuático, Subcategoría E1: Lagunas y lagos, considerando las características ambientales del área evaluada.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Figura 3

Análisis de parámetros fisicoquímicos del agua en el RVSLPV durante el 2023 comparado con el ECA-AGUA: (a) pH; (b)oxígeno disuelto; (c) conductividad y (d) nitrato



Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

La Figura 3(a) muestra la variación de los valores de pH registrados en las 21 estaciones de monitoreo del RVSLPV durante febrero, junio y agosto de 2023. Estos resultados fueron comparados con los límites establecidos en los ECA para Agua, Categoría 4, Subcategoría E1, cuyo rango permisible se encuentra entre 6,5 y 9,0 unidades de pH. En términos generales, el 96,7 % de las estaciones presentó valores dentro del rango permitido. Sin embargo, se identificaron excedencias del límite superior en la estación E-14, donde se registraron valores de hasta 9,7. Asimismo, las estaciones E-02, E-16 y E-20 mostraron valores próximos al límite inferior, especialmente durante junio. Además, se evidenció una tendencia al aumento del pH en agosto.

La Figura 3(b) presenta las concentraciones de OD registradas en las 21 estaciones de monitoreo del RVSLPV durante febrero, junio y agosto de 2023. Los valores fueron contrastados con los límites mínimos establecidos en los ECA para Agua. Para la Categoría 4, Subcategoría E1, el valor mínimo permitido es ≥ 5,0 mg/L, mientras que para la Categoría 1, Subcategoría B2, el valor mínimo corresponde a ≥ 4,0 mg/L. Se observó que la estación E-23 cumplió con el criterio establecido para la Categoría 1, Subcategoría B2 en los tres periodos evaluados. En las estaciones restantes, el cumplimiento respecto a la Categoría 4, Subcategoría E1 fue de 57,4 %, debido a que varias estaciones presentaron concentraciones por debajo del límite mínimo permitido. Entre ellas destacan E-12, E-16 y E-18, con valores críticos que oscilaron entre 2,0 y 2,9 mg/L, lo que podría reflejar condiciones de estrés para los organismos acuáticos.

Por el contrario, las estaciones E-01, E-22, E-23 y E-24 registraron concentraciones adecuadas durante todo el periodo de evaluación. De manera general, los resultados evidencian una mejora en los niveles de oxígeno disuelto durante agosto.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

La Figura 3(c) muestra los valores de conductividad eléctrica registrados en las 21 estaciones de monitoreo del RVSLPV durante febrero, junio y agosto de 2023. Estos resultados fueron contrastados con el límite establecido en los ECA para Agua, Categoría 4, Subcategoría E1, cuyo valor máximo permitido es de 1000 µS/cm. En general, el 98,4 % de los registros evaluados presentó valores por debajo del límite normativo, lo que evidencia condiciones favorables respecto a la concentración de sales disueltas. No obstante, en la estación E-24 se registró una excedencia durante agosto, alcanzando un valor de 1191 µS/cm.

La Figura 3(d) presenta las concentraciones de nitratos registradas durante febrero, junio y agosto de 2023, las cuales fueron comparadas con el valor máximo permitido por los ECA para Agua, Categoría 4, Subcategoría E1, equivalente a 13 mg/L. Para este análisis se excluyó la estación E-23, debido a que corresponde a la Categoría 1, Subcategoría B2: Contacto secundario, en la cual este parámetro no resulta aplicable. Se observó que el 55,2 % de los registros evaluados cumplió con el valor establecido en la normativa. Las estaciones E-11, E-12, E-13, E-16, E-17, E-18, E-19, E-20, E-21 y E-24 presentaron concentraciones considerablemente menores al límite permitido, lo que sugiere condiciones favorables respecto a la presencia de nitratos y una baja influencia de fuentes contaminantes.

Sin embargo, las estaciones E-01, E-06 y E-10 registraron valores superiores al límite durante los tres periodos de evaluación. Asimismo, en E-07 y E-14 se identificaron dos excedencias, mientras que en E-22 se presentó una excedencia. El valor máximo registrado fue de 23,26 mg/L, lo que podría estar asociado a la presencia de aportes contaminantes provenientes de fuentes externas. Finalmente, es importante precisar que los valores de nitratos obtenidos en campo fueron ajustados mediante la aplicación del

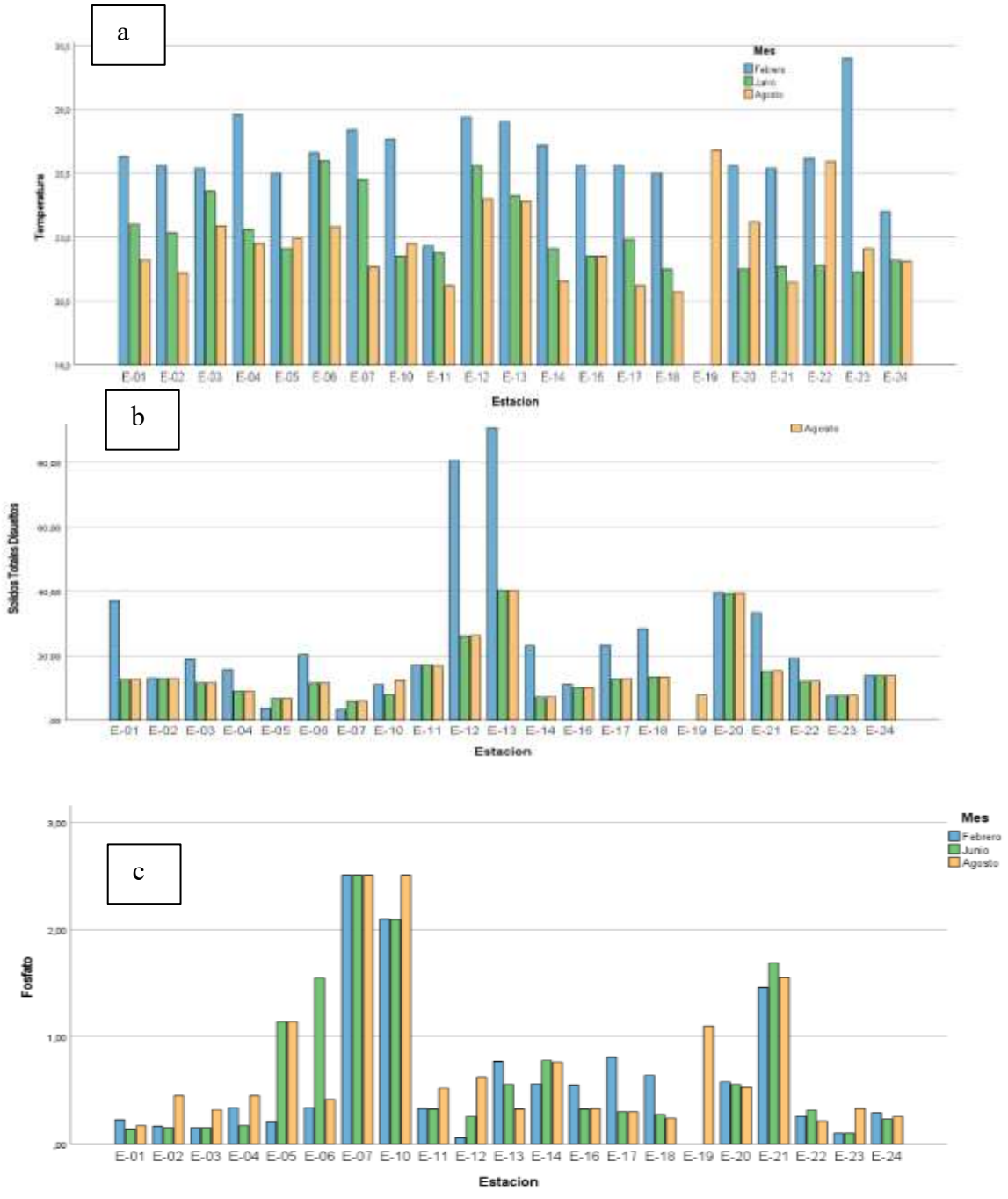
Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

factor de conversión 4,43, conforme a lo establecido para la Categoría 4 de los ECA para Agua.

Figura 4

Parámetros fisicoquímicos registrados en las estaciones de monitoreo del RVSLPV durante febrero, junio y agosto de 2023: (a) temperatura, (b) sólidos totales disueltos, (c) fosfato.



Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

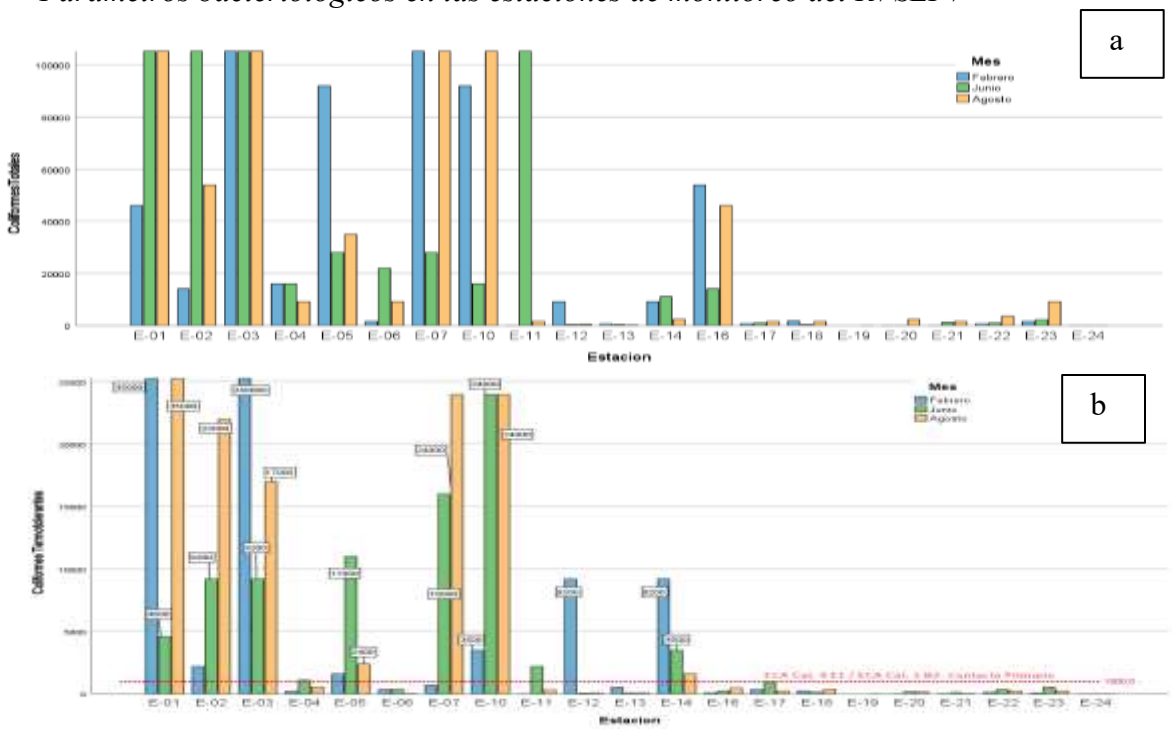
TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

La Figura 4(a) presenta los valores de temperatura registrados, durante los meses de febrero, junio y agosto de 2023. Se observa que las temperaturas más altas se registraron mayoritariamente en febrero, seguidas por las de junio y luego agosto. Las estaciones E-02, E-11, E-17 y E-24 reportaron las temperaturas más bajas en agosto, con valores cercanos a 21 °C. El ECA establece que la/temperatura del agua no debe incrementarse en/más/de 3 °C respecto a dicha condición natural. En ese sentido, no se observan variaciones abruptas de temperatura entre los meses monitoreados dentro de cada estación que indique una alteración térmica significativa atribuible a actividades antrópicas.

La Figura 4 (b) y 4(c) muestra los valores de los STD y fosfatos registrados durante los meses de febrero, junio y agosto del 2023. Es importante señalar que, conforme al ECA para agua, no se establece un valor de referencia específico para sólidos totales disueltos ni fosfato en la Cat1 B2 ni en la Cat4. E1

Figura 5

Parámetros bacteriológicos en las estaciones de monitoreo del RVSLPV



Nota. (a) Coliformes totales; (b) Coliformes termotolerantes. Elaboración propia con datos de monitoreo (2023).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

La Figura 5(a) muestra los valores de coliformes totales registrados en las 21 estaciones de monitoreo del RVSLPV durante las campañas realizadas en febrero, junio y agosto de 2023. Cabe precisar que, según los ECA para Agua, no se establece un valor de referencia específico para coliformes totales en la Categoría 1, Subcategoría B2, ni en la Categoría 4, Subcategoría E1.

La Figura 5(b) presenta las concentraciones de coliformes termotolerantes registradas en las 21 estaciones de monitoreo del RVSLPV durante los tres periodos evaluados. Estos resultados fueron comparados con el límite establecido en los ECA para Agua. Para las estaciones evaluadas bajo la Categoría 4, Subcategoría E1, así como para la estación correspondiente a la Categoría 1, Subcategoría B2, el valor máximo permisible considerado fue de 1000 NMP/100 mL.

Se observó que el 52,6 % de los registros evaluados presentó valores por debajo del límite normativo. Entre las estaciones con concentraciones menores se identificaron E-06, E-13, E-16, E-18 y E-24, lo que evidencia condiciones favorables respecto a la calidad microbiológica del agua y una menor influencia de fuentes directas de contaminación fecal.

Sin embargo, en las estaciones E-01, E-02, E-03, E-05, E-07, E-10, E-11, E-12 y E-14 registraron niveles que superan el valor permitido, alcanzando un valor de 240000 NMP/100 ml.

5.3. Evaluación de la variación de parámetros entre años

Con respecto al objetivo 3, se procedió a evaluar la variación de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del agua del RVSLPV, comparando los datos de los años 2012 con los del 2023. Para ello, se elaboraron histogramas que representan la

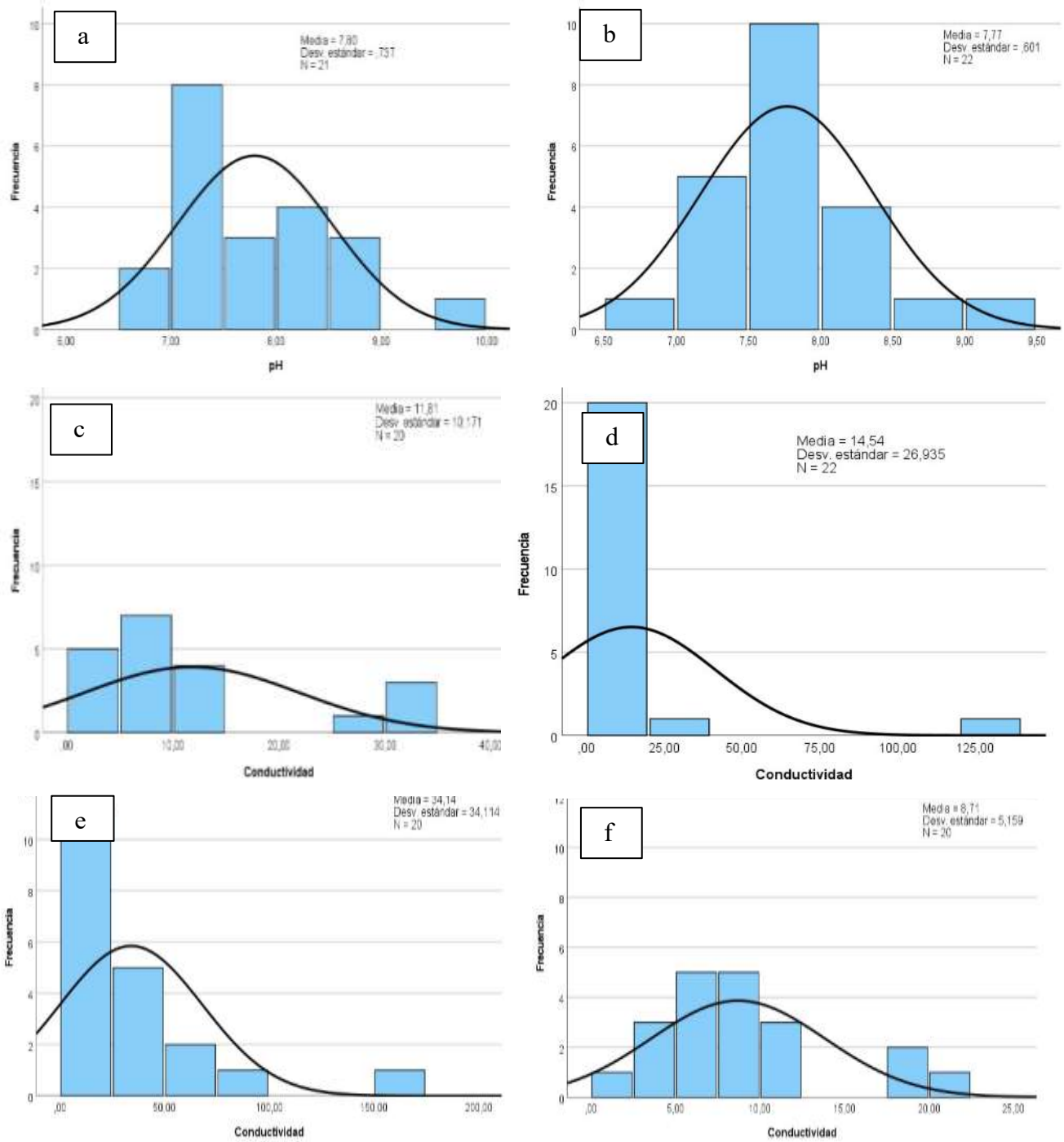
Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

distribución de los valores, permitiendo identificar tendencias, cambios y posibles alteraciones en la calidad del agua a lo largo del tiempo.

Figura 6

Histogramas de pH y conductividad eléctrica en el RVSLPV (2012–2023).



Nota. (a) pH, agosto 2023; (b) pH, agosto 2012; (c) conductividad eléctrica (CE), febrero 2023; (d) CE, febrero 2012; (e) CE, junio 2023; (f) CE, junio 2012. CE = conductividad eléctrica.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

5.3.1. pH

En Las Figuras 6(a) y 6(b) muestran la distribución de los valores de pH registrados en el RVSLPV durante agosto de los años 2012 y 2023. Para el año 2023, el pH presentó un valor promedio de 7,8, con una desviación estándar de 0,737; mientras que, en 2012, el promedio fue de 7,77, con una desviación estándar de 0,601. En ambos periodos, los datos evidenciaron una distribución cercana a la normalidad. No obstante, en 2023 se observó una dispersión ligeramente mayor, lo que sugiere una mayor variabilidad entre las estaciones evaluadas. En general, los resultados indican que el pH se mantuvo dentro de rangos similares entre ambos años, con una leve variación temporal del parámetro.

5.3.2. Conductividad

La Figura 6(c) presenta la distribución de los valores de conductividad eléctrica registrados en febrero de 2023 en el RVSLPV. El promedio obtenido fue de 11,81 µS/cm, con una desviación estándar de 10,171. La mayor parte de los valores se concentró por debajo de 20 µS/cm, lo que evidencia una distribución relativamente uniforme entre las estaciones monitoreadas.

Por otro lado, la Figura 6(d) muestra la distribución de la conductividad eléctrica correspondiente a febrero de 2012. En este periodo, el valor promedio fue de 14,54 µS/cm, con una desviación estándar de 26,935, lo que refleja una mayor variabilidad en los datos. Asimismo, algunos registros superaron los 100 µS/cm, indicando diferencias más marcadas entre estaciones. La comparación de ambos histogramas permite observar que en 2023 la conductividad presentó una distribución más concentrada, mientras que en 2012 se evidencia una dispersión considerablemente mayor en los valores registrados.

En la figura 6 (e) se presenta el histograma de la conductividad registrada en el mes de junio de 2023 en el RVSLPV. El valor promedio fue de 34,14 µS/cm, con una desviación estándar de 34,114. Se observa una distribución amplia de los valores, con varios registros

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

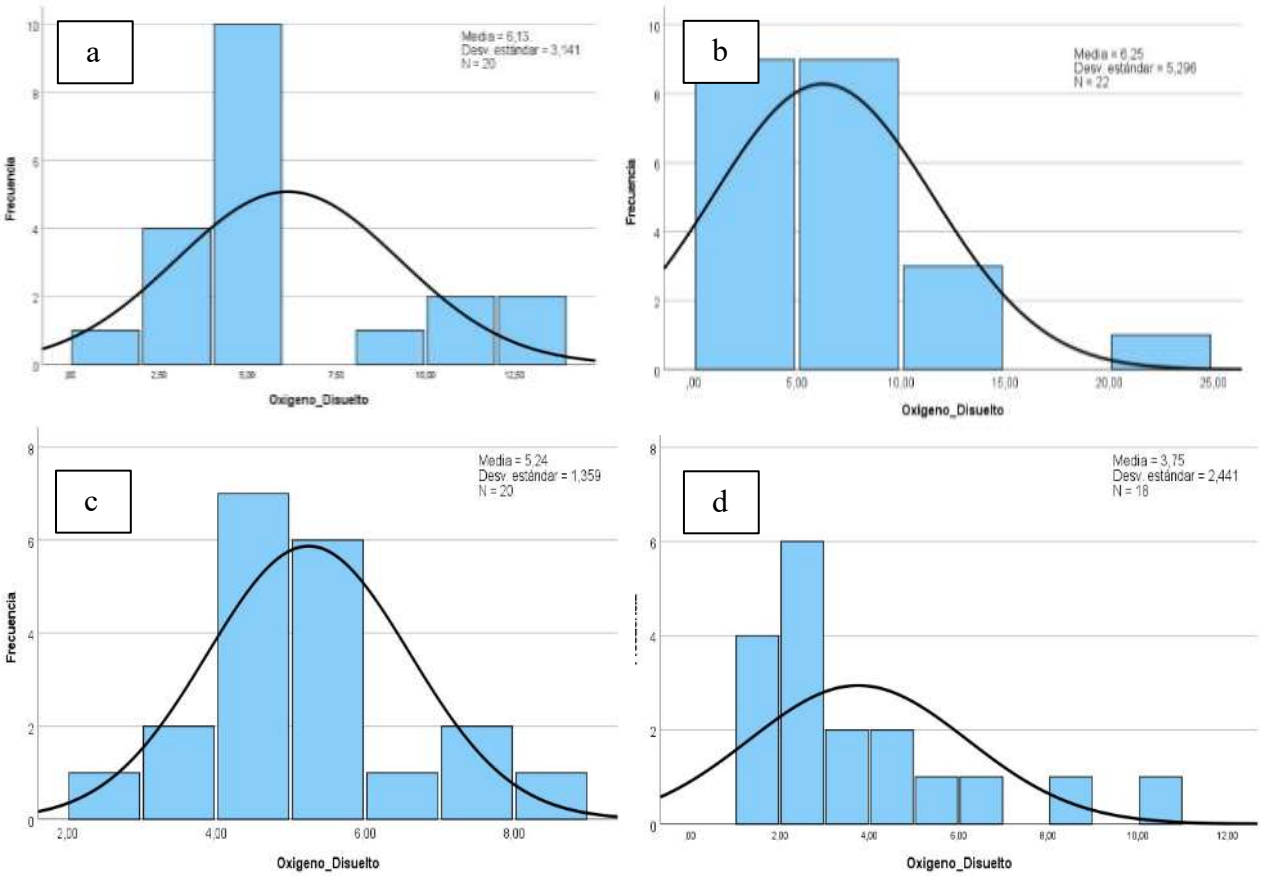
cercanos a 0 µS/cm y algunos valores aislados que alcanzan hasta 200 µS/cm, indicando una alta variabilidad en las mediciones realizadas en este periodo.

En la figura 6 (f) se muestra el histograma de conductividad correspondiente al mes de junio de 2012. El promedio de conductividad fue de 8,71 µS/cm, con una desviación estándar de 5,159, reflejando una distribución más concentrada de los datos. La mayoría de los valores se encuentran agrupados entre 0 y 20 µS/cm.

La comparación de ambos histogramas permite observar que en 2023 la conductividad presentó una mayor dispersión y una elevación del promedio respecto al año 2012, donde los valores fueron más homogéneos y se mantuvieron en rangos más restringidos.

Figura 7

Histogramas de oxígeno disuelto en el RVSLPV (2012–2023).



Nota. (a) febrero 2023; (b) febrero 2012; (c) junio 2023; (d) junio 2012. OD = oxígeno disuelto; unidades: mg/L.

En las Figuras 7(a) y 7(b) se presenta la distribución de los valores de oxígeno disuelto registrados en el RVSLPV. En 2023, este parámetro alcanzó un promedio de 6,13 mg/L,

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

con una desviación estándar de 3,141, lo que evidencia valores más agrupados y una menor dispersión entre las muestras evaluadas. En contraste, durante 2012 se obtuvo un promedio de 6,25 mg/L y una desviación estándar de 5,296, reflejando una mayor variabilidad en los datos, con registros que oscilaron entre valores bajos y concentraciones considerablemente elevadas. Aunque los promedios fueron similares, en 2023 se observó un comportamiento más homogéneo respecto al año 2012.

La Figura 7c muestra el histograma del oxígeno disuelto correspondiente a junio de 2023 en el RVSLPV. El valor promedio registrado fue de 5,24 mg/L, con una desviación estándar de 1,359. Estos resultados indican que la mayoría de los datos se ubicaron cerca del promedio, evidenciando una variabilidad moderada. Asimismo, la distribución presentó una tendencia más simétrica respecto a la curva normal.

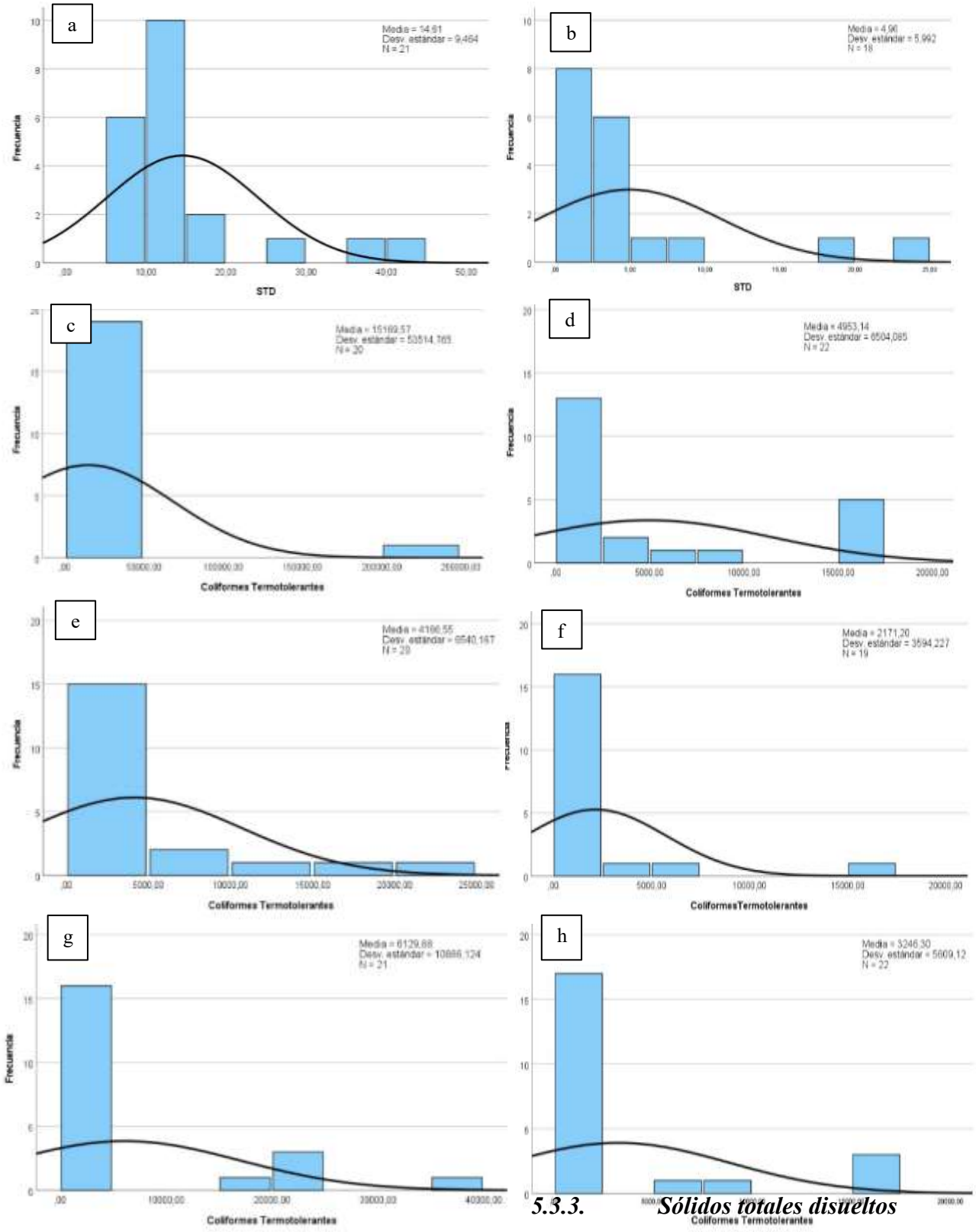
Por otro lado, en la figura 7 (d) se observa el histograma de oxígeno disuelto en el mes de junio de 2012. El promedio registrado fue de 3,75 mg/L y la desviación estándar fue mayor, alcanzando 2,441, lo que indica una mayor dispersión de los valores en comparación al 2023. Además, la curva muestra un comportamiento menos simétrico, reflejando una mayor irregularidad en las mediciones. La comparación de ambos histogramas muestra que en 2023 el oxígeno disuelto presentó niveles más altos y distribuciones más concentradas, mientras que en 2012 los valores fueron menores y más dispersos en el conjunto de muestras analizadas.

Figura 8

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Histogramas de STD y coliformes termotolerantes (C term) en el RVSLPV (a) STD-2023 agosto; (b) STD-2012agosto; (c) C term-2023 febrero; (d) Cterm-2012 febrero; (e) C term 2023 junio; (f) Cterm-2012 junio; (g) C term 2023, agosto; (h) C term-2012 agosto



5.3.3. Sólidos totales disueltos

En la Figura 8 (a), correspondiente al año 2023, el histograma muestra que los valores de STD se distribuyeron en un rango mayor.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

La media obtenida fue de 14,61 mg/L y la desviación estándar de 9,46 mg/L, lo que refleja una mayor dispersión de los datos en comparación con el 2012. Aunque la mayor concentración de datos también se encuentra en los valores bajos, se aprecia un desplazamiento hacia valores más altos en comparación con el año 2012. La curva sigue evidenciando una ligera asimetría hacia la derecha.

Por otro lado, *en la* Figura 8 (b) se presenta el histograma del STD en el año 2012, durante el mes de agosto en el RVSLPV. Se observa que la mayor concentración de datos se encuentra entre los valores más bajos de STD, evidenciando una tendencia a valores menores. La media registrada fue de 4,96 mg/L y la desviación estándar de 5,99 mg/L, indicando que los datos presentan una dispersión moderada respecto al promedio. La forma de la curva muestra una leve asimetría hacia la derecha, debido a la presencia de algunos valores más altos.

En la figura 8(c) se muestra el histograma de C. term correspondientes al año 2023 en el RVSLPV durante el mes de febrero. El valor promedio registrado fue de 15 169,57 NMP/100 mL, con una desviación estándar alta de 53 514,765, lo que evidencia una gran dispersión de los datos. La mayoría de las mediciones se concentran en valores bajos, aunque también se observa la presencia de algunos valores extremos elevados que afectan la distribución general.

Por otro lado, en la figura 8(d) se presenta el histograma de C term para el año 2012 en el mismo mes. El promedio fue de 4953,14 NMP/100/mL, con una desviación estándar de 6504,085, indicando también una dispersión considerable, aunque mucho menor en comparación al año 2023. La comparación de ambos años revela que en 2023 los niveles de C term fueron significativamente mayores y con mayor variabilidad entre las muestras analizadas, mientras que en 2012 los valores fueron más bajos y relativamente más concentrados.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

La Figura 8(e) muestra la distribución de los valores de coliformes termotolerantes registrados en junio de 2023 en el RVSLPV. Para este periodo, se obtuvo un promedio de 4186,55 NMP/100 mL, con una desviación estándar de 6540,167, lo que refleja una marcada variabilidad entre las mediciones analizadas. Aunque la mayoría de los registros se ubicó en concentraciones bajas, también se identificaron valores elevados que ampliaron la dispersión de los datos.

Por su parte, la figura 8 (f) muestra el histograma de C term en junio del año 2012. En este año, el valor promedio fue de 2171,20 NMP/100 mL, con una desviación estándar de 3594,227, indicando también una dispersión considerable, pero menor que la observada en 2023.La comparación entre ambos períodos muestra que, si bien los niveles de C term en ambos años fueron altos, en 2023 se evidenció una mayor variabilidad y presencia de muestras con valores superiores.

En la figura 8 (g) se observa el histograma de C term en el año 2023 durante el mes de agosto en el RVSLPV. El promedio registrado fue de 6129,88 NMP/100ml, con una desviación estándar de 10886,124; lo que indica una dispersión en los valores obtenidos. La figura 8 (h) presenta el histograma de coliformes termotolerantes para el año 2012 en el mismo mes. En este caso, el valor promedio fue de 3246.3 NMP/100 mL, con una desviación estándar de 5609,12; mostrando también una importante dispersión, aunque más moderada en comparación con 2023.

5.3.5 Resultados estadísticos (comparación 2012 y 2023)

5.3.5.1 Normalidad y elección de pruebas.

Las pruebas de normalidad (Kolmogorov–Smirnov y Shapiro–Wilk) indicaron no normalidad en la mayoría de variables ($p < 0,05$), por lo que para comparar 2012 y 2023

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

se empleó *U* de Mann–Whitney. Dado que los coliformes termotolerantes presentan alta variabilidad, se aplicó una transformación logarítmica base 10 y se reevaluó la normalidad; posteriormente se aplicó una prueba *t* para muestras independientes considerando varianzas iguales según Levene.

Tabla 3

Prueba/de/normalidad

	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	**gl**	***p.***	**Estadístico**	**gl**	***p.***
pH	0,153	60	0,001	0,905	60	$p < 0,001$
Temperatura	0,127	60	0,017	0,937	60	0,004
Conductividad	0,392	60	$p < 0,001$	0,227	60	$p < 0,001$
Oxígeno disuelto	0,248	60	$p < 0,001$	0,762	60	$p < 0,001$
STD	0,249	60	$p < 0,001$	0,681	60	$p < 0,001$
C. Termotolerantes	0,393	60	$p < 0,001$	0,261	60	$p < 0,001$
C. Totales	0,365	60	$p < 0,001$	0,379	60	$p < 0,001$
Nitrato	0,285	60	$p < 0,001$	0,765	60	$p < 0,001$
Fosfato	0,241	60	$p < 0,001$	0,745	60	$p < 0,001$

Nota. Se reportan valores de *p* bilaterales; para valores muy pequeños se utiliza $p < 0,001$. a = corrección de sig. de Lilliefors.

En la Tabla 3 se muestran los resultados obtenidos mediante las pruebas de normalidad de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk. Los valores de significancia evidencian que las variables evaluadas pH, temperatura, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, sólidos totales disueltos, nitratos, fosfatos, coliformes totales y coliformes termotolerantes presentaron valores de $p < 0,05$, por lo que no cumplen con el supuesto de normalidad.

En consecuencia, para la comparación entre 2012 y 2023 se aplicaron pruebas no paramétricas.

Tabla 4

Pruebas estadísticas (U de Mann–Whitney)

Prueba	**pH**	**Temperatura**	**Conductividad**	**Oxígeno disuelto**	**Sólidos totales disueltos**	**Coliformes termotolerantes**
U de Mann–Whitney	*570,500*	*1595,000*	*831,000*	*842,500*	*336,500*	*1769,000*

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

W de Wilcoxon	*2461,500*	*3675,000*	*1734,000*	*1662,500*	*2106,500*	*3660,000*
Z	*-1,037*	*-1,763*	*-3,020*	*-2,621*	*-7,619*	*-0,763*
Sig. asin. (bilateral)	*0,300*	*0,078*	*0,003*	*0,009*	$p < 0{,}001$	*0,446*

Nota. Prueba bilateral. Se consideró diferencia significativa cuando $p < 0{,}05$

En la Tabla 4 se muestran los resultados del análisis comparativo entre los años 2012 y 2023, realizado mediante la prueba U de Mann-Whitney de dos colas. Los resultados indican diferencias estadísticamente significativas en conductividad eléctrica (p = 0,003), oxígeno disuelto (p = 0,009) y sólidos totales disueltos (p < 0,001). Por el contrario, las variables pH (p = 0,300), temperatura (p = 0,078) y coliformes termotolerantes (p = 0,446) no presentaron diferencias significativas entre ambos años, deres de significancia fueron mayores a 0,05.

En el caso de Coliforme termotolerante, dado que existe mucha variabilidad en sus valores, se optó por hacer una transformación logarítmica en base 10, y luego se testeó la normalidad, y luego se aplicó la T de Student para dos muestras independientes.

Tabla 5

P*ruebas de normalidad (coliformes termotolerantes trasnforrmados)*

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Coliformes termotolerantes (log10)	0,066	124	0,200*	0,966	124	0,003

Nota. * Este es un límite inferior de la significación verdadera. a = corrección de significación de Lilliefors.

En la Tabla 5 se presenta la evaluación de normalidad para coliformes termotolerantes luego de aplicar transformación log10. Los resultados fueron no coincidentes: Kolmogorov–Smirnov no evidencia desviación (0,200*), mientras que Shapiro–Wilk sugiere desviación de la normalidad ($p = 0{,}003$). Por ello, el análisis se mantuvo en escala log10 y la inferencia se complementó verificando el supuesto de homogeneidad de varianzas antes de aplicar la prueba de comparación de medias.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Tabla 6

Prueba de muestras independientes (coliformes termotolerantes log 10)

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		Prueba t						
		F	Sig.	t	Gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza	
									Inferior	Superior
Coliformes termotolerantes (log10)	Se asumen varianzas iguales	1,305	0,256	0,638	122	0,524	0,12999	0,20359	-0,27304	0,53302
	No se asumen varianzas iguales			0,637	117,148	0,526	0,12999	0,20416	-0,27433	0,53432

En la Tabla 6 se presentan los resultados de la prueba t para muestras independientes, aplicada a los valores de coliformes termotolerantes transformados a log10, debido a la asimetría observada en la escala original de la variable. La prueba de Levene indicó homogeneidad de varianzas entre los años 2012 y 2023 ($F = 1,305$; $p = 0,256$), por lo que se asumieron varianzas iguales y se interpretó la primera fila del análisis. Bajo este criterio, la prueba t no evidenció diferencias estadísticamente significativas entre ambos años ($t = 0,638$; gl = 122; $p = 0,524$). Asimismo, el intervalo de confianza al 95 % para la diferencia de medias, comprendido entre −0,273 y 0,533, incluye el valor cero, lo que confirma la ausencia de una diferencia estadísticamente significativa. En términos interpretativos, aunque en la escala original se observa un incremento descriptivo en 2023, este cambio no se confirma como significativo al evaluarse mediante la transformación logarítmica, debido a la variabilidad presente en los datos.

En conjunto, los análisis estadísticos indican un cambio significativo en la calidad del agua del RVSLPV entre 2012 y 2023 para variables asociadas a la mineralización y carga disuelta. En particular, la comparación entre años evidenció diferencias estadísticamente significativas en conductividad, oxígeno disuelto y sólidos totales disueltos, lo que sugiere variaciones relevantes en las condiciones fisicoquímicas del sistema. En contraste, el pH no mostró diferencias significativas, lo que es consistente con una relativa estabilidad de este parámetro a nivel global. Para el componente bacteriológico, los

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

coliformes termotolerantes no evidenciaron diferencias significativas entre años; sin embargo, dada su alta variabilidad, su evaluación requirió transformación log10 y verificación de supuestos, manteniéndose la interpretación en escala logarítmica.

5.4. Identificar las fuentes de afectación de los parámetros evaluados en el RVSLPV

Se efectuó una inspección en campo en los 24 puntos de monitoreo establecidos, durante la cual se realizó un registro fotográfico sistemático en cada estación. Esta actividad permitió caracterizar el entorno inmediato de los puntos evaluados y reconocer posibles presiones antrópicas asociadas a la calidad del agua.

A partir del registro visual, se identificaron actividades y condiciones del entorno que podrían influir en los parámetros evaluados, tales como acumulación de residuos sólidos, descargas de aguas residuales, actividades agropecuarias y presencia de asentamientos humanos próximos al área de estudio.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Figura 9

Fuentes de afectación en los puntos de/monitoreo/en/el/Refugio/de/Vida/Silvestre, ***(a)*** *Canal, margen Kimberly Clark E-03;* ***(b)****Afloramiento cruce Av. Agricultores y Jr. Ganaderos E-04;* ***(c)****Afloramiento cruce Av. Agricultores y Jr. Ganaderos E-04;* ***(d)*** *Canal, 20 m aguas abajo de lavandería, Prol. Defensores del Morro E-05;* ***(e)****Canal, 20 m aguas abajo de lavandería, Prol. Defensores del Morro E-05,* ***(f)****Laguna La Pampa, Av. Defensores del Morro frente CEA Cáceres E-12;* ***(g)*** *Canal entrada sangradero E-13;* ***(h)****Laguna sur (Maravilla) frente a hito 15 E-14.*



Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Tabla 7

Identificación de fuentes potenciales de afectación en los puntos de monitoreo del RVSLPV

Punto de monitoreo	Referencia	Presión o fuente potencial de afectación
E-03	Canal, margen Kimberly Clark.	La Figura 9 (a) muestra el punto de monitoreo E-03, donde se observa a la población aledaña utilizando un canal de agua para lavar ropa, el cual por el uso de detergentes y jabones libera sustancias químicas como fosfatos, que promueven la eutrofización del agua. Además, la presencia de residuos sólidos y espuma indica la existencia de materia orgánica y compuestos tóxicos que pueden afectar la flora y fauna acuática.
E-04	Afloramiento cruce Av. Agricultores y Jr. Ganaderos.	La Figura 9 (b) y (c) muestra el punto de monitoreo E-04, el cual se encuentra cubierto en gran parte por una capa de vegetación flotante (eutrofización). Además, se observa la presencia significativa de residuos sólidos dispersos tanto dentro del cauce como en sus márgenes, incluyendo bolsas plásticas y otros desechos. Este tipo de condiciones sugiere la presencia de fuentes de contaminación de origen antrópico, posiblemente asociadas a vertimientos domésticos y acumulación de basura, lo cual representa una amenaza directa para la calidad del agua y la salud del ecosistema acuático.
E-05	Canal, 50 m aguas abajo de lavandería,	En la Figura 9 (d) muestra el punto de monitoreo E-05, donde se observa a un vecino utilizando el agua para actividades domésticas como el lavado, realizando el inadecuado uso del cuerpo de agua. En la Figura 9 (e), el agua estancada presenta proliferación de algas y vegetación acuática (eutrofización); también se observa basura flotante. Estas acciones humanas deterioran la calidad del agua, disminuyen el oxígeno disuelto, afectando la biodiversidad acuática y representan un riesgo para la salud pública.
E-12	Laguna La Pampa, Av. Defensores del Morro frente C. E. A. Cáceres.	En la Figura 9 (f) muestra el punto de monitoreo E-12, donde se observa la acumulación de residuos sólidos flotantes, como plásticos y envolturas, lo que evidencia una clara contaminación de origen antrópico. También, se puede observar la presencia de vegetación acuática (eutrofización).
E-13	Canal entrada sangradero.	La Figura 9 (g) muestra el punto de monitoreo E-13, donde se observa presenta contaminación significativa, probablemente por descargas continuas de aguas residuales domésticas y la presencia de residuos sólidos, incluyendo bolsas plásticas y otros desechos.
E-14	Laguna sur (Marvilla) frente a hito 15.	La Figura 9(h) muestra el punto de monitoreo E- 14, donde se observa que en el cuerpo de agua se nota una notable presencia de algas o vegetación acuática flotante, lo que podría indicar una elevada concentración de nutrientes (eutrofización). En el fondo de la imagen se distinguen una gran cantidad de aves, cuya presencia puede estar relacionada con alteración ambiental por exceso de materia orgánica en el agua.

En la Tabla 7 se resume las principales fuentes de afectación identificadas en los puntos de monitoreo del RVSLPV. Se describen evidencias de presión antrópica, como residuos sólidos, uso de detergentes y posibles descargas domésticas, así como presencia de vegetación flotante asociada a eutrofización.

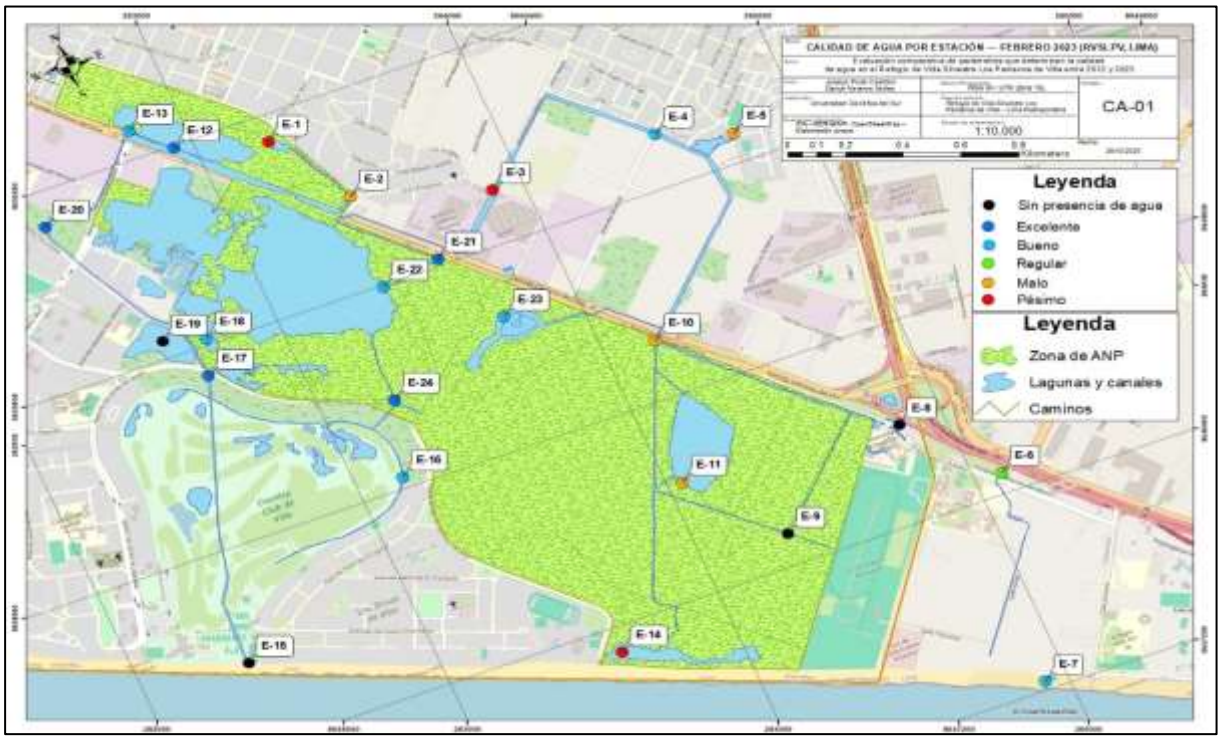
Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

5.5. Índice de calidad de agua (ICA) para cada estación de monitoreo en el RVSLPV en los años 2023

Se realizó el ICA para cada estación dentro del RVSLPV y sus alrededores, correspondiente a los meses de febrero, junio y agosto del año 2023.

Figura 10

Calidad de agua por estación- febrero 2023(ICA)



En la figura 10, se observa que, durante el monitoreo realizado en febrero de 2023, se evidenció una distribución variada de la calidad del agua en las estaciones. Las estaciones E-1, E-3 y E-14 presentaron resultados pésimos, lo que indica una fuerte alteración en los parámetros evaluados. Estas condiciones podrían estar relacionadas con acumulación de contaminantes o descargas cercanas no controladas.

Por otro lado, estaciones como E-4, E-7, E-11, E-13, E-16, E-17, E-18, E-20, E-21, E-22, E-23 y E-24 mostraron una buena o excelente calidad del agua, lo que sugiere un estado más

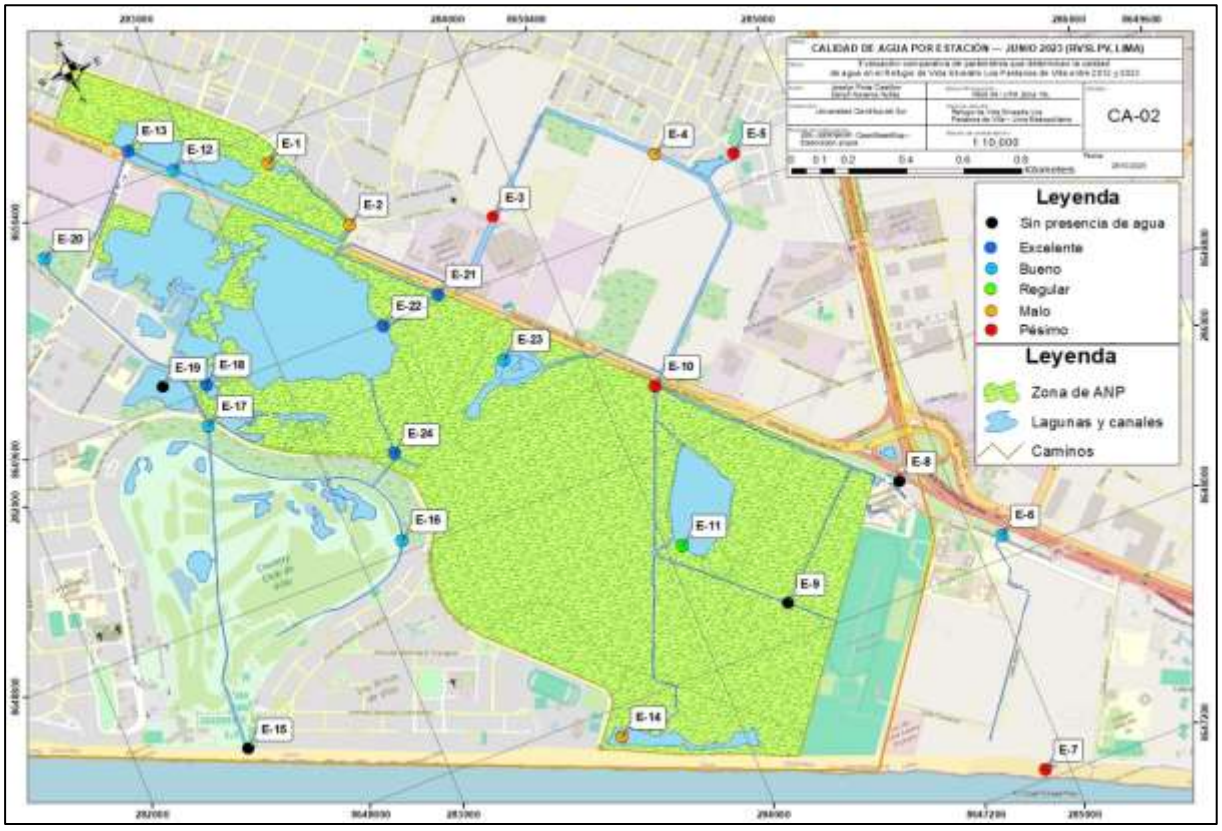
Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

saludable del ecosistema en esas zonas. Mientras tanto, E-2, E-5, E-10 y E-12 obtuvieron calificaciones de calidad mala, y E-6 fue clasificada como regular.

Además, en las estaciones E-8, E-9, E-15 y E-19 no se registró presencia de agua al momento del muestreo, lo cual fue representado en el mapa con puntos de color negro. Esta situación podría deberse a la estacionalidad, variaciones en el caudal o interrupciones en el flujo natural.

Figura 11

Calidad de agua por estación- junio 2023 (ICA)



En la Figura 11, se identificaron varias estaciones con condiciones de calidad de agua deficientes. Las estaciones E-3, E-5, E-7 y E-10 fueron clasificadas como pésimas, lo cual indica una alteración severa de las condiciones naturales del agua. Asimismo, las estaciones E-1, E-2, E-4 y E-14 fueron calificadas como malas, lo que señala que, si bien la afectación no es extrema, existe una alteración significativa.

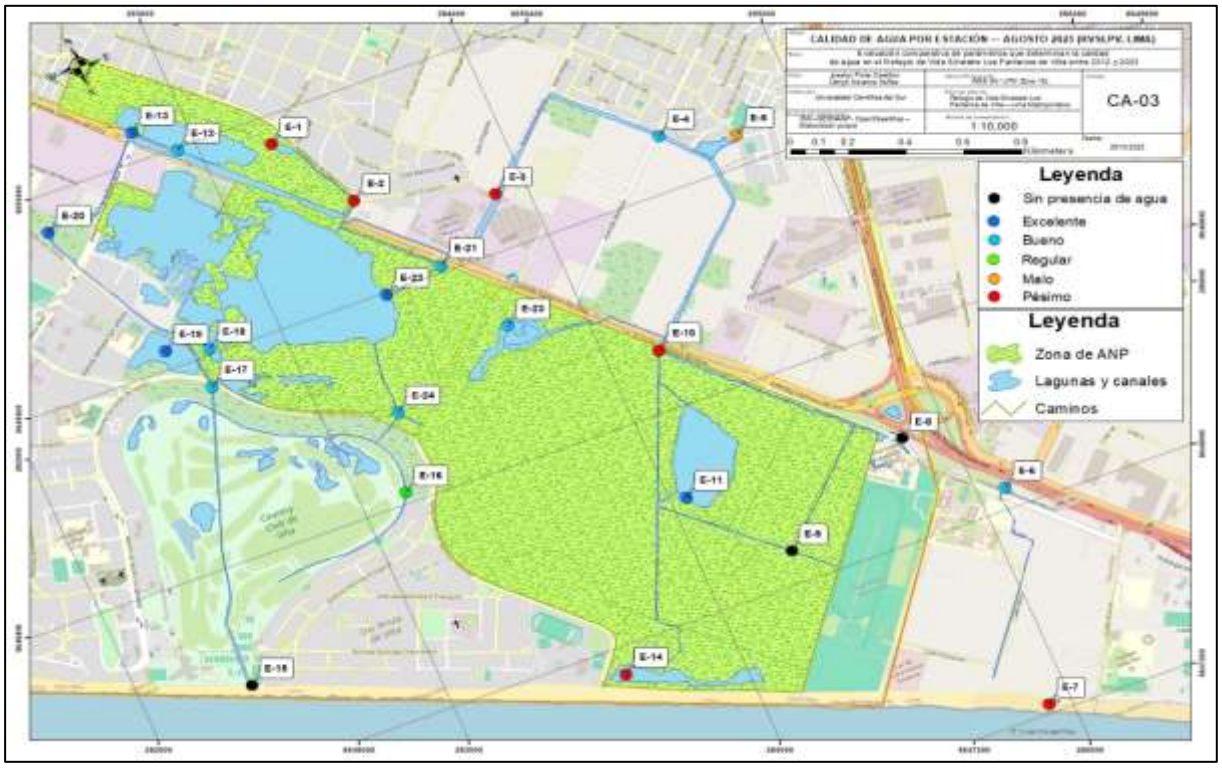
Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

En contraste, estaciones como E-6, E-12, E-16, E-17, E-20 y E-23 reflejaron condiciones de agua buena, y otras como E-13, E-18, E-21, E-22 y E-24 alcanzaron una calidad excelente, lo que indica una menor presión ambiental y parámetros dentro de los valores normativos. La estación E-11 fue la única en ser clasificada como regular, lo que sugiere una ligera desviación de los estándares aceptables.

Finalmente, las estaciones E-8, E-9, E-15 y E-19 no presentaron presencia de agua durante el muestreo, por lo que se representaron con el color negro en el mapa. Esta condición puede estar relacionada con la estacionalidad o con cambios en el flujo hídrico local.

Figura 12

Calidad de agua por estación agosto 2023 (ICA)



En la Figura 12, se evidenció una concentración de estaciones con calidad de agua clasificada como “Pésima”, especialmente en los puntos E-01, E-02, E-03, E-07, E-10 y E-14. Esta condición crítica sugiere que en dichas zonas los cuerpos de agua presentan una fuerte

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

alteración de sus parámetros fisicoquímicos, superando los valores límites establecidos por los ECA para agua. Las alteraciones pueden estar asociadas a descargas sin tratamiento, acumulación de sedimentos contaminantes o escasa renovación hídrica.

En contraste, otras estaciones como la E-12, E-13, E-19 y E-22 alcanzaron la categoría de "Excelente", reflejando una calidad del agua óptima en cuanto a los parámetros analizados. Esto demuestra que en ciertas zonas del RVSLPV, las condiciones ambientales y de conservación aún se mantienen favorables, posiblemente por una menor presión antrópica o mejor circulación del agua. También se observa una buena calidad en estaciones como E-04, E-06, E-11, E-17 y E-24, clasificadas como "Buena", lo que evidencia zonas de transición entre condiciones óptimas y degradadas.

Finalmente, algunos puntos como E-05 y E-16 se ubicaron en las categorías "Malo" y "Regular", respectivamente, lo cual indica niveles intermedios de alteración, pero que requieren vigilancia para evitar un mayor deterioro. Por otro lado, estaciones como E-08, E-09 y E-15 no presentaron cuerpos de agua visibles al momento del monitoreo, lo que se ha representado mediante el símbolo negro en el mapa. Esta ausencia podría estar relacionada con procesos de desecación estacional o alteraciones hidrológicas locales.

Tabla 8

Índice de Calidad de Agua (ICA) - 2023

Estación	*Mes*	*Clasificación*
E-01	*febrero*	*Pésimo*
	junio	*Malo*
	agosto	*Pésimo*
E-02	*febrero*	*Malo*
	junio	*Malo*
	agosto	*Pésimo*
E-03	*febrero*	*Pésimo*
	junio	*Pésimo*
	agosto	*Pésimo*
E-04	*febrero*	*Bueno*
	junio	*Malo*
	agosto	*Bueno*
E-05	*febrero*	*Malo*
	junio	*Pésimo*

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

	agosto	*Malo*
	febrero	*Regular*
E-06	*junio*	*Bueno*
	agosto	*Bueno*
	febrero	*Bueno*
E-07	*junio*	*Pésimo*
	agosto	*Pésimo*
	febrero	*Malo*
E-10	*junio*	*Pésimo*
	agosto	*Pésimo*
	febrero	*Excelente*
E-11	*junio*	*Regular*
	agosto	*Bueno*
	febrero	*Malo*
E-12	*junio*	*Bueno*
	agosto	*Excelente*
	febrero	*Bueno*
E-13	*junio*	*Excelente*
	agosto	*Excelente*
	febrero	*Pésimo*
E-14	*junio*	*Malo*
	agosto	*Pésimo*
	febrero	*Bueno*
E-16	*junio*	*Bueno*
	agosto	*Regular*
	febrero	*Excelente*
E-17	*junio*	*Bueno*
	agosto	*Bueno*
	febrero	*Bueno*
E-18	*junio*	*Excelente*
	agosto	*Bueno*
E-19	*agosto*	*Excelente*
	febrero	*Excelente*
E-20	*junio*	*Bueno*
	agosto	*Excelente*
	febrero	*Excelente*
E-21	*junio*	*Excelente*
	agosto	*Bueno*
	febrero	*Bueno*
E-22	*junio*	*Excelente*
	agosto	*Excelente*
	febrero	*Bueno*
E-23	*junio*	*Bueno*
	agosto	*Bueno*
	febrero	*Excelente*
E-24	*junio*	*Excelente*
	agosto	*Bueno*

En la tabla 8 se presentan los resultados del ICA–2023 por estación (E-01 a E-24) y por mes de muestreo (febrero, junio y agosto). Se aprecia la clasificación de la calidad del agua en las categorías Excelente, Bueno, Regular, Malo y Pésimo, evidenciando variaciones entre estaciones y entre los meses evaluados.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

6. DISCUSIÓN

Se realizó la medición de los parámetros fisicoquímicos en el 2023 (pH, temperatura, conductividad/eléctrica, oxígeno disuelto, sólidos totales disueltos, nitrato, fosfato) y bacteriológicos (coliformes/totales y coliformes/termotolerantes) en la red de 24 estaciones de monitoreo (Tabla 2). Sin embargo, hubieron estaciones sin presencia de agua por lo que no se pudo muestrear, los puntos E-08 (laguna, altura puente Villa), E-09 (Piezómetro N° 1) y E-15 (Desembocadura al mar, Country Club), esto debido a que no hubo presencia de agua, esto coincide con lo reportado por Aponte y Cano (2013) menciona que hay una reducción progresiva del espejo de agua en el RVSLPV, en el estudio de Pulido y Bermudéz (2018) evidenciaron que las lagunas con espejo de agua libre varían constantemente a través del tiempo y tienden a su reducción. En el caso de la estación E-19 (Laguna altura de antena frente a Mirador 4) solo se llegó a registrar presencia de agua en agosto, esto es debido a que el régimen hídrico del RVSLPV es estacional y depende en gran medida del canal Surco (SERNAP, 2016). Este fenómeno podría estar relacionado con factores hidrológicos estacionales, desecación parcial de cuerpos de agua o alteraciones del flujo natural debido a actividad antrópica (SERNANP, 2016).

La calidad del agua en 2023 presenta un sistema de resiliencia parcial en variables de base (pH y temperatura), ya que se mantuvieron en rangos similares, lo que refleja una relativa estabilidad. Esto podría deberse a la capacidad de los humedales para amortiguar cambios en el pH, gracias a sus características naturales (Mayes et al., 2009), esta capacidad amortiguadora se debe a los procesos rizosféricos de las plantas acuáticas que, mediante la oxigenación del sustrato y la interacción microbiana, contribuyen a la estabilidad del pH (Mitsch y Gosselink (2015). Además, se observa una presión antrópica en parámetros sensibles (CE, STD, nutrientes y bacteriológicos), en continuidad con 2012 aunque con cambios direccionales más marcados.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Los resultados obtenidos durante los meses de febrero, junio y agosto de 2023, mostraron una alta variabilidad espacial y temporal. La mayoría de estaciones presentaron valores de pH dentro del rango permitido por el ECA para cuerpos de agua de categoría 4 (6,5 a 9,0), con valores que oscilaron entre 6,7 a 8,9. Sin embargo, en la estación E-14 (Laguna sur - Marvilla, frente al hito 15) se observaron valores superiores al límite establecido por el ECA, registrando valores de 9,4 en febrero y 9,7 en agosto. Estos resultados coinciden con los reportados por Aguirre & Nieto (2024), quienes registraron valores de 9,3 y 9,78, así como por Córdova & Huamantinco (2023) con valores de 8,9 y 9,4. Estos valores indican un entorno más alcalino que podría deberse a procesos de fotosíntesis intensa (González et al., 2014; MINAM, 2017). Asimismo, la alcalinidad observada en este punto también podría deberse a que es abastecido por agua proveniente del mar (Huamán et al.,2020). Comparado con 2012, pH y temperatura no evidencian diferencias estadísticas, esto es debido a su capacidad tampón y amortiguadora.

Entre los parámetros fisicoquímicos más críticos se identificaron el OD, los nitratos y la conductividad eléctrica. El OD, es un parámetro clave para la vida acuática y debe mantenerse por encima de 5,0 mg/L según el ECA. Sin embargo, en estaciones como E-12 (Laguna La Pampa, Av. Defensores del Morro frente C. E. A. Cáceres), E-16 (Condominio Las Brisas, dentro del Country Club.) y E-18 (Salida laguna Mayor, altura Mirador 4), se registraron niveles significativamente inferiores a este umbral, especialmente en el punto E-12 durante los meses de febrero y junio donde se presentan valores de (2,0 y 2,6), lo que indica condiciones potencialmente hipóxicas (Galvín, 2019; Vega, 2018). Estos resultados coinciden con lo reportado por Enrique et al., 2021, quien presentó valores de OD de 3,3 mg/L indicando una calidad de agua comprometida; de igual manera, estos investigadores presentaron datos de OD por debajo de los estándares establecidos, lo cual indica una calidad de agua comprometida. También en la Laguna Grande de Venezuela, Orjuela et al., 2010, registraron una concentración

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

mínima de 1,37 mg/L, que comprometieron la vida acuática. Este tipo de entornos pueden provocar la mortalidad de especies sensibles, alterar la comunidad bentónica y favorecer la proliferación de organismos anaerobios (Zhao et al., 2021).

Por el contrario, estaciones como E-22 (Laguna frente a Mirador 2), E-23 (Laguna Génesis) y E-24 (Piezómetro Nº 2 en propiedad de M. Peña costado casa ladrillo) presentaron niveles altos de OD, alcanzando valores de hasta 21 mg/L en el punto E-23. Esto sugiere que estas estaciones presentan un entorno más equilibrado y favorable para el desarrollo de organismos acuáticos, ya que una mayor concentración de oxígeno disuelto está asociada a mejores condiciones de vida para las especies acuáticas (Boyd, 1998; Omoignerale, 2020). Además, altas concentraciones de OD favorecen la autodepuración natural de los cuerpos de agua, al permitir la descomposición aeróbica eficiente de materia orgánica (Pratiwi et al., 2023; Bionatura, 2018). Paredes et al. (2024) reportó concentraciones elevadas de OD de 29,72 mg/L en la Laguna Génesis del RVSPV, lo cual indica una excelente calidad de agua y condiciones óptimas para los organismos anaeróbicos.

En el 2023, la CE y el STD aumentaron respecto de 2012, indicando una mayor mineralización y carga de solutos. Este incremento es debido al incremento en sales disueltas, posiblemente derivado del ingreso de aguas residuales e infiltración de agua marina o acumulación de nutrientes. Este tipo de variación ha sido documentado en estudios que señalan cómo la intrusión salina y el vertido de aguas residuales pueden alterar significativamente la conductividad en sistemas acuáticos costeros (Castañeda et al., 2015). Además, el Ministerio del Medio Ambiente de Chile (2022), evaluó la conductividad eléctrica en humedales costeros donde determinó que la conductividad eléctrica es mayor en las áreas cercanas a los efluentes y zonas de descargas de aguas residuales.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Con respecto a la conductividad eléctrica (CE), la mayoría de las estaciones registró valores dentro del límite establecido por los ECA para Agua, Categoría 4, cuyo valor máximo permisible es de 1000 µS/cm. Los resultados oscilaron entre 2,1 y 177,6 µS/cm; sin embargo, en la estación E-24, correspondiente al piezómetro N.° 2 ubicado en propiedad de M. Peña, al costado de una casa de ladrillo, se registró un valor superior al límite normativo, alcanzando 1191 µS/cm.

Este incremento podría estar relacionado con la infiltración de agua marina, debido a la cercanía de la estación al litoral, así como con la posible presencia de sales provenientes de aportes domésticos o residuales (Gonzales, 2017; Guerrero et al., 2014). Este resultado guarda relación con lo reportado por Paredes et al. (2024) en el humedal costero Pantanos de Villa, donde se identificaron valores elevados de CE asociados a la influencia marina y a actividades humanas en la zona. Asimismo, en el lago Titicaca se reportaron valores promedio de CE de 1569,2 ± 147,0 µS/cm, vinculados con la presencia de sales y nutrientes en el agua (IMARPE, 2019).

Los STD, aunque no cuentan con un límite establecido por el ECA Cat.4-E1, ni para la Cat.1-B2, mostraron valores elevados en estaciones como E-12 (Laguna La Pampa, Av. Defensores del Morro frente C. E. A. Cáceres) y E-13 (Canal entrada sangradero), registrando valores de 80 mg/L y 90,75 mg/L respectivamente, durante el mes de febrero. Este incremento podría deberse al vertimiento de aguas residuales por parte de la población aledaña y las elevadas temperaturas características del verano, que favorecen la descomposición de materia orgánica y la acumulación de solutos en el agua. Resultados similares fueron reportados por Gutiérrez (2022) en la laguna La Encantada, donde se observaron concentraciones elevadas de STD, atribuidas a la influencia de actividades antrópicas y condiciones climáticas. De igual manera, Orellana (2016), reportó que las altas temperaturas durante la época seca en la microcuenca

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Ticlacayán, contribuyeron al aumento de los STD en los cuerpos de agua superficiales, debido a la mayor evaporación y concentración de solutos.

Respecto a los nitratos, cuyo valor máximo permisible según los ECA para Agua es de 13 mg/L, se identificaron concentraciones superiores al límite normativo en las estaciones E-01, E-06 y E-10, alcanzando valores de hasta 23,26 mg/L durante los tres periodos evaluados. De manera similar, en la estación E-14, ubicada en la Laguna Sur Marvilla, frente al hito 15, se registraron excedencias con valores de 16,39 mg/L en febrero y 23,70 mg/L en agosto.

Estos resultados son comparables con lo reportado por Bolaños et al. (2017), quienes identificaron concentraciones de nitratos por encima de los límites establecidos en fuentes de agua de los cantones de Grecia y Poás, en Costa Rica. Dichas concentraciones fueron asociadas a actividades de origen antrópico, principalmente prácticas agrícolas y manejo inadecuado de aguas residuales.

Asimismo, Ramos y Soto (2021) reportaron concentraciones elevadas de nitratos en la Laguna Pataccocha, atribuidas a descargas domésticas y actividades ganaderas cercanas al cuerpo de agua. En ese sentido, el incremento de nitratos puede estar vinculado con aportes de aguas residuales sin tratamiento, infiltración de excretas animales y otras fuentes de contaminación orgánica, las cuales suelen favorecer procesos de eutrofización (Medina, 2013; Pérez & Rodríguez, 2008).

La acumulación de nutrientes, como los nitratos, puede estimular el crecimiento excesivo de algas, reducir las concentraciones de oxígeno disuelto y alterar la biodiversidad acuática, especialmente en ecosistemas sensibles como los humedales (Chislock et al., 2013; Wang et al., 2020).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

En cuanto al fosfato, no existe un valor normativo específico en el ECA-agua Cat. 4-E1, ni para la Cat.1-B2, sin embargo, se registraron valores significativamente elevados, como en la estación E-07 (Tubo de ingreso a laguna, frente a playa Venecia) donde se alcanzaron valores de 2,51 mg/L durante los 3 periodos, esto puede deberse al vertimiento de aguas residuales de la zona. Esto concuerda con lo descrito por Díaz & Sotomayor (2013), quieres reportaron niveles altos de fosfatos en la Laguna Conococha, asociados a vertimientos de aguas residuales domésticas. De igual manera, en la estación E-10 (Canal principal zona sur frente al hito 8), se registraron valores altos registrando valores de hasta 2,51 mg/L durante el mes de agosto, esto puede deberse al uso de detergente domésticos, ya que se ha observado que aguas arriba en el canal, la población realiza actividades de lavado de ropa. Este resultado concuerda con lo presentado por Dávila et al. (2024), quienes reportaron concentraciones de fosfatos de hasta 4,76 mg/L en el río Ichu, atribuido a vertimientos de aguas residuales domésticas y actividades de lavado en las riberas del río.

Respecto a los parámetros bacteriológicos, los resultados confirman la existencia de una presión fecal persistente en el área de estudio. Si bien la comparación estadística entre los años 2012 y 2023 no evidenció diferencias estadísticamente significativas ($p > .05$; Tabla 6), los valores registrados en 2023 presentan tendencias descriptivas más elevadas, lo cual se observa en los histogramas y en la mayor frecuencia de superaciones del límite permitido, particularmente en los canales (Figura 9a, 9b y 9c), debido a el lavado de ropa, descargas sin tratamiento, Además en el 2023 las magnitudes, el valor máximo permitido para C. Termotolerantes según el ECA, es 1000 NMP/100 ml. No obstante, estaciones como E-01, E-03, E-10 y E-12 reportaron valores alarmantes de hasta 240000 NMP/100 ml. Estos valores concuerdan con lo presentado por Carazas (2015), quien evidenció en la laguna Pisciplaya concentraciones de C. Termotolerantes de hasta 9200 NMP/100 mL, indicando una contaminación fecal significativa atribuida a

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

descargas de aguas residuales y actividades humanas en las proximidades del humedal. De igual manera, el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (2010) presentó datos similares en la Laguna del Valle de las Garzas, reportando abundancias de coliformes fecales entre 1 x 10^6 y 10 x 10^6 NMP/100 mL, estos niveles elevados se atribuyeron a descargas de aguas residuales. De igual manera, se presentaron valores elevados en la estación E-14 (Laguna sur - Marvilla, frente al hito 15), esto puede deberse a la alta presencia de aves. Estos resultados concuerdan con lo presentado por New York City Department of Environmental Protection (2024), quienes al monitorear la calidad del agua en sus reservorios identificaron que las aves como las gaviotas contribuyeron significativamente a los niveles elevados de coliformes fecales. Además, en los humedales de Ventanilla, se observó que la presencia abundante de aves acuáticas está relacionada con aumentos en los niveles de coliformes termotolerantes (Iannacone & Alvariño, 2015).

En cuanto a los coliformes totales, no existe un valor normativo específico en el ECA agua para el RVSLPV, sin embargo, se registraron valores significativamente elevados en las estaciones E-01 (Entrada laguna La Pampa), E-02 (Pozo Culebra), E-05 (Canal, 50 m aguas abajo de lavandería), E-07 (Tubo de ingreso a laguna, frente a playa Venecia), E-10 (Canal principal zona sur frente al hito 8), E-11 (Salida laguna principal sur (ANAP), altura Mirador 3), esto puede deberse a la alta presencia de aves, esto concuerda con lo presentado por Fajardo (2018), quien evidenció niveles de coliformes totales de hasta 13000 NMP/100ml, quien concluyó que se debe al que en el cuerpo de agua anidan numerosas aves. Del mismo modo, Donze (2004), en 30 lagos de Florida encontró una correlación significativa entre la abundancia de aves acuáticas y las concentraciones de coliformes totales, donde la mayor densidad de aves mostró niveles más altos de coliformes.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

De igual manera, E-03 (Canal, margen Kimberly Clark) se registraron valores elevados durante los tres periodos en la estación (920000, 110000 y 350000 NMP/100mL), atribuidos a actividades antrópicas como el lavado de ropa en las aguas, acumulación de residuos sólidos y las actividades ganaderas cercanas a la estación. Esto concuerda con lo presentado por Ravikumar & Somashekar (2007), quienes encontraron niveles elevados de C. Totales y Fecales en el Lago Kengeri-India, atribuida a las descargas directas de aguas residuales domésticas y a actividades ganaderas circundantes. De igual manera, en un estudio realizado en la Laguna de Términos-México, identificó concentraciones elevadas de coliformes totales en diversas áreas de la laguna, atribuidas a la acumulación de residuos sólidos dejados por las comunidades locales, que, al descomponerse, liberan materia orgánica y nutrientes que favorecen el crecimiento bacteriano.

En el año 2023 se evaluó el ICA-Perú en el RVSLPV y sus alrededores para los meses de febrero, junio y agosto. Los mapas mensuales generados-ver Figura 10,11 y 12 permitieron observar una alta presión antrópica sobre el ecosistema, especialmente en estaciones ubicadas en zonas con mayor influencia urbana.

La estación E-01 (Entrada a la laguna La Pampa) presentó una calidad de agua pésima en los meses de febrero y agosto, y mala en junio. Esta condición está relacionada con la presencia de urbanizaciones cercanas. Según Álvarez (2016), la expansión urbana en las zonas aledañas a los humedales puede degradar significativamente estos ecosistemas. Este hecho también fue reportado por el SERNANP, que en febrero del 2022 identificó una fuerte presión antrópica en este sector. Como medida de mitigación, se implementó un cerco perimétrico para contribuir a la conservación del ecosistema acuático.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Por otro lado, la estación E-02 (Pozo Culebra) registró una calidad mala en febrero y junio, y pésima en agosto. Esta estación se encuentra ubicada cerca de la laguna La Pampa, entre las avenidas 12 de Octubre y Defensores del Morro, y está asociada a un canal serpenteante que le da nombre. Los resultados deficientes podrían atribuirse a la presencia de parámetros que exceden el ECA, como los nitratos y los coliformes. Esto puede atribuirse a que esta estación está en la zona baja de la pendiente, justo donde culmina el Asentamiento Urbano de las Delicias de Villa; Cosme (2023), quien también evaluó esta zona, describe el canal como "de transparencia baja, poco profundo, con presencia de peces; sin embargo, posee un fondo fangoso con materia orgánica en descomposición", lo que concuerda con los hallazgos del presente estudio.

La estación E-03 (canal margen derecha de Kimberly) en los tres meses presentó calidad pésima, esto se debe a los residuos de la población aledaña y lavado de ropa observado in situ Figura 9(e), esto influye en el resultado del ICA-PE. La E-05 (Lavanderia, 50 mts aguas abajo-Manantial Palmeras) obtuvo en febrero y agosto malo en junio obtuvo pésimo, vinculado al lavado informal de ropa, extracción no autorizada de agua, arrojos de residuos Figura 9(f), la población aledaña es el sector de Villa baja en el cual la mayoría de la población no cuenta con conexión a la red de desagüe (Municipalidad Metropolitana de Lima – PROHVILLA, 2024); asimismo, en el estudio de Valdivia (2022), se identificaron lavado de ropa en el área.

La estación E-07(Tubo de ingreso a laguna, frente a playa Venecia) registró una calidad de agua pésima en los meses de junio y agosto, y mala en febrero. Este resultado se asocia directamente a la presencia de un tubo de drenaje, el cual vierte aguas residuales de color negruzco y con alta carga de sólidos directamente al mar, según lo reportado por la Autoridad Nacional del Agua – TNRCH (2024). Este sistema de evacuación fue instalado por la Asociación de Propietarios y Residentes de Playa Venecia y Barlovento como un drenaje urbano informal, que se activa

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

principalmente cuando el nivel freático se eleva. Este ascenso del agua subterránea está relacionado con la proximidad al RVSLPV, un humedal costero cuya dinámica hídrica genera niveles naturalmente altos de napa freática (Betancur et al., 2017). Si bien este sistema busca evitar inundaciones en las zonas residenciales, el hecho de que no incluya tratamiento previo convierte al drenaje en una fuente directa de contaminación (Navas et al., 2022), que afecta la calidad del agua en la estación y compromete la integridad ecológica del RVSLPV, dada su cercanía. Esta descarga pone en riesgo procesos ecológicos fundamentales como la oxigenación del agua, el equilibrio de nutrientes y la calidad del hábitat de especies acuáticas y aves migratorias.

La estación E-10 (Canal principal zona sur, frente al hito 8) presentó una calidad de agua pésima en los meses de junio y agosto, y mala en febrero, esta estación se encuentra colindante a escombros y residuos domésticos, identificado como parte de las áreas degradadas de la Zona de Reglamentación Especial de Los Pantanos de Villa. Según Ancieta y Morveli (2024), la acumulación inadecuada de residuos de construcción y demolición y residuos domésticos en estas zonas genera impactos severos en el ambiente, incluyendo la alteración del flujo hídrico, la afectación a la calidad del agua por partículas finas y lixiviados, así como la degradación del paisaje y del hábitat para la fauna silvestre esto provoca riesgos de filtración en áreas cercanas a humedales (Özçoban et al., 2022). La acumulación de escombros y residuos frente al canal puede estar obstruyendo el flujo de agua y aportar carga contaminante.

La estación E-14 (Laguna Marvilla) presentó una calidad de agua pésima en los meses de febrero y agosto, y mala en junio de 2023. Esto difiere con lo reportado por Huamán et al. (2020), quienes anteriormente clasificaron esta laguna como de calidad regular, lo cual evidencia una tendencia al deterioro en la calidad del agua con el paso del tiempo. Asimismo, Tito (2024) advierte que la “calidad de agua en el humedal costero Pantanos de Villa se ha ido

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

deteriorando", atribuyendo este fenómeno a factores como la expansión urbana y el incremento de actividades humanas en los alrededores. Además, la alta concentración de aves acuáticas, aunque evidencia la biodiversidad del ecosistema, puede también contribuir negativamente a su estado. De acuerdo con Tóth et al. (2023), el excremento de aves migratorias puede aportar cantidades significativas de nitrógeno y fósforo, favoreciendo procesos de eutrofización y reduciendo el oxígeno disuelto, lo que impacta directamente en la calidad del agua.

7. CONCLUSIONES

En el RVSLPV, la comparación 2012 al 2023 confirma estabilidad en los parámetros de base (pH y temperatura), consistente con la capacidad tampón del humedal, y revela un deterioro en los parámetros sensibles (conductividad, sólidos disueltos, nutrientes y coliformes). Este patrón heterogéneo, con diferencias nítidas entre lagunas y canales, evidencia presiones antrópicas persistentes, asociadas principalmente a la mala disposición de residuos. En síntesis, el sistema mantiene su equilibrio fisicoquímico esencial, pero muestra síntomas de impacto en componentes críticos de calidad, lo que obliga a intervenciones puntuales de control y un monitoreo diferenciado por cuerpos de agua.

La comparación con los ECA para Agua evidenció que los coliformes termotolerantes y los nitratos superaron los límites permisibles en diversas estaciones, principalmente durante la temporada de verano. Esta condición podría estar asociada con la disminución del nivel hídrico entre enero y marzo, lo que favorece la concentración de dichos parámetros en el cuerpo de agua. Por otro lado, el pH y la temperatura se mantuvieron dentro de rangos aceptables. Sin embargo, la variabilidad observada en los datos correspondientes al año 2023 resalta la necesidad de implementar un monitoreo continuo y más detallado, que permita identificar, controlar y reducir las posibles fuentes de contaminación en el humedal.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

El Índice de Calidad del Agua (ICA) determinado para las estaciones de monitoreo evidenció condiciones críticas en algunas zonas, clasificando la calidad del agua como pésima o mala, especialmente en estaciones cercanas a áreas urbanizadas, como E-01 Entrada Laguna La Pampa y E-03 canal margen Kimberly Clark. En contraste, algunas estaciones ubicadas lejos de fuentes de presión antrópica presentaron condiciones de calidad regular o buena.

8. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que el Ministerio del Ambiente, en coordinación con entidades técnicas como la ANA y el SERNANP, evalúe la pertinencia de establecer un Estándar de Calidad Ambiental (ECA) específico para humedales costeros. Actualmente, estos ecosistemas son evaluados bajo la Subcategoría E1 (lagunas y lagos) de la Categoría 4, lo cual no refleja con precisión sus características ecológicas, hidrológicas ni sus dinámicas de mezcla con aguas salobres. Esta medida permitiría definir valores límite más adecuados para parámetros como fosfato, sólidos disueltos y otros contaminantes típicos en zonas costeras, facilitando su gestión y conservación de manera más eficaz.
- Se recomienda gestionar la clausura técnica del punto de descarga identificado en la estación E-07 tubo de ingreso a la laguna, frente a playa Venecia, debido a que estaría funcionando como una vía de evacuación de aguas residuales domésticas hacia el mar, sin contar aparentemente con autorización sanitaria ni ambiental. Esta condición representa un riesgo para la calidad del agua del humedal y para el ecosistema marino, además de constituir una posible incompatibilidad con la normativa vigente sobre vertimientos. La medida correctiva debería incluir la clausura del punto de descarga, la identificación del origen de los efluentes y la intervención de las autoridades competentes mediante acciones de supervisión y fiscalización.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

- En las estaciones **E-03, E-04 y E-05** se evidenció una mayor presencia de actividades antrópicas y alteraciones del entorno, por lo que se recomienda fortalecer la vigilancia ambiental y restringir el acceso no autorizado de la población a estas zonas. La cercanía de actividades humanas estaría relacionada con el deterioro de la calidad del agua, principalmente por prácticas como el lavado de ropa en canales, la disposición de escombros y residuos de demolición, así como el manejo inadecuado de residuos sólidos.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adekanmi, T., Tolulope, A., Bayero, U., Ndagi, A., Adedeji, I., Zubeidat, P., Dalhata, N., & Balkisu, I. (2020). Assessment of bacteriological quality and physico-chemical parameters of domestic water sources in Samaru community, Zaria, Northwest Nigeria. *Heliyon*, *6*(8), e04773. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04773

Adjovu, G. E., Stephen, H., James, D., & Ahmad, S. (2023). Measurement of Total Dissolved Solids and Total Suspended Solids in Water Systems: A Review of the Issues, Conventional, and Remote Sensing Techniques. *Remote Sensing, 15*(14), 3534. https://doi.org/10.3390/rs15143534

Aguirre, L., & Nieto, J. I. (2024). Evaluación de la calidad del agua en el humedal costero pantanos de villa, Chorrillos, Perú. Tecnia, 34(1), 11-25. https://revistas.uni.edu.pe/index.php/tecnia/article/view/2158/2964

Alarcón, B., & Ñique, M. (2016). Índice de calidad del agua según NSF del humedal laguna Los Milagros (Tingo María, Perú). *INDES Revista de Investigación Para El Desarrollo Sustentable*, *2*(2), 98–107. https://doi.org/10.25127/indes.20140

Allen, D., Farrell, M., Huang, J., Reynolds, C., Rupasinghe, M., & Mosley, L. M. (2022). Long-term water quality response to increased hydraulic loadings in a field-scale free water surface constructed wetland treating domestic effluent. *Journal of*

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Environmental Management, *311*(October 2021), 114858. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.114858

ANDINA. (2008, August 27). Ante peligro de colapso de viviendas, declaran en emergencia a Los Huertos de Villa en Chorrillos. *Andina*, 1.

Apau, J., Osei, J., Yeboah, A., Gyamfi, O., Darko, G., Akoto, O., & Dodd, M. (2022). Distribution of heavy metals in sediments, physicochemical and microbial parameters of water from River Subin of Kumasi Metropolis in Ghana. *Scientific African*, *15*, 12. https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2021.e01074

Aponte, H., & Ramírez, W. (2011). Humedales de la costa central del Perú: estructura y amenazas de sus comunidades vegetales. *Ecología Aplicada*, *10*(1), 31-39. Recuperado en 20 de mayo de 2025, de: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-22162011000100004&lng=es&tlng=pt.

Aponte, H., & Cano, A. (2013). *Estudio florístico comparativo de seis humedales de la costa de Lima (Perú): actualización y nuevos retos para su conservación*. Revista Latinoamericana de Conservación, 3(2), 15–27.

Arias, J. (2018). *Caracterización fisicoquimico y bacteriologica, del agua de consumo humano del centro poblado de Panpa Hermosa, Distrito de Chontabamba, Provincia de Oxapanpa- 2018*

Autoridad Municipal de los Pantanos de Villa. (2019). *Memoria Institucional 2019*. http://prohvilla.munlima.gob.pe/admin/archivospdf/documentos_gestion/Memoria_Anual_2019_PROHVILLA.ok.pdf

Autoridad Nacional del Agua. (2020). *Resolución Jefatural N.º 084-2020-ANA: Aprueban metodología: Índice de Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales*

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

(ICARHS).https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-metodologia-indice-calidad-ambiental-recursos-hidricos

Autoridad Nacional del Agua (ANA). (2020). *Guía para la determinación del Índice de Calidad de Agua (ICA) de los cuerpos de agua superficiales*. Recuperado de https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/2440.

Aveiga, A. M., Noles, P., De la Cruz, A., Peñarrieta, F., & Alcántara, F. (2019). Variaciones físico-químicas de la calidad del agua del río Carrizal en Manabí. *Enfoque UTE*, *10*(3), 30–41. https://doi.org/10.29019/enfoque.v10n3.423

Ballesteros, N., Páez, L., Luna, N., Reina, A., Urrea, V., Sánchez, C., Ramírez, A., Ramírez, J. D., & Muñoz, M. (2023). Characterization of microbial communities in seven wetlands with different anthropogenic burden using next generation sequencing in Bogotá, Colombia. *Scientific Reports, 13*, 16973. https://doi.org/10.1038/s41598-023-42970-w

Betancur, T., García, D. A., Vélez, A. J., Gómez, A. M., Flórez, C., Patiño, J. E., & Ortíz, J. Á. (2017). Aguas subterráneas, humedales y servicios ecosistémicos en Colombia. *Biota Colombiana*, *18*(1), 1-28. https://www.redalyc.org/journal/491/49154105001/49154105001.pdf

Bionatura. (2018). El oxígeno disuelto constituye uno de los principales parámetros a evaluar en el comportamiento de la calidad del agua de los cuerpos hídricos. *Bionatura*, 3(1), 10. https://revistabionatura.com/2018.03.01.10.htmlRevis

Bolaños, J. D., Cordero, G., & Segura, G. (2017). Determinación de nitritos, nitratos, sulfatos y fosfatos en agua potable como indicadores de contaminación ocasionada por el hombre, en dos cantones de Alajuela (Costa Rica). *Tecnología en Marcha*, 30(4), 15–27. https://doi.org/10.18845/tm.v30i4.3408

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Boyd, C. E. (1998). *Water quality for pond aquaculture*. Alabama

Brisson, J., Rodriguez, M., Martin, C. A., & Proulx, R. (2020). Plant diversity effect on water quality in wetlands: A meta-analysis based on experimental systems. *Ecological Applications, 30*(4), e02074. https://doi.org/10.1002/eap.2074

Carazas, J., et al. (2015). Evaluación microbiológica de un cuerpo de agua del ACR Humedales de Ventanilla, Callao, Perú, y su importancia para la salud pública local. *Revista Peruana de Biología*, 22(3), 263–270.

Centinelas del Agua A.C. (2020). *Monitoreo de la calidad del agua de la Laguna Yalahau, APFF Yum Balam*. Fundación Centinelas del Agua.

Chapin, FS, Matson, PA y Vitousek, PM (2011). *Principios de la ecología de los ecosistemas terrestres* . Springer Science & Business Media.

Chislock, M. F., Doster, E., Zitomer, R. A., & Wilson, A. E. (2013). Eutrophication: Causes, consequences, and controls in aquatic ecosystems. *Nature Education Knowledge*, 4(4), 10.

Congreso de la República. (2015). Decreto Supremo N° 004-2015-MINAM Aprueban la Estrategia Nacional de Humedales. en *Ministerio del Ambiente*. https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2015/01/Anexo-Decreto-Supremo-N°-004-2015-MINAM2.pdf

Contraloría General de la República del Perú. (2004). *Pantanos de Villa "Advirtiendo sobre la problemática, para su conservación y preservación" Informe N°208-2004-CG/MAC*.

CÓRDOVA, C.A., & HUAMANTINCO, A.A. (2023). Efecto de las variables fisicoquímicas en la comunidad de coleópteros acuáticos en un humedal costero,

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Lima, Perú. *Acta Biológica Colombiana*, *28*(2), 204-219. Epub July 30, 2024.https://doi.org/10.15446/abc.v28n2.99534

Cosme, A. P. (2023). Determinación del estado trófico utilizando índices numéricos en la laguna la pampa, humedales de Villa, Lima-Perú. https://hdl.handle.net/20.500.13084/7909

Cuaspud, E., & Paredes, K. (2017). *Determinación del índice de calidad del agua de la Quebrada de Yaznán, Río Blanco, Río Puluví y Río Guachalá del Cantón Cayambe*

Cude, C. G. *(2001). Oregon water quality index: A tool for evaluating water quality management effectiveness. Journal of the American Water Resources Association, 37(1), 125–137. https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.2001.tb05480.x*

Cui, S., Yu, T., Zhang, F., Fu, Q., Hough, R., An, L., Gao, S., Zhang, Z., Hu, P., Zhu, Q., & Pei, Z. (2020). Understanding the risks from diffuse pollution on wetland eco-systems: The effectiveness of water quality classification schemes. *Ecological Engineering*, *155*(May), 105929. https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2020.105929

Dávila, J., Zúñiga, F., & Sánchez, V. G. (2024). *Concentración de fosfatos y nitratos en el río Ichu parte urbana del distrito de Huancavelica*. Polo del Conocimiento, 9(1), 1596–1605. https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/download/6455/pdf

Díaz, W., Gonzaga, B., & Contreras, N. (2007). Determinación del coagulante que permita la máxima remoción de fosfatos en agua cruda del Río Otún. *Scientia Et Technica*, *8*, 607–662.

Díaz, J., & Sotomayor, J. (2013). *Evaluación de la eutrofización de la laguna Conococha*. Universidad Nacional Agraria La Molina.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

https://biorem.univie.ac.at/fileadmin/user_upload/p_biorem/education/research/publications/Theses/Tesis_Diaz_y_Sotomayor_2013.pdf

Donze, J. (2003). *Factors Affecting Total Coliform and Escherichia coli (E. coli) in Hillsborough County Lakes*. University of Florida.

Enrique, E., Gavidia, C., Garriazo, A., & Changanaqui, D. (2021). *Evaluación de la calidad del agua en los canales de la Zona de Reglamentación Especial de Los Pantanos de Villa (Lima, Perú)*. Recuperado de https://repository.globethics.net/handle/20.500/12424/4191171

Environmental Protection Agency (EPA). (2023). *Indicators: Dissolved Oxygen*. https://www.epa.gov/national-aquatic-resource-surveys/indicators-dissolved-oxygen

Fajardo, N. S. (2018). Evaluación de la calidad microbiológica y fisicoquímica de las aguas en el Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla, región Callao, Perú. https://hdl.handle.net/20.500.12672/7738

Falconí, E., Sáenz, D., Velásquez, M., Azáldegui, A., & Oscar, B. (2017). Riesgos del uso de detergentes domésticos en la calidad del agua en poblaciones en transición de lo rural a lo urbano: Churín. (2017). *Alternativa Finaciera*, *9*(1), 1–19.

Gualdrón, L. (2016). *"Evaluación de la calidad de agua de ríos de colombia usando parámetros fisicoquímicos y biológicos."* https://doi.org/10.18041/2590-6704/ambiental.1.2016.4593

Guerrero, M.D.C., & Arias, H. E. (2014). Determinación de la conductividad eléctrica y la cantidad de oxígeno disuelto en las aguas afluentes del Río Cutuchi desde el puente cinco de junio hasta los molinos poultier, cantón de Latacunga. provincia de Cotopaxi. periodo 2013-2014.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Gutiérrez, Z. (2022). *Evaluación de la calidad fisicoquímica de las aguas de la laguna La Encantada en Santa María, Huaura* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. Repositorio Institucional UNJFSC.

Gonzales, G. F., Avendaño, E., & Herrera, A. A. (2014). *Supervisión de pH, redox y turbidez en una planta de tratamientos de agua utilizando WSN (wireless sensor networks) con tecnología zigbee*.

Greb, S. F., DiMichele, W. A., & Gastaldo, R. A. (2006). Evolution and importance of wetlands in earth history. Special Paper of the Geological Society of America, 399(January), 1–40. https://doi.org/10.1130/2006.2399(01)

Hach. (2023). *DR900 Colorímetro portátil y resistente con registro de datos*. https://es.hach.com/dr900-colorimetro-portatil-y-resistente-con-registro-de-datos/product?id=26096878244

Hach. (2023). *Set de reactivos para la determinación de nitrato*. Recuperado de: https://es.hach.com/set-de-reactivos-para-la-determinacion-de-nitrato-sobres-de-reactivo-en-polvo-de-0-01-a-0-50-mg-l-de-no-n/product?id=25144104682

Hach. (2023). *Sobres de reactivo en polvo para la determinación de fosfato*. Recuperado de: https://es.hach.com/sobres-de-reactivo-en-polvo-para-la-determinacion-de-fosfato-de-0-02-a-2-50-mg-l-de-po/product?id=24930070824

Haque, A., Sayed, A., & Sultana, P. (2019). Assessment of physicochemical and bacteriological parameters in surface water of Padma River, Bangladesh. *Applied Water Science*, *9*(1), 1–8. https://doi.org/10.1007/s13201-018-0885-5

Hernández, M. E. (2009). Suelos de humedales como sumideros de carbono y fuentes de metano. *Terra Latinoamericana*, *28*, 139–147.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Huaman, S., Lucen, M., Paredes, M., & Changanaqui, D. (2020). *Evaluación de la calidad del agua de la laguna Marvilla en los Pantanos de Villa (Lima, Perú)*. *South Sustainability, 1*(2), e019. https://doi.org/10.21142/SS-0102-2020-019

Iannacone, J., & Alvariño, L. (2015). Estructura de las comunidades macrozoobentónicas de los humedales de Ventanilla, Callao, Perú. *Revista Peruana de Biología*, 22(3), 263–270. https://doi.org/10.15381/rpb.v22i3.11244

Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET). (2020). *Mapa de peligros geológicos del distrito de Punta Negra, provincia de Lima, departamento de Lima* [Mapa]. Repositorio Institucional INGEMMET. https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/2241

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). (2010). Medición y análisis de factores bióticos y abióticos para la evaluación de la calidad ecológica de la Laguna del Valle de las Garzas y Puerto Interior de San Pedrito.

Jacome, J. (2015). Validación de métodos analíticos para la determinación de la demanda química de oxígeno (rango bajo, rango medio, rango alto), sólidos totales disueltos y sólidos totales suspendidos en matrices de agua clara y residual en el centro de investigaciones.

Jiménez Jumbo, L. D., Arias Ramírez, B. J., Arias Pastuna, M. A., & Reyes Córdova, Á. L. J. (2024). Relación empírica entre sólidos disueltos totales y conductividad eléctrica en las piscinas de cultivo piscícola del Centro Experimental de Investigación y Producción Amazónica de la Universidad Estatal Amazónica. *Technology Rain Journal, 3*(1), e25. https://doi.org/10.55204/trj.v3i1.e25

Kareem, S., Jaber, W., Al-Maliki, L., Al-husseiny, R., Al-Mamoori, S., & Alansari, N. (2021). Water quality assessment and phosphorus effect using water quality indices:

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Euphrates River- Iraq as a case study. *Groundwater for Sustainable Development*, *14*, 10. https://doi.org/10.1016/j.gsd.2021.100630

Kauffer, E., & Escobar, D. (2015). *De Chiapas a la Península de Yucatán: intersticios hídricos*. Universidad Nacional Autónoma de México.

Maracaibo, E., Luis, J., & Lisboa, C. (2013). *Contaminación antropogénica en el lago de maracaibo, venezuela*. *27*, 85–93.

Marín, J., Hernández, M., Silva, E., & Moreno, P. (2016). Percepciones sobre servicios ambientales y pérdida de humedales arbóreos en la comunidad de Monte Gordo, Veracruz. *Madera Bosques*, *22*(1), 53–69. https://doi.org/10.21829/myb.2016.221477

Mayarí, R., Espinosa, M. del C., & Gutiérrez, J. (2005). Validación de La Determinación de Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno en Aguas y Aguas Residuales. (Spanish). *Revista CENIC Ciencias Quimicas*, *36*, 1.

Mayes, W. M., Aumônier, J., & Jarvis, A. P. (2009). Wetland treatment at extremes of pH: A review. *Science of The Total Environment*, 407(13), 3944–3957. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2008.12.038

Medina, B. (2013). *"Evaluación de la eutrofización de la laguna conococha–ancash" a agosto de 2012* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo).

Méndez, M. G., Binnqüist, G. S., & Méndez, S. A. (2019). Riesgo, vulnerabilidad y cambio climático en suelo de conservación ecológica de la Ciudad de México. El caso de los humedales de Tláhuac. *Veredas. Revista del Pensamiento Sociológico*, (36), 13-45. https://veredasojs.xoc.uam.mx/index.php/veredas/article/view/471

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Method, A., Fermentation, M. T., & Summary, M. (2018). *Determination of Thermotolerant Coliforms in Water by Multiple- Tube Fermentation Technique*.

Mitsch, W. J., & Gosselink, J. G. (2015). *Wetlands* (5th ed.). Wiley. https://archive.org/details/Wetlands_5th_Edition_by_William_J._Mitsch_James_G._Gosselink

Ministerio del Ambiente. (2016). *Plan Maestro del Refugio de Vida Silvestre Los Pantanos de Villa.* Recuperado de: https://rsis.ramsar.org/RISapp/files/28593755/documents/PE884_mgt230516.EDIT.pdf

Ministerio del Ambiente. (2019). *Estándar de Calidad Ambiental*. Plataforma Digital Única del Estado Peruano. https://www.gob.pe/institucion/minam/informes-publicaciones/308391-estandar-de-calidad-ambiental

Ministerio del Medio Ambiente de Chile. (2022). *Informe de Monitoreo Primer Semestre 2022*. Proyecto GEF Humedales Costeros. https://gefhumedales.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2022/11/Informe_Monitoreo_final.pdf

Ministerio del Ambiente (MINAM). (2017). *Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM: Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias*. Lima, Perú. Recuperado de https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdfMinisterio del Ambiente+10

Mora, C., Ancieta, W. y Morveli, V. (2024). Análisis de la problemática ambiental en Los Pantanos de Villa.Lima: SPDA https://spda.org.pe/publicacion/analisis-de-la-problematica-ambiental-en-los-pantanos-de-villa/

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Mohammadpour, R., Shaharuddin, S., Chang, C. K., Zakaria, N. A., Ghani, A. A., & Chan, N. W. (2015). Prediction of water quality index in constructed wetlands using support vector machine. *Environmental Science and Pollution Research*, *22*(8), 6208–6219. https://doi.org/10.1007/s11356-014-3806-7

Mohammed, I., Hashim Al-Khalaf, S. K., Alwan, H. H., & Samir Naje, A. (2021). Environmental assessment of Karbala water treatment plant using water quality index (WQI). *Materials Today: Proceedings*, *xxxx*. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.12.065

Moya, B. V., Hernández, A. E., & Elizalde Borrell, H. (2005). Los humedales ante el cambio climático. *Investigaciones Geográficas (España)*, (37), 127–132. Universidad de Alicante. http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=17612746005

Molina, G., & Jiménez, I. (2017). Análisis de la contaminación por coliformes termotolerantes en el estuario del río Ranchería, La Guajira (Colombia). *Boletín Científico Centro de Museos, Museo de Historia Natural*, *21*(2), 41–50. https://doi.org/10.17151/bccm.2017.21.2.3

Municipalidad Metropolitana de Lima – PROHVILLA. (2024). Resolución Directoral N° 014-2024-MML/PROHVILLA-DT: Informe técnico sobre afectaciones ambientales en el sector Villa Baja del Refugio de Vida Silvestre Los Pantanos de Villa.

Naik, A. (2015). *Impact of iron ore mining on water quality*. 58.

Navas N. A., Carrillo, M. A., & Ortega, Y. F. (2022). Alteración de las fuentes hídricas por los vertimientos de las aguas residuales: Caso de estudio Río Chiquito, Norte de Santander, Colombia. *Revista de Ecología Latinoamericana*, 3, 1–15. https://revistas.ulatina.ac.cr/index.php/ecologia/article/view/490

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Ocampo, J. A. (2019). *Centro De Interpretación Y Difusión De La Conservación De Los Pantanos De Villa*. http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/3418

Odum, EP, y Barrett, GW (2006). *Fundamentos de ecología* (5.ª ed.). Brooks/Cole.

Omoigberale, M. O., Ezenwa, I. M., Biose, E., & Otobrise, O. (2020). Variaciones espaciales en variables fisicoquímicas y ensamblajes de macroinvertebrados bentónicos en un río tropical en Nigeria. *arXiv preprint arXiv:2006.11664*.

Orellana, M. (2016). *Calidad del agua superficial de la microcuenca Ticlacayán, provincia de Pasco* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio Institucional UNCP.

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2022). *Ficha informativa sobre el agua potable.* https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water

Pacheco, J., Cabrera, A., & Pérez, R. (2004). Diagnóstico de la calidad del agua subterránea en los sistemas municipales de abastecimiento en el Estado de Yucatán, México. *Ingeniería*, *8*(2), 16.

Parada, M., Montes, B. I., Jiménez, J., Cervantes, J., Parada, P. C., & Torres, V. (2023). El humedal como depurador de agua y percepciones sociales: Caso parque Molino de San Roque, Xalapa. *Universita Ciencia*, 11(30), 163–176.

Paredes, J., & Ríos, M. (2024). Evaluación de la calidad del agua en el humedal costero Pantanos de Villa, Lima, Perú. *Ecología Aplicada*, 23(1), 11–25.

Peluso, J., Pérez, C., Cristos, D., Rojas, D., & Aronzon, C. (2021). Comprehensive assessment of water quality through different approaches: Physicochemical and ecotoxicological parameters. *Science of the Total Environment*, *800*, 149510. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149510

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Pérez, A., Campillo, S., Fernández, J. M., García-Lacunza, A., García-Oliva, M., Ibañez, H., ... & Marcos, C. (2019). Long-term dynamic in nutrients, chlorophyll a, and water quality parameters in a coastal lagoon during a process of eutrophication for decades, a sudden break and a relatively rapid recovery. *Frontiers in Marine Science*, *6*, 26.

Perugachi, R. D. (2015). *"Evaluación y propuesta de la demanda química de oxígeno (dqo) y sólidos disueltos totales (tds) en las aguas residuales del baño de tintura en la empresa "textiles tornasol*

Pesce, S. F., & Wunderlin, D. A. (2000). *Use of water quality indices to verify the impact of Córdoba City (Argentina) on Suquía River. Water Research, 34(11), 2915–2926.*

Pimparkar, A. M., Patil, S. N., Patil, B. D., & Kadam, A. K. (2023). Comparative assessment of wetland water quality from rural and urban area of Aurangabad District, Maharashtra, India using water quality index. *HydroResearch, 6*, 269–278. https://doi.org/10.1016/j.hydres.2023.10.001

Pratiwi, D., Sumiarsa, D., Oktavia, D., & Sunardi, S. (2023). Water Quality Influences Self-Purification in the Cihawuk and Majalaya Segments Upstream of the Citarum River, West Java, Indonesia. *Water*, 15(16), 2998. https://doi.org/10.3390/w15162998MDP

Pulido & Bermúdez. (2018). Current Conservation Status of the Habitats of the Pantanos de Villa, Lima, Perú. *Arnaldoa*, *25*(2), 679-702. https://doi.org/http://doi.org/10.22497/arnaldoa.252.25219

Pulido, V. (2018). One hundred and fifty years of keeprecords from Pantanos de Villa birds´. *Revista Peruana de Biología*, *25*(3), 291-306. https://doi.org/10.15381/rpb.v25i3.15212

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Qiu, J., Shen, Z., Wei, G., Wang, G., Xie, H., & Lv, G. (2018). A systematic assessment of watershed-scale nonpoint source pollution during rainfall-runoff events in the Miyun Reservoir watershed. *Environmental Science and Pollution Research*, *25*(7), 6514–6531. https://doi.org/10.1007/s11356-017-0946-6

Rajankar, P. N., Tambekar, D. H., & Wate, S. R. (2011). Groundwater quality and water quality index at Bhandara District. Environmental Monitoring and Assessment, 179(1–4), 619–625. Rajphttps://doi.org/10.1007/s10661-010-1767-y

Ramirez, D., Aponte, H., Lertora, G., & Gil, F. (2018). Incendios en el humedal Ramsar Los Pantanos de Villa (Lima-Perú): Avances en su conocimiento y perspectivas futuras. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, *20*(3), 347–360. http://dx.doi.org/10.18271/ria.2018.398%0AJournal

Ramos, R. K., & Soto, J. R. (2021). *Evaluación del nivel de eutrofización en la laguna de Pataccocha del centro poblado de Pueblo Libre, provincia de Huancavelica 2020* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Huancavelica]. Repositorio Institucional UNH. https://repositorio.unh.edu.pe/bitstreams/fb74ddfc-1c40-4332-ac98-fae852287932/download

Ramsar. (2016). *Introducción a la convención sobre los humedales* (Vol. 5). https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/handbook1_5ed_introductiontoconvention_s_final.pdf

Ravikumar, P., & Somashekar, R. K. (2007). Microbial pollution—total coliform and fecal coliform of Kengeri Lake, Bangalore, Karnataka. *Environmental Monitoring and Assessment*, 129(1-3), 471–476.

Rojas, C., Munizaga, J., Rojas, O., Martínez, C., & Pino, J. (2019). Urban development versus wetland loss in a coastal Latin American city: Lessons for sustainable land use

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

planning. Land Use Policy, 80(October 2018), 47–56. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.09.036

Secretaría de la Convención de Ramsar. (2018). *Ficha técnica del sitio Ramsar: Pantanos de Villa* (actualización 2018). https://rsis.ramsar.org/ris/884

Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP). (2016). *Plan Maestro del Refugio de Vida Silvestre Los Pantanos de Villa 2016–2020*. Ministerio del Ambiente.

Soto, D., Salazar, M., & Becerra, D. (2019). Efecto de la contaminación antrópica sobre parámetros fisicoquímicos en cuerpos de agua continentales del sur de Chile. *Revista Ambiente y Desarrollo*, 23(43), 55–66. https://doi.org/10.5354/0719-5278.2019.54321

Tito, J. E., Contreras, F., Ramos, J., & Villanueva, S. (2024). *Evaluación de la calidad del agua en un humedal costero urbano del Perú utilizando el índice NSF y análisis de parámetros fisicoquímicos*. Revista Peruana de Biología, 31(1), e22875. https://doi.org/10.15381/rpb.v31i1.22875

Torres, P., Cruz, C., Patiño, P., Escobar, J. C., & Pérez, A. (2010). Aplicación de índices de calidad de agua -ICA orientados al uso de la fuente para consumo humano. *Ingeniería e Investigación*, *30*(2010), 86–95. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-56092010000300007&script=sci_arttext&tlng=en

Tóth, P., Tarcsay, B. L., Kovács, Z., Ionescu, D. T., Németh, S., & Domokos, E. (2023). Assessment of the correlation between the nutrient load from migratory bird excrement and water quality by principal component analysis in a freshwater habitat.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Environmental science and pollution research international, *30*(24), 66033–66049. https://doi.org/10.1007/s11356-023-27065-3

Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2021). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2021: El valor del agua*. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). https://www.unwater.org/publications/un-world-water-development-report-2021

Valdivia, A. (2021). *Evaluación de la calidad del agua en los cuerpos de agua del humedal Pantanos de Villa, Lima, Perú* [Tesis de licenciatura, Universidad Científica del Sur]. Repositorio Institucional UCSUR.

Verhoeven, J. T. A., Arheimer, B., Yin, C., & Hefting, M. M. (2006). Regional and global concerns over wetlands and water quality. *Trends in Ecology and Evolution*, *21*(2), 96–103. https://doi.org/10.1016/j.tree.2005.11.015

Villanueva, J., Vargas, M., & Flores, A. (2020). *Evaluación de la calidad del agua en cuerpos lénticos urb*Instituto del Mar del Perú (IMARPE). (2019). Aspectos fisicoquímicos del lago Titicaca, julio 2019. *Informe Técnico*, 49(4), 5. https://repositorio.imarpe.gob.pe/bitstream/20.500.12958/5882/1/Informe%2049-4%20art%C3%ADculo%205.pdfrepo

Wang, Y., Wang, D., & Wang, Y. (2020). Living in polluted waters: A meta-analysis of the effects of nitrate and nitrite on freshwater animals. *Environmental Pollution*, 256, 113412. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.113412

Wijeyaratne, W. M. D. N., & Nanayakkara, D. B. M. (2020). Monitoring of water quality variation trends in a tropical urban wetland system located within a Ramsar wetland city: A GIS and phytoplankton based assessment. *Environmental Nanotechnology,*

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Monitoring and Management, *14*(March), 100323. https://doi.org/10.1016/j.enmm.2020.100323

Zedler, J. B. (2000). Progress in wetland restoration ecology. Trends in Ecology and Evolution, 15(10), 402–407. https://doi.org/10.1016/S0169-5347(00)01959-5

Zhao, Q., Sun, X., Zheng, C., Xue, C., Jin, Y., Zhou, N., & Sun, S. (2021). *Hypoxia in aquatic invertebrates: Occurrence and phenotypic and molecular responses*. Zoological Research, 42(5), 1–12. https://doi.org/10.24272/j.issn.2095-8137.2021.284

Zhu, X., Wang, L., Zhang, X., He, M., Wang, D., Ren, Y., Yao, H., net Victoria Ngegla, J., & Pan, H. (2022). Effects of different types of anthropogenic disturbances and natural wetlands on water quality and microbial communities in a typical black-odor river. *Ecological Indicators*, *136*, 108613. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.108613

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

10. ABREVIATURAS

Abreviatura	Significado
ANA	Autoridad Nacional del Agua
APHA	American Public Health Association
DISA II L.S.	Dirección de Salud II Lima Sur
ECA	Estándar de Calidad Ambiental
ICA	Índice de Calidad ambiental
INGEMMET	Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico
MINAM	Ministerio del Ambiente
OD	Oxígeno Disuelto
pH	Potencial de Hidrógeno
RVSLPV	Refugio de Vida Silvestre los Pantanos de Villa
SERNANP	Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
STD	Sólidos Totales Disueltos

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

11. ANEXOS

ANEXO 1 Carta de consentimiento para realizar investigación por PROHVILLA

MUNICIPALIDAD DE LIMA

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

PROHVILLA

CARTA DE CONSENTIMIENTO

La suscrita, DANIELA CHANGANAQUI ALFARO, en mi calidad de Jefe de la Oficina de Investigación Científica y Desarrollo de Proyectos de la Autoridad Municipal de Los Pantanos de Villa – PROHVILLA, emito la presente **Carta de Consentimiento de Ingreso a la Propiedad del SERPAR bajo nuestra administración** a favor de la Srta. **DARLYN ARIANA NAVEROS NUÑEZ** identificada con DNI 73930881 y la Srta. **JOSELYN PORTA CASTILLON** identificada con DNI 77063134, responsables de la tesis *"Evaluación comparativa de parámetros que determinan la calidad de agua en el Refugio de Vida Silvestre Los Pantanos de Villa entre 2012-2013 y 2023"*

El ingreso a la propiedad bajo nuestra administración el Humedal Pantanos de Villa se efectuará con la presentación de la **Carta de Autorización para Realizar Investigaciones dentro del ANP de los Pantanos de Villa**, emitida por el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado – SERNANP[1].

Atentamente,

Chorrillos, 20 de diciembre del 2022

DANIELA CHANGANAQUI ALFARO

[1] D.S. N° 010-2015-MINAM, que promueve el desarrollo de investigaciones al interior de las áreas naturales protegidas (23/09/2015).

AUTORIDAD MUNICIPAL DE LOS PANTANOS DE VILLA –PROHVILLA
Ca. Las Torcazas Nro. 402. Los Cedros de Villa - Chorrillos
Teléfax: 2540452 / Web: prohvilla.munlima.gob.pe

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

ANEXO 2. Autorización de desarrollo de investigación por SERNANP

RESOLUCIÓN JEFATURAL DEL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE LOS PANTANOS DE VILLA N°001-2023-SERNANP-JEF

Chorrillos, 19 de enero del 2023

VISTO:

El informe técnico N°001-2023-SERNANP-RVSLPV-AVN de fecha 19 de enero del 2023, que evalúa la solicitud presentada por la señorita Darlyn Ariana Naveros Nuñez para realizar la investigación que incluye la toma de muestras de agua en 12 puntos ubicados dentro del área natural protegida, de los cuales 1 solo se ubica en zona de protección estricta y el ingreso a una propiedad estatal a cargo del Servicio de Parques de Lima de la Municipalidad Metropolitana de Lima, en el marco de la solicitud de investigación titulada: **"Evaluación comparativa de parámetros que determinan la calidad de agua en el refugio de vida silvestre los pantanos de villa entre 2012-2013 y 2023"**, por el periodo de 2 años.

CONSIDERANDO:

Que, según lo previsto en los incisos g) e i) del artículo 2° de la Ley N° 26834, Ley de Áreas Naturales Protegidas, unos de sus principales objetivos de protección es servir de sustento y proporcionar medios y oportunidades para el desarrollo de la investigación científica;

Que, en concordancia con ello, en el artículo 29º de la precitada Ley, se establece que el Estado reconoce la importancia de las Áreas Naturales Protegidas para el desarrollo de la investigación científica básica y aplicada, siempre que no afecte los objetivos de conservación, se respete la zonificación y las condiciones establecidas en el Plan Maestro;

Que, la actualización del Plan Director de las Áreas Naturales Protegidas, aprobada por Decreto Supremo Nº 016-2009-MINAM, refiere que la investigación científica constituye una herramienta básica para la generación de información que permita mejorar el conocimiento sobre la diversidad biológica, así como para el manejo de recursos naturales y la gestión de riesgos y amenazas;

Que, mediante Decreto Supremo N° 010-2015-MINAM, publicado el 23 de setiembre de 2015, se declara de interés nacional el desarrollo de investigaciones al interior de las Áreas Naturales Protegidas de administración nacional, determinándose su gratuidad, así como los procedimientos de aprobación automática y evaluación previa para su otorgamiento;

Que, en el artículo 4° del mencionado Decreto Supremo, se prevé cinco supuestos en los que la autorización de investigación requiere de evaluación previa: a) ingreso a ámbitos de acceso restringido, b) la colecta o extracción de muestras biológicas, c) se prevea la alteración del entorno o instalación de infraestructura en el caso de áreas naturales protegidas de administración nacional, d) el uso de equipo o infraestructura perteneciente a las ANP de administración nacional, e) investigación en predios privados;

Que, mediante Resolución Presidencial N°214-2021-SERNANP, publicada el 07 de octubre del 2021, se aprueban las Disposiciones Complementarias al Decreto Supremo N°010-2015-MINAM, que promueve el desarrollo de investigaciones en Áreas Naturales Protegidas, dejando sin efecto la Resolución Presidencial N°287-2015-SERNANP.

Que mediante informe del visto se evalúa la solicitud presentada por la señorita Darlyn Ariana Naveros Nuñez concluyendo que el expediente cumple con los requisitos establecidos en el artículo 21° de las Disposiciones Complementarias al Decreto Supremo N°010-2015-MINAM, y que el Plan de Investigación se encuentra conforme a los criterios establecidos en el artículo 27° de las Disposiciones Complementarias en mención;

En uso de las atribuciones conferidas por el numeral 2.1 del artículo 2° del Decreto Supremo N°010-2015-MINAM, el artículo 16° de las Disposiciones Complementarias al Decreto Supremo N°010-2015-MINAM que promueve el desarrollo de investigaciones en áreas naturales protegidas y el artículo 27° del Reglamento de Organización y Funciones del SERNANP, aprobado mediante Decreto Supremo Nº 006-2008-MINAM.

SE RESUELVE:

Artículo 1°.- Autorizar el desarrollo de la investigación denominada **"Evaluación comparativa de parámetros que determinan la calidad de agua en el refugio de vida silvestre los pantanos de villa entre 2012-2013 y 2023"** a favor de la señorita Darlyn Ariana Naveros Nuñez, a ser realiza en el ámbito del Refugio de Vida Silvestre Los Pantanos de Villa por el periodo de 2 años.

Artículo 2°.- Autorizar el desarrollo de la investigación según el siguiente detalle:

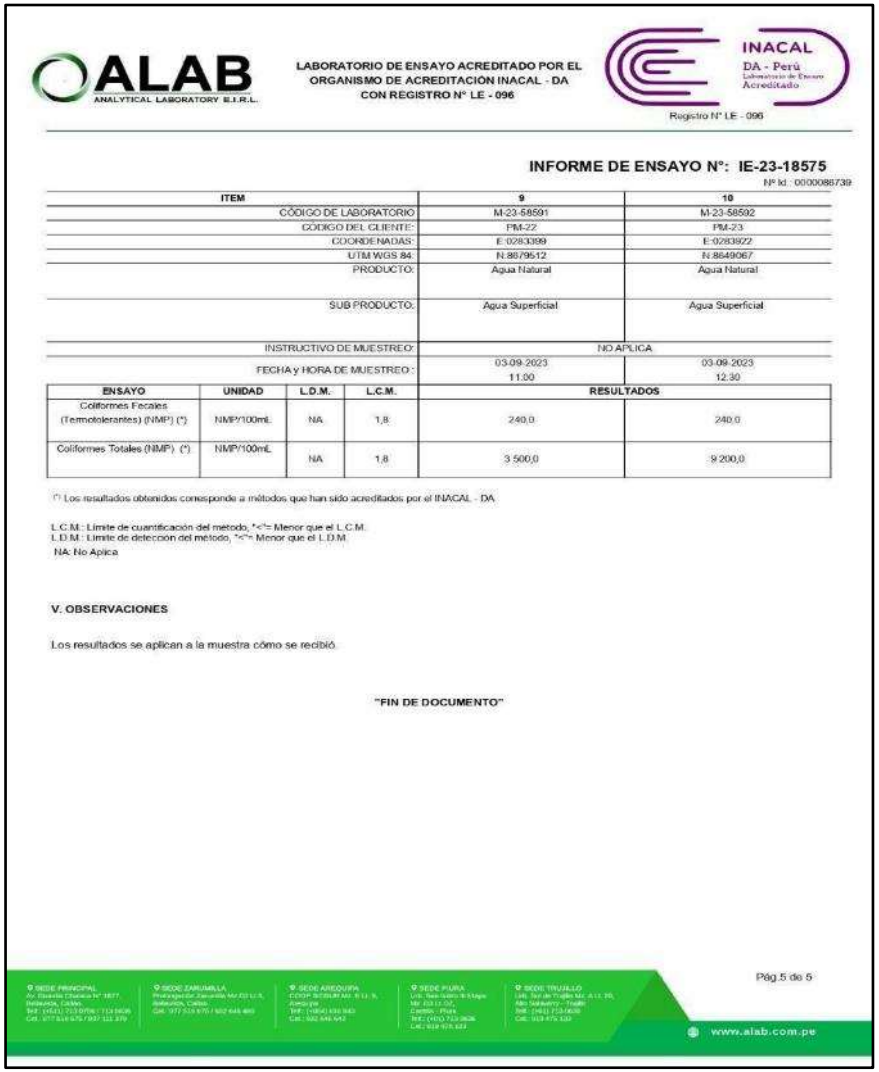
Cuadro N°1

Lugar	Coordenadas UTM		Zonificación
	Este	Norte	
Entrada laguna La Pampa.	283243	8650287	Z. Recuperación
Pozo Culebra.	283424	8649974	Z. Aprovechamiento Directo
Piezómetro N° 1 Av. Lavalle fte caseta PROHVILLA 50 m.	284316	8648128	Z. Recuperación

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

ANEXO 3. Resultados de Laboratorio



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-23-18575
N° Id.: 0000086739

ITEM		9	10
	CÓDIGO DE LABORATORIO:	M-23-58591	M-23-58592
	CÓDIGO DEL CLIENTE:	PM-22	PM-23
	COORDENADAS:	E: 0283399	E: 0283922
	UTM WGS 84:	N: 8679512	N: 8649067
	PRODUCTO:	Agua Natural	Agua Natural
	SUB PRODUCTO:	Agua Superficial	Agua Superficial
	INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA	
	FECHA y HORA DE MUESTREO:	03-09-2023 11:00	03-09-2023 12:30

ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS	
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP) (*)	NMP/100mL	NA	1,8	240,0	240,0
Coliformes Totales (NMP) (*)	NMP/100mL	NA	1,8	3 500,0	9 200,0

(*) 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

V. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió

"FIN DE DOCUMENTO"

Pág.5 de 5

SEDE PRINCIPAL | SEDE ZARUMILLA | SEDE AREQUIPA | SEDE PIURA | SEDE TRUJILLO
www.alab.com.pe



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-23-18575
N° Id.: 0000086739

ITEM		5	6	7	8
	CÓDIGO DE LABORATORIO:	M-23-58583	M-23-58585	M-23-58587	M-23-58590
	CÓDIGO DEL CLIENTE:	PM-18	PM-20	PM-20	PM-21
	COORDENADAS:	E:0282399	E:0283774	E:0283315	E:0283463
	UTM WGS 84:	N:8649843	N:8650294	N:8649845	N:8649938
	PRODUCTO:	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural
	SUB PRODUCTO:	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial
	INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA			
	FECHA y HORA DE MUESTREO:	03-09-2023 11:35	03-09-2023 11:18	03-09-2023 09:40	03-09-2023 10:15

ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS			
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP) (*)	NMP/100mL	NA	1,8	350,0	2,0	23,0	23,0
Coliformes Totales (NMP) (*)	NMP/100mL	NA	1,8	1 600,0	4,5	9 200,0	1 600,0

(*) 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

Pág.4 de 5

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR



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

Registro N° LE - 096

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-18575

IV. RESULTADOS

ITEM				1	2	3	4
CODIGO DE LABORATORIO				M-23-58580	M-23-58586	M-23-58594	M-23-58596
CODIGO DEL CLIENTE				PM-10	PM-14	PM-17	PM-17
COORDENADAS				E 0394434	E 0383457	E 0382930	E 0382942
UTM WGS 84				N 8849990	N 8854788	N 8849858	N 8849519
PRODUCTO				Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural
SUB PRODUCTO				Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial
INSTRUCTIVO DE MUESTREO				NO APLICA			
FECHA y HORA DE MUESTREO				03-08-2023 12:10	03-08-2023 11:45	03-08-2023 11:37	03-08-2023 10:00
ENSAYO	**UNIDAD**	**L.D.M.**	**L.C.M.**	**RESULTADOS**			
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP) (*)	NMP/100mL	NA	1,8	24 000,0	1 600,0	240,0	<1,8
Coliformes Totales (NMP) (*)	NMP/100mL	NA	1,8	240 000,0	2 400,0	1 600,0	13,0

(*) 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



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

Registro N° LE - 096

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-16849

IV. RESULTADOS

ITEM				1	2	3	4
CODIGO DE LABORATORIO				M-23-53861	M-23-53867	M-23-53868	M-23-53869
CODIGO DEL CLIENTE				PM-1	PM-11	PM-12	PM-13
COORDENADAS				E 0383496	E 0394760	E 0382967	E 0383036
UTM WGS 84				N 8849140	N 8848333	N 8850361	N 8850670
PRODUCTO				Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural
SUB PRODUCTO				Agua Superficial	Agua Subterránea (Agua de Manantial)	Agua Subterránea (Agua de Manantial)	Agua Subterránea (Agua de Manantial)
INSTRUCTIVO DE MUESTREO				NO APLICA			
FECHA y HORA DE MUESTREO				14-08-2023 09:00	14-08-2023 08:34	14-08-2023 10:30	14-08-2023 10:40
ENSAYO	**UNIDAD**	**L.D.M.**	**L.C.M.**	**RESULTADOS**			
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP) (*)	NMP/100mL	NA	1,8	35 000,0	280,0	79,0	79,0
Coliformes Totales (NMP) (*)	NMP/100mL	NA	1,8	1 600 000,0	1 600,0	980,0	130,0

(*) 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

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR



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-23-16849

N° Id.: 0000880037

ITEM		5	6	7	8
CÓDIGO DE LABORATORIO		M-23-53870	M-23-53863	M-23-53863	M-23-53864
CÓDIGO DEL CLIENTE		PM-1/5	PM-2	PM-3	PM-4
COORDENADAS		E:0282697	E:0283952	E:0283885	E:0284505
UTM WGS 84		N:8648015	N:8650358	N:8649800	N:8648519
PRODUCTO		Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural
SUB PRODUCTO		Agua Subterránea (Agua de Manantial)	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial
INSTRUCTIVO DE MUESTREO		NO APLICA			
FECHA y HORA DE MUESTREO		14-08-2023 10:47	14-08-2023 09:39	14-08-2023 10:15	14-08-2023 09:06
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS			
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP) (*)	NMP/100mL	NA	1,8	<1,8	22 000,0	17 000,0	540,0
Coliformes Totales (NMP) (*)	NMP/100mL	NA	1,8	4,5	54 000,0	350 000,0	9 200,0

(*) 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



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-23-16849

N° Id.: 0000880037

ITEM		9	10
CÓDIGO DE LABORATORIO		M-23-53865	M-23-53866
CÓDIGO DEL CLIENTE		PM-5	PM-7
COORDENADAS		E:0284963	E:0284793
UTM WGS 84		N:8649769	N:8648335
PRODUCTO		Agua Natural	Agua Natural
SUB PRODUCTO		Agua Subterránea (Agua de Manantial)	Agua Superficial
INSTRUCTIVO DE MUESTREO		NO APLICA	
FECHA y HORA DE MUESTREO		14-08-2023 07:39	14-08-2023 07:54
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS	
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP) (*)	NMP/100mL	NA	1,8	2 400,0	24 000,0
Coliformes Totales (NMP) (*)	NMP/100mL	NA	1,8	35 000,0	160 000,0

(*) 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

V. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR



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-23-18719

N° Id: 0000086883

IV. RESULTADOS

ITEM	1
CÓDIGO DE LABORATORIO	M-23-18222
CÓDIGO DEL CLIENTE	PM-16
COORDENADAS	E 0283399
UTM WGS 84	N 8649512
PRODUCTO	Agua Natural
SUB PRODUCTO	Agua Superficial
INSTRUCTIVO DE MUESTREO	NO APLICA
FECHA y HORA DE MUESTREO	05-09-2023 07:30

ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP) (*)	NMP/100mL	NA	1,8	460,0
Coliformes Totales (NMP) (*)	NMP/100mL	NA	1,8	46 000,0

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

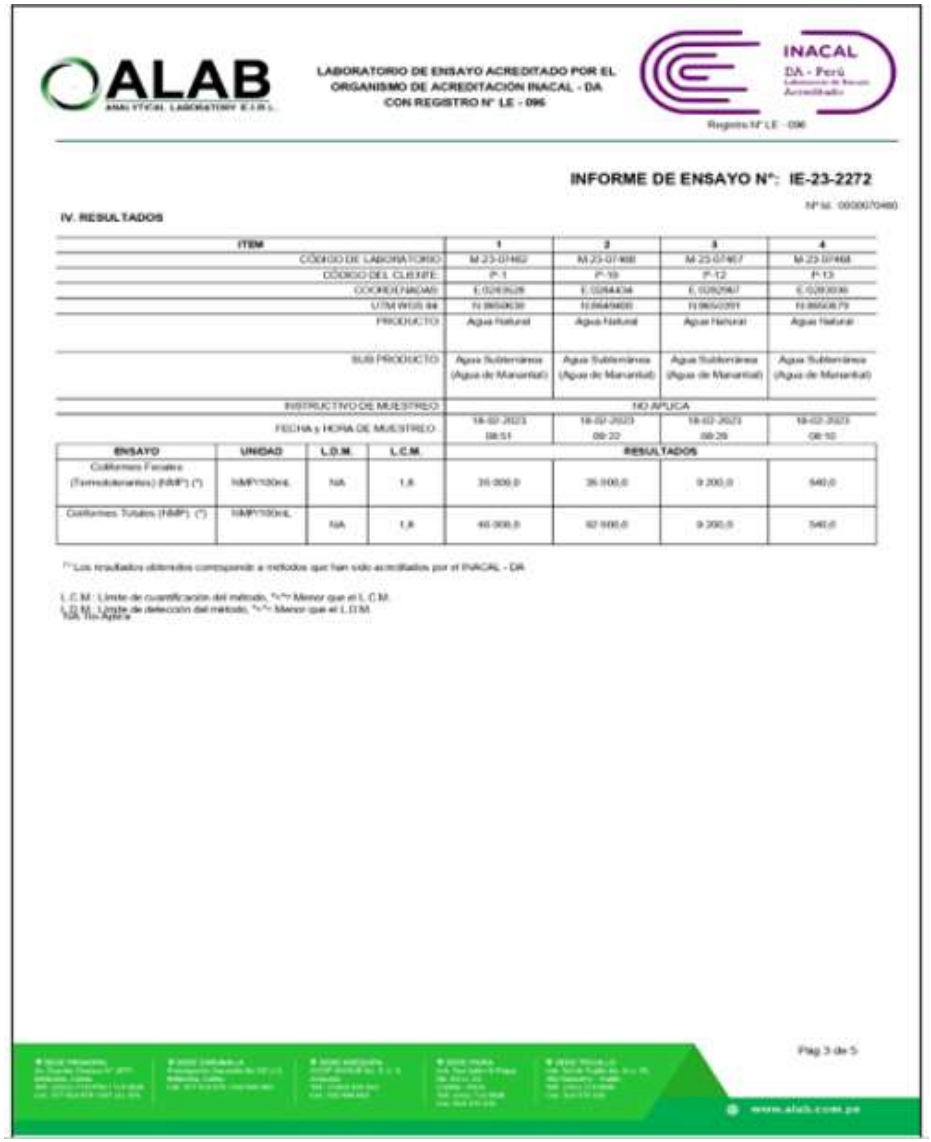
L.C.M.: Límite de cuantificación del método, ">/=": Menor que el L.C.M.
L.D.M.: Límite de detección del método, ">/=": Menor que el L.D.M.
NA: No Aplica

V. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibe.

"FIN DE DOCUMENTO"

www.alab.com.pe



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-23-2272

N° Id: 0000070460

IV. RESULTADOS

ITEM	1	2	3	4
CÓDIGO DE LABORATORIO	M-23-07462	M-23-07468	M-23-07467	M-23-07466
CÓDIGO DEL CLIENTE	P-1	P-10	P-12	P-13
COORDENADAS	E 0281928	E 0284434	E 0282567	E 0283036
UTM WGS 84	N 8650630	N 8649600	N 8650291	N 8650679
PRODUCTO	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural
SUB PRODUCTO	Agua Subterránea (Agua de Manantial)	Agua Subterránea (Agua de Manantial)	Agua Subterránea (Agua de Manantial)	Agua Subterránea (Agua de Manantial)
INSTRUCTIVO DE MUESTREO	NO APLICA			
FECHA y HORA DE MUESTREO	18-07-2023 08:51	18-07-2023 09:22	18-07-2023 09:28	18-07-2023 08:10

ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS			
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP) (*)	NMP/100mL	NA	1,8	35 000,0	35 000,0	9 200,0	540,0
Coliformes Totales (NMP) (*)	NMP/100mL	NA	1,8	46 000,0	92 000,0	9 200,0	540,0

(*) 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

www.alab.com.pe

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR



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-23-2272

N° Id: 0000070460

ITEM		5	6	7	8
CÓDIGO DE LABORATORIO		M-23-07463	M-23-07471	M-23-07470	M-23-07469
CÓDIGO DEL CLIENTE		P-2	P-25	P-3	P-4
COORDENADAS		E:0285315	E:0283700	E:0283885	E:0284005
UTM WGS 84		N:8648445	N:8649580	N:8649800	N:8649818
PRODUCTO		Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural
SUB PRODUCTO		Agua Subterránea (Agua de Manantial)	Agua Subterránea (Agua de Manantial)	Agua Subterránea (Agua de Manantial)	Agua Subterránea (Agua de Manantial)
INSTRUCTIVO DE MUESTREO		NO APLICA			
FECHA y HORA DE MUESTREO		18-02-2023 09:03	18-02-2023 09:10	18-02-2023 09:00	18-02-2023 09:22
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS			
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP) (*)	NMP/100mL	NA	1,8	2 200,0	70,0	240 000,0	210,0
Coliformes Totales (NMP) (*)	NMP/100mL	NA	1,8	14 000,0	1400,0	920 000,0	16 000,0

(*) 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

www.alab.com.pe



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-23-2272

N° Id: 0000070460

ITEM		9	10
CÓDIGO DE LABORATORIO		M-23-07464	M-23-07465
CÓDIGO DEL CLIENTE		P-6	P-7
COORDENADAS		E:0283982	E:0284937
UTM WGS 84		N:8650258	N:8864931
PRODUCTO		Agua Natural	Agua Natural
SUB PRODUCTO		Agua Subterránea (Agua de Manantial)	Agua Subterránea (Agua de Manantial)
INSTRUCTIVO DE MUESTREO		NO APLICA	
FECHA y HORA DE MUESTREO		18-02-2023 09:56	18-02-2023 07:33
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS	
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP) (*)	NMP/100mL	NA	1,8	350,0	700,0
Coliformes Totales (NMP) (*)	NMP/100mL	NA	1,8	1 400,0	540 000,0

(*) 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

V. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

www.alab.com.pe

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR



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-23-2805

N° Id : 0000070993

IV. RESULTADOS

ÍTEM		1	2	3	4
CÓDIGO DE LABORATORIO		M-23-08677	M-23-08681	M-23-08679	M-23-08678
CÓDIGO DEL CLIENTE		P17	P14	P16	P18
COORDENADAS		E:0262550	E:0263167	E:0263769	E:0262937
UTM WGS 84		N:8644854	N:8644566	N:8644830	N:8644615
PRODUCTO		Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural
SUB PRODUCTO		Subterránea Manantial	Subterránea Manantial	Subterránea Manantial	Subterránea Manantial
INSTRUCTIVO DE MUESTREO		NO APLICA			
FECHA y HORA DE MUESTREO		25-02-2023 07:36	25-02-2023 08:06	25-02-2023 08:50	25-02-2023 07:53
ENSAYO	**UNIDAD**	**L.D.M.**	**L.C.M.**	**RESULTADOS**	
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (MMP) (*)	NMP/100mL	NA	1,8	350,0	9 200,0	70,0	240,0
Coliformes Totales (NMP) (*)	NMP/100mL	NA	1,8	700,0	9 200,0	54 000,0	1 700,0

(*) 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

Pag.3 de 4

www.alab.com.pe



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-23-2805

N° Id : 0000070993

ÍTEM		5	6	7	8
CÓDIGO DE LABORATORIO		M-23-08680	M-23-08682	M-23-08683	M-23-08684
CÓDIGO DEL CLIENTE		P20	P21	P22	P5
COORDENADAS		E:0262338	E:0263463	E:0263398	E:0264863
UTM WGS 84		N:8650294	N:8649508	N:8649510	N:8649709
PRODUCTO		Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural
SUB PRODUCTO		Subterránea Manantial	Subterránea Manantial	Subterránea Manantial	Subterránea Manantial
INSTRUCTIVO DE MUESTREO		NO APLICA			
FECHA y HORA DE MUESTREO		25-02-2023 08:23	25-02-2023 09:53	25-02-2023 09:48	24-02-2023 16:34
ENSAYO	**UNIDAD**	**L.D.M.**	**L.C.M.**	**RESULTADOS**	
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (MMP) (*)	NMP/100mL	NA	1,8	<1,8	17,0	130,0	1 600,0
Coliformes Totales (NMP) (*)	NMP/100mL	NA	1,8	33,0	22,0	540,0	92 000,0

(*) 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

V. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

Pag.4 de 4

www.alab.com.pe

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR



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-23-3379

N° Id.: 0000071567

IV. RESULTADOS

ITEM		1	2
	CÓDIGO DE LABORATORIO:	M-23-10302	M-23-10303
	CÓDIGO DEL CLIENTE:	P-11	P-24
	COORDENADAS:	E 0264743	E 0263317
	UTM WGS 84:	N 8648535	N 8648143
	PRODUCTO:	Agua Natural	Agua Natural
	SUB PRODUCTO:	Subterránea Manantial	Subterránea Manantial
	INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA	
	FECHA y HORA DE MUESTREO:	07-03-2023 08:30	07-03-2023 09:00

ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS	
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP) (*)	NMP/100mL	NA	1,8	<1,8	<1,8
Coliformes Totales (NMP) (*)	NMP/100mL	NA	1,8	<1,8	<1,8

(*) 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

V. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió

"FIN DE DOCUMENTO"

Pag 3 de 3

www.alab.com.pe

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

CONSTANCIA N° 301-CIEI-CIENTÍFICA-2022

El presidente del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Científica del Sur (CIEI-CIENTÍFICA) da constancia que el proyecto de investigación, cuyos datos se registran a continuación, ha sido **aprobado** por el CIEI-CIENTÍFICA.

Código de registro:	**PRE-11-2022-00030**
Título:	**EVALUACIÓN COMPARATIVA DE PARÁMETROS QUE DETERMINAN LA CALIDAD DE AGUA EN EL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE LOS PANTANOS DE VILLA ENTRE 2012-2013 y 2023**
Investigador(a):	**Darlyn Ariana Naveros Nuñez; Joselyn Porta Castillon**

La aprobación del proyecto de investigación implica que el documento presentado evaluación cumple con los lineamientos de Universidad en materia de investigación y ética, los cuales se sustentan en la normativa internacional vigente. Adicionalmente, en el contexto de la pandemia de enfermedad por COVID-19, le recomendamos cumplir con las normas publicadas por el estado peruano (accesos, medidas de bioseguridad, etc.) y tener los permisos de las instituciones en las que realizará el estudio antes de ejecutarlo.

En tal sentido, esta aprobación carecerá de valor si es que el proyecto de investigación arriba indicado es modificado de cualquier forma. Toda enmienda, añadido, eliminación o eventualidad (eventos adversos, etc.) posterior a la fecha de aprobación debe ser reportado al CIEI-CIENTÍFICA.

La vigencia de la aprobación de este documento es de dieciocho (18) meses (**hasta el 13 de abril del 2024**), periodo en el que puede desarrollarse el proyecto. Cualquier trámite para su renovación deberá ser enviado antes del término de la vigencia de este documento, debiendo suspenderse todo desarrollo hasta que la renovación sea aprobada.

Villa El Salvador, 14 de octubre de 2022

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR - UCSUR - Comité Institucional de Ética en Investigación

Mg. Fulton Paul Rivera Albinagorta
Presidente
Comité Institucional de Ética en Investigación

Constancia

Luego de la revisión de la solicitud, el presidente del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Científica del Sur (CIEI-CIENTÍFICA) hace constar que el CIE-CIENTÍFICA ha aprobado de forma expedita la **renovación** del proyecto de investigación que se detalla continuación:

Código de registro: **PRE-11-2022-00030**

Título: **Evaluación comparativa de parámetros que determinan la calidad de agua en el refugio de vida silvestre los pantanos de Villa entre 2012-2013 y 2023**

Investigador(es): **Darlyn Ariana Naveros Nuñez; Joselyn Porta Castillon**

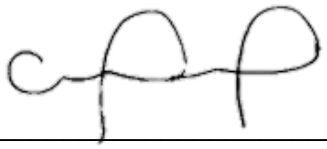
Constancia de aprobación: **CONSTANCIA N° 301-CIEI-CIENTÍFICA-2022**

Por consiguiente, se otorga:
Renovación de vigencia del periodo de aprobación ética. Vista la solicitud, **se renueva** la vigencia de la aprobación ética por un periodo de seis meses; es decir, hasta el **27 de mayo del 2025**. El proyecto solo podrá ejecutarse entre los periodos detallados en este documento y el **investigador** tendrá que realizar la solicitud de una nueva ampliación 30 días antes de finalizar esta renovación de la aprobación.

Dejando constancia que hay un periodo de ventana **(entre el 13 de Abril del 2024 hasta el 27 de noviembre del 2024)** que toda actividad de investigación estuvo suspendida, sin el amparo del comité. El CIEI no se hace responsable de lo desarrollado en la margen de tiempo en donde no se contaba con la aprobación.

Todas las demás características de la investigación descritas en el proyecto original permanecen; por lo que cualquier otra modificación deberá informarse a este Comité, para su evaluación.

Lima, 27 de noviembre del 2024



Mg. Cinthya Ruth Chipana Herquinio
Presidente
Comité Institucional de Ética en Investigación

RESOLUCIÓN DIRECTORAL ACADÉMICA DE CARRERA N°157-2022-DACIA-DAFCA-U. CIENTIFICA

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Lima, 24 de octubre del 2022

VISTO:
El informe de revisión académica independiente y la aprobación de un Comité de Ética (**N° de Constancia: PRE-11-2022-00030**) del proyecto de tesis titulado: ***EVALUACIÓN COMPARATIVA DE PARÁMETROS QUE DETERMINAN LA CALIDAD DE AGUA EN EL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE LOS PANTANOS DE VILLA ENTRE 2012-2013 y 2023***, presentado por:

- **JOSELYN PORTA CASTILLON**
- **DARLYN ARIANA NAVEROS NUÑEZ**

CONSIDERANDO:
Que, de acuerdo al Reglamento General de la Universidad Científica del Sur y los reglamentos de pregrado para obtener el título profesional de **Ingeniero(a) Ambiental** en la **Facultad de Ciencias Ambientales**, según la modalidad elegida, es necesario la realización y sustentación de una tesis.

Que, de acuerdo a la normativa vigente de la Universidad Científica del Sur, en uso de las atribuciones conferidas al Director Académico de Carrera.

SE RESUELVE:
Aprobar e inscribir el proyecto de tesis titulado: ***EVALUACIÓN COMPARATIVA DE PARÁMETROS QUE DETERMINAN LA CALIDAD DE AGUA EN EL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE LOS PANTANOS DE VILLA ENTRE 2012-2013 y 2023*** con N° de registro: **PRE-11-2022-00030**, y establecer el inicio del periodo de ejecución del mencionado proyecto.

Nombrar al docente/colaborador **DANIEL FERNANDO VALLE BASTO** como **asesor**(a) para el desarrollo de la tesis en cuestión.

Regístrese, comuníquese y archívese,

Dr. Gonzalo Francisco Flores Roca
Director Académico
Carrera de Ingeniería Ambiental