



FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**“EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA Y
FISICOQUÍMICA DE LAS AGUAS SUPERFICIALES DE LOS
PANTANOS DE VILLA”**

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERA AMBIENTAL

Presentado por:

Astrid Briggithe Valdivia Correa (0000-0002-1107-7658)

Asesor:

Dámaso Wilfredo Ramirez Huaroto (0000-0003-4605-9422)

Lima – Perú

2022

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 22 de abril del 2022.

Los integrantes del jurado de tesis:

Presidente: Dr. Jose Alberto Iannacone Oliver
Miembro: Mg. Ing. Marisol Nuñez Martínez
Miembro: Mg. Catherine Mariela Coronado Leon

Se reúnen para evaluar la tesis titulada:

"EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA Y FÍSICOQUÍMICA DE LAS AGUAS SUPERFICIALES DE LOS PANTANOS DE VILLA"

Presentada por la/el estudiante/bachiller:

- Astrid Briggíthe Valdivia Correa

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Asesorado por: Mg. Dámaso Wilfredo Ramírez Huaroto

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

Tesis: Astrid Briggíthe Valdivia Correa			Nota (en letras): (Dieciséis) 16
Aprobado ()	Aprobado - Muy buena (x)	Aprobado - Sobresaliente ()	Desaprobado ()

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.



Dr. Jose Alberto Iannacone Oliver
Presidente



Mg. Ing. Marisol Nuñez Martínez
Miembro 1



Mg. Catherine Mariela Coronado Leon
Miembro 2



Mg. Dámaso Wilfredo Ramírez Huaroto
Asesor

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, quien me ha dado la fuerza para continuar este proceso hacia una de mis metas más anheladas.

A mis padres por su dedicación, trabajo y amor durante estos años que me han traído hasta aquí. Me siento honrada y privilegiada de ser su hija, son los mejores padres.

A mis hermanos por su presencia y por el apoyo espiritual que me han brindado durante esta etapa de mi vida.

A todas las personas que me ayudaron e hicieron este trabajo, especialmente a los que me abrieron la puerta y compartieron sus ideas.

AGRADECIMIENTOS

Doy gracias a Dios por guiarme a lo largo de mi carrera, por apoyarme y darme fuerzas en estos momentos frágiles y sin aliento.

Agradezco a mi madre Julissa Correa Espinoza ya mi padre Miguel Angel Valdivia Jaimes por ser el artífice de mis primeros sueños, por creer en mis expectativas, por sus consejos, valores y principios que me brindaron.

Gracias a los docentes de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Científica del Sur por compartir sus conocimientos en la preparación de mi carrera y en especial al Maestro Dámaso Ramírez Huaroto, asesor del proyecto de investigación a esta persona con su paciencia y franqueza.

Y también a la Municipalidad de Lima por participar en la realización de mi proyecto de investigación, y sobre todo por la confianza depositada en mí.

INDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	3
AGRADECIMIENTOS.....	4
INDICE GENERAL	5
RESUMEN.....	86
ABSTRACT	87

RESUMEN

El Refugio de Vida Silvestre Los Pantanos de Villa se localiza en la zona urbana de Lima Metropolitana (Perú). Este ecosistema, a pesar de ser un área natural protegida por el Estado, se encuentra frecuentemente impactado por el ser humano con residuos sólidos, aguas residuales, entre otros. A partir de una evaluación de la calidad de agua superficial del humedal en el 2021, se determinó su estado actual considerando tres cuerpos de agua diferentes; manantial o fuente (Las Palmeras), canal (Sangradero) y lagunas (Las Delicias y Mayor). Los resultados reflejaron condiciones favorables en cuanto al contenido de pH en un rango de 7.0 a 8.5, la conductividad en un rango de 2630 a 10,390 $\mu\text{S}/\text{cm}$ debido a la naturaleza del humedal costero cercano al mar. Sin embargo, para los parámetros de demanda bioquímica de oxígeno (DBO), nitratos, aceites y grasas, y oxígeno disuelto sobrepasaron los Estándares de Calidad de Agua, categoría 4, subcategoría 1 (DS-004-2017-MINAM). Para algunos casos como el parámetro de aceites y grasas y nitratos, sobrepasaron los estándares de normas internacionales como ASEAN, CONAGUA y Criterios Ecológicos de Calidad del Agua CE-CCA-001/89. Así mismo, para obtener una calificación integral de la calidad de agua se usó la propuesta del ICA-PE de Perú para identificar el estado actual de la calidad de agua. Se obtuvo que el manantial se encuentra un estado regular y las lagunas y el canal en un estado de calidad de agua malo, lo que significaría que dichas áreas se encuentran con una fuente de contaminación constante y representa un riesgo para la salud pública y los servicios ecosistemas involucrados.

Palabras clave: Humedales costeros, contaminación hídrica, calidad del agua, lagunas.

ABSTRACT

The Los Pantanos de Villa Wildlife Refuge is located in the urban area of Metropolitan Lima (Peru). This ecosystem, despite being a natural area protected by the State, is frequently impacted by humans with solid waste, wastewater, among others. From an assessment of the surface water quality of the wetland in 2021, its current status was determined considering three different bodies of water; spring or fountain (Las Palmeras), canal (Sangradero) and lagoons (Las Delicias and Mayor).

The results reflected favorable conditions in terms of pH content in a range of 7.0 to 8.5, conductivity in a range of 2630 to 10,390 $\mu\text{S}/\text{cm}$ due to the nature of the coastal wetland near the sea. However, for the parameters of biochemical oxygen demand (BOD), nitrates, oils and fats, and dissolved oxygen exceeded the Water Quality Standards, category 4, subcategory 1 (DS-004-2017-MINAM). For some cases such as the parameter of oils and fats and nitrates, they exceeded the standards of international norms such as ASEAN, CONAGUA and Ecological Criteria of Water Quality CE-CCA-001/89. Likewise, to obtain a comprehensive water quality rating, the proposal of the ICA-PE of Peru was used to identify the current state of water quality.

It was obtained that the spring is in a regular state and the lagoons and canal in a poor state of water quality, which would mean that such areas encounter a constant source of pollution and pose a risk to public health and the ecosystem services involved.

Keywords: Coastal wetlands, water pollution, water quality, lagoons.

INTRODUCCIÓN

Los humedales son ecosistemas que han recibido una gran atención ya que se han constituido en amortiguadores hidrológicos y químicos, además de contener hábitats con una flora y fauna representativa (Gattenlöhner et al., 2004). Dado a su importancia en el abastecimiento de agua y la producción de alimentos, los humedales son clave para alcanzar los objetivos de alivio de la pobreza y la sostenibilidad. Sin embargo, diversos estudios científicos muestran que desde el siglo XX se ha perdido el 64% de los humedales existentes en el planeta, a consecuencia de ello dos mil millones de personas pierdan el acceso de agua dulce (Ramsar, 2017). Por otro lado, de acuerdo con el uso de agua en los humedales; el 70% del agua superficial y subterránea que se extrae a escala global tiene fines agrícolas (Hagbrink, I. Ed., 2006). A consecuencia de ello se ha generado una pérdida de los humedales, y su desecación o disminución en su capacidad de almacenamiento o regulación hídrica (FAO, 2017).

Los ecosistemas de humedales regulan los recursos hídricos, además de proveer insumos para la alimentación, producción artesanal y turismo (Miloslavich, 2012), por lo que su buen estado de conservación resulta importante (Cano et al. 1998). Sin embargo, se estima que aproximadamente el 60% de los ecosistemas están degradados por su uso insostenible (Reid et al., 2014). Los humedales en el Perú son reconocidos como un ecosistema amenazado y son propensos a padecer impactos negativos que afectan su equilibrio (Cooperación, 2018).

Asimismo, la Convención Ramsar menciona que los humedales ocupan una función en esta interconexión agua y tierra y que el uso razonable de los humedales también es fundamental para obtener un manejo sostenible del agua (Ramsar, 2012). No obstante, la extracción excesiva y la contaminación del agua pueden dar lugar a importantes cambios en los procesos ecológicos que tienen los humedales, lo que puede provocar la pérdida de biodiversidad (Ramsar, 2010). Además, los principales impactos negativos son generados por el hombre, como la urbanización, las extracciones excesivas del recurso hídrico, sedimentación (zonas costeras), contaminación por pesticidas o fertilizantes vertidos a los ríos y sobreexplotación de la captura de peces (Ramírez et al., 2018). En Lima se han identificado que el 100% de los humedales son impactados por escombros y basura, y el 75% por incremento de urbanización y demográfico, introducción de especies, degradación por ganadería y pastoreo (Aponte, H., Gonzales, S. y Gomez, A., 2020).

Estos problemas señalados en la actualidad son recurrentes en un gran número de humedales costeros como Ventanilla, El Paraíso, Pantanos de Villa, Medio Mundo, Puerto Viejo, entre otros. Este tema ha sido uno de los puntos alarmantes para la conservación y ha permitido promover áreas protegidas. En el Perú, se estimó que los humedales costeros, según la Estrategia Nacional de Humedales aprobada mediante DS-N°-004-2015, representan un área de 0.15% del país, de los cuales los más reconocidos en la costa son Pantanos de Villa, Humedales de Ventanilla y Laguna Mejía, entre otros (MINAM, 2015).

Debido a la importancia de los humedales, el Perú tiene nueve de los trece humedales reconocidos internacionalmente (Ramsar) en Áreas Protegidas por el Estado, en el cual está incluido el “Refugio de Vida Silvestre Los Pantanos de Villa” (SERNANP, 2014). Sin embargo, el crecimiento poblacional constante y la expansión del área urbana ocasiona la reducción de sus hábitats y de la superficie en el humedal (Aponte et al., 2018; Pulido et al., 2018).

Los humedales costeros son de gran importancia por su potencial acuífero, pero frecuentemente presentan problemas ambientales debido a la intervención del hombre, convirtiéndose en lugares de acumulación de residuos sólidos y aguas negras provenientes de las comunidades cercanas (Lancheros & Peña, 2015).

Los “Pantanos de Villa” es un humedal costero con abundancia de flora y fauna: la flora se caracteriza básicamente por la totora (*Schoenoplectus californicus*), junco (*Juncus*) y otras gramíneas como la grama salada (*Distichlis spicata*), ya que predomina por su adaptabilidad a suelos salobres; mientras que la fauna está conformada por más de 250 especies de aves (polla de agua (*Gallinula chloropus*), garza mayor (*Ardea alba*), gaviotas de franklin (*Leucophaeus pipixcan*), cigüeñela (*Himantopus himantopus*), entre otros) que migran periódicamente desde Alaska, la región andina, entre otros lugares, y 153 son residentes (zambullidores (*Podilymbus podiceps*), gallereta (*Fulica*), polla de agua (*Gallinula chloropus*), entre otros) (López, 2021). De esta forma, se demuestra que es una zona inherente que conserva un hábitat natural y biodiversidad de especies que puede ayudar a generaciones futuras por los servicios ecosistémicos que brinda.

Por lo cual, la presente investigación contribuirá con información científica sobre la calidad del agua superficial de los “Pantanos de Villa”, y evaluará el nivel de concentración de parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua, en su condición del cuerpo receptor y componentes básicos de los ecosistemas acuáticos, que puedan representar riesgos significativos para la salud de las personas y la biodiversidad existente. Esto ayudará en los procesos de toma de decisiones y conservación del ecosistema ya que la calidad del agua es un recurso vital para la sobrevivencia de todas las especies de flora y fauna del humedal y del propio bienestar humano.

Materiales y métodos:

Área de estudio

Los “Pantanos de Villa” se encuentran en la ecorregión costera, entre los kilómetros 18 y 21 de la antigua carretera Panamericana Sur, en el del distrito de Chorrillos (Lima, Perú), abarcando un área de 263.27 ha (SERNANP, 2016). Se localizan hidro-geográficamente entre la Inter cuenca de los ríos Rímac y Lurín, cerca del Océano Pacífico (PROHVILLA, 2015).

La presente investigación se realizó en cuatro lugares de muestreo, que corresponden a cuatro tipos de cuerpos de agua: (1) un canal, (2) un manantial o fuente y (3) la Laguna Principal (Laguna Mayor) y (4) Las Delicias, (Figura 1).

El afloramiento llamado el “Manantial de Las Palmeras” se encuentra en el sector Villa Baja.

Este proviene del agua subterránea del acuífero Rímac, cuyas fuentes de recarga son el cauce del mismo río, el deslizamiento de las áreas cultivadas en el Valle y los escurrimientos que se producen desde la red de canales de riego, llegando a saturar la Laguna Principal (Pulido et al., 2018).

Por otra parte, la Laguna Principal se encuentra ubicada en el sur del centro de interpretación de los Pantanos de Villa, cuenta con una extensión de aproximadamente 50,000 m² y una profundidad promedio de 1.8 m (Guillen, 2002).

La laguna Las Delicias se encuentra rodeada por áreas urbanas, ello se debe a que toda su extensión es colindante a la Avenida Defensores del Morro (Camargo, 2018). Durante la visita en campo se observó de manera frecuente residuos sólidos de diferentes clases (plástico, maderas, cartón, materia orgánica, detergentes, etc).

El canal Sangradero, ubicado entre la Av. Defensores del Morro (Antes Av. Huaylas) y Jirón Altivas Canas, tiene una longitud de aproximadamente 715 m, este alimenta a la Laguna Mayor, ubicada a una distancia de 500 m. En este canal, los pobladores realizan el lavado de ropa con el agua que llega del manantial Las Palmeras, en ambas épocas se pudo observar gente bañándose, lavando ropa y vehículos (Figura 1).

Figura 1: Mapa de ubicación del Refugio Silvestre Los Pantanos de Villa

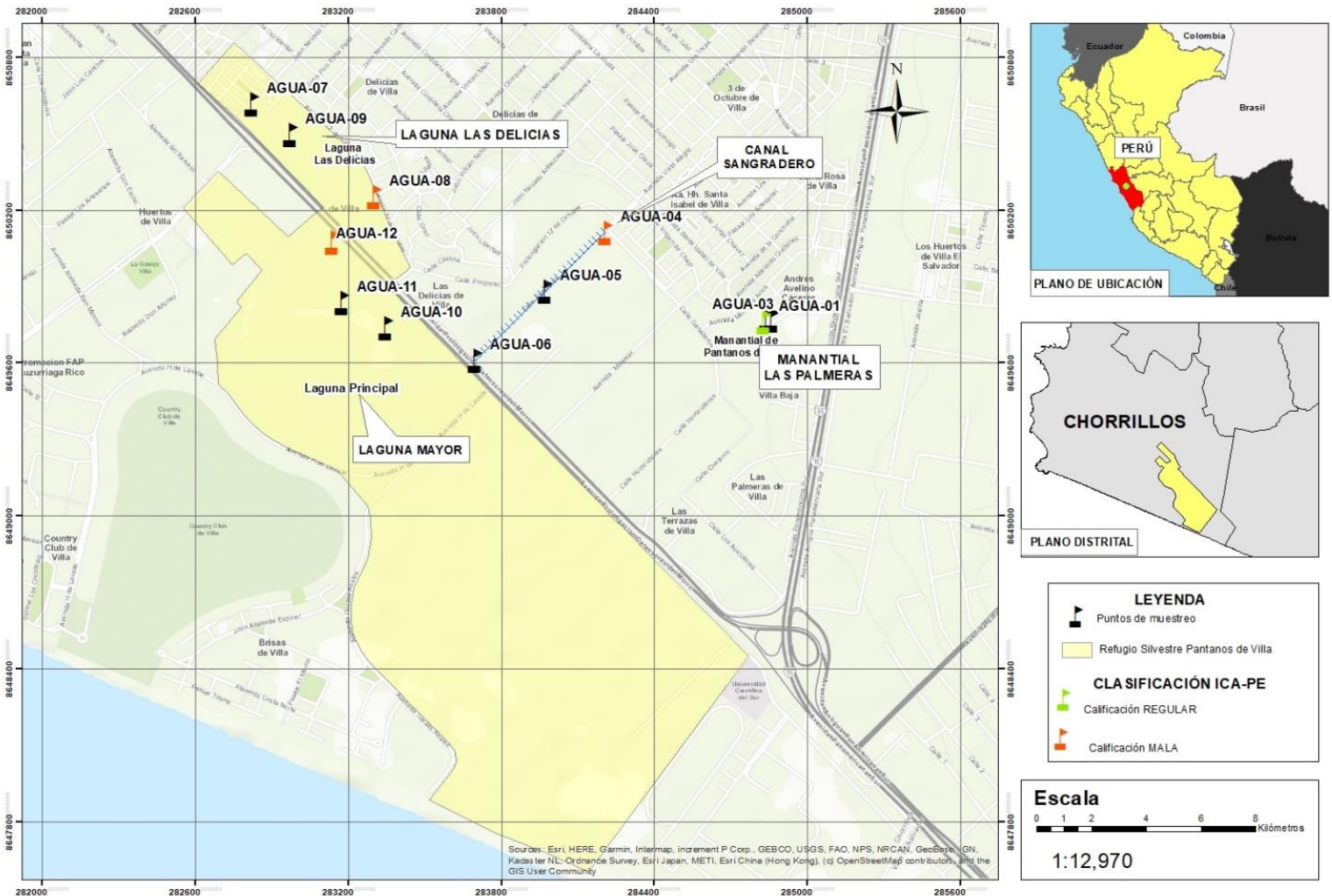




Figura 2. Áreas de estudio en el Refugio de Vida Silvestre Los Pantanos de Villa. (A) Manantial Las Palmeras, (B) Laguna Mayor, (C) Canal Sangradero y (D) Laguna Las Delicias.

Toma de muestra

Para el ingreso al “Área Natural Protegida Los Pantanos de Villa” se presentó una solicitud de permiso de investigación al “Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado” (SERNAMP) y a PROHVILLA, con el fin de realizar la colecta de muestras de agua que comprende el proyecto con los siguientes códigos de carta N°062-DGPPI-CIENTIFICA-2020 Y N°061-DGPPI-CIENTIFICA-2020.

Posterior a ello, se establecieron 12 puntos de monitoreo, de los cuales tres fueron tomados en el afloramiento manantial Las Palmeras, tres en la Laguna Principal, tres en el canal Sangradero y tres en la laguna Las Delicias. Los muestreos se realizaron en dos épocas del año 2021 considerando el incremento del nivel del agua en el mes de agosto (invierno) y descenso en el mes de marzo (verano) (Municipalidad de Lima, 2020). Se evaluaron los parámetros de pH, temperatura, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, aceites y grasas, nitratos, demanda bioquímica de oxígeno (DBO), coliformes termotolerantes, sólidos disueltos totales y fósforo total.

Los parámetros de pH, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto fueron medidos directamente en campo. Para los otros parámetros se recolectaron en los siguientes recipientes: botellas de polietileno de 60 mL (nitratos), frasco vidrio ámbar de 500 mL boca ancha (aceites y grasas), frasco PVC estéril de 250 mL (fósforo total y DBO) y frasco de PVC ¼ blanco (coliformes termotolerantes). Que posteriormente fueron enviadas al Laboratorio SGS, el cual tiene una certificación internacional de INACAL (Instituto Nacional de Calidad) y se aplicaron sus protocolos al momento de realizar el muestreo. Ambas muestras (época húmeda y seca) se iniciaron en el rango de las 8:00 am a 8:30 am, y el tiempo entre tomas de las mismas muestras fue un máximo de 10 min con los respectivos procedimientos. Cada botella fue rotulada según la procedencia de la muestra, el día, la hora, el tipo de parámetro y el nombre de quien realizó el muestreo.

Evaluación de los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos

Selección de los puntos de muestreo

Se consideraron los 12 puntos de muestreo tomando como referencia los puntos establecidos previamente por PROHVILLA (“Autoridad Municipal de Los Pantanos de Villa”) en sus monitoreos mensuales de calidad de agua en los “Pantanos de Villa” (Figura 1).

Muestreo

Se midieron parámetros en campo con un equipo multiparámetro Hanna HI 9813-6 (pH, temperatura, conductividad eléctrica y sólidos disueltos totales) y para el oxígeno disuelto se utilizó el oxímetro Hach Pocket Pro. Luego, se obtuvieron muestras en recipientes para la medición de fósforo total y nitrato. Finalmente, se procedió a recolectar la muestra para evaluar la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), coliformes termotolerantes, aceites y grasas, cumpliendo con las especificaciones solicitadas por el protocolo del Laboratorio.

Se obtuvieron 12 muestras por cada parámetro y época (húmeda y seca) que fueron llevadas al Laboratorio SGS. Los métodos de ensayo empleados por el laboratorio fueron las siguientes: aceites y grasas (“ASTM D3921 – 96”); Numeración de coliformes fecales o termotolerantes (“SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221E.1”); demanda bioquímica de oxígeno (mg/L) (“SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B”); Fósforo Total (mg/L) APHA4500PFJ (“SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P. F”) y nitratos (mg/L) (“EPA 300.0 Rev. 2.1”).

Los valores obtenidos se compararon con los valores establecidos en la “categoría 4 (conservación del ambiente acuático), subcategoría E1 (lagunas y lagos) del ECA” (Estándar de Calidad de Agua) para agua de la normativa legal del Perú, y la temperatura del año 2020 (MINAM, 2017). Asimismo, los sólidos disueltos totales no fueron considerados, puesto que este no se encuentra en la categoría 4 de Conservación del ambiente acuático, sin embargo, se comparó con el D.S. 002-2008 MINAM, a manera referencial.

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico de los parámetros evaluados en las muestras de los cuerpos de agua (canal Sangradero, laguna Las Delicias, Laguna Mayor y manantial Las Palmeras), se aplicó el siguiente procedimiento: i) se realizó la prueba de normalidad con Shapiro Wilk y la homogeneidad de varianzas; ii) posterior a ello, al no tener una distribución normal, se verificó si existían diferencias con la prueba de Kruskal Wallis; iii) finalmente, para realizar la respectiva comparación entre cuerpos de agua se aplicó la prueba Bonferroni con base en los parámetros evaluados de calidad de agua.

Por otro lado, para ver la diferencia por estacionalidad se aplicó el siguiente procedimiento: i) se realizó la prueba de Wilcoxon para verificar la diferencia significativa entre estaciones, se utilizó esta prueba ya que los datos no presentaron una distribución normal.

Los análisis de comparación se hicieron en el software estadístico IBM SPSS Statistics, versión 28.0, a un nivel de confianza de 95%.

Cálculo del índice de Calidad de Agua (ICA-PE)

Se utilizó la metodología para la determinación del “índice de calidad de agua ICA-PE” empleados en los cuerpos de agua continentales superficiales (Autoridad Nacional del Agua, 2018), la cual indica que para la aplicación del índice se debe utilizar como mínimo cuatro parámetros en tiempos diferentes.

En el presente estudio se utilizó cuatro parámetros en tiempos diferentes, por lo tanto, se escogieron cuatro puntos de monitoreo que coincidían con los puntos seleccionados en la base de datos de PROHILLA de manera mensual, ubicados uno en el manantial Las Palmeras, uno al inicio del canal Sangradero, en la laguna Las Delicias y en la Laguna Mayor del año 2021, entre los meses de enero, febrero, marzo, abril, mayo y agosto. Los parámetros seleccionados fueron; pH, fósforo total, nitratos y oxígeno disuelto.

Tabla 1: Datos de monitoreo mensual de PROVILLA (2021) manantial Las Palmeras y canal Sangradero

Zona	E-01 - Manantial				E-04 canal Sangradero			
	pH	Fósforo total (mg/L)	Nitratos (mg/L)	OD (mg/L)	pH	fósforo total (mg/L)	Nitratos (mg/L)	OD (mg/L)
Enero	7.2	0.01	124.04	1.8	6.9	<0.1	166.343	2.1
Febrero	7	2	44.3	1.3	-	-	-	-
Marzo	7.3	<0.01	294.816	2.9	-	-	-	-
Abril	7.1	0	44.3	1.7	7	0.1	39.9	4
Mayo	7.1	0.3	53.2	3.5	7	0.2	39.9	7.5
Agosto	7.2	<0.01	300	3.8	7	0.11	84.504	6.7

Tabla 2: Datos de monitoreo mensual de PROVILLA (2021) laguna Las Delicias y Laguna Mayor

Zona	E-08 Las Delicias				E-12 Laguna Mayor			
	pH	fósforo total (mg/L)	Nitrato (mg/L)	OD (mg/L)	pH	fósforo total (mg/L)	Nitrato (mg/L)	OD (mg/L)
Enero	7.2	<0.01	54.735	4.4	8.6	1	13.2	10.5
Febrero	-	-	-	-	8.8	1	4	8.1
Marzo	-	-	-	-	6.9	1	26.58	2.5
Abril	6.7	0	17.7	3.3	-	-	-	-
Mayo	6.8	0	8.9	3.5	-	-	-	-
Agosto	7.4	<0.01	<0.062	13.3	7	<0.01	175.382	12

C.E: Conductividad eléctrica; O.D: oxígeno disuelto; DBO: Demanda bioquímica de oxígeno. Los cuadros en vacío, significa ausencia de información para ese mes, recopilado de la base de datos de monitoreo de PROHILLA.

En ese sentido, los parámetros considerados para la aplicación del “ICA-PE” en la categoría “Conservación del ambiente acuático”, fueron fósforo total, pH, OD y nitratos. Además, los puntos que se tomaron para obtener dichos resultados fueron uno por cada cuerpo de agua.

Para ello, se aplicó la siguiente fórmula para los 6 monitoreos realizados en los meses de enero, febrero, marzo abril, mayo y agosto:

Donde:

Tabla 3: Formula del “Índice de Calidad de Agua – PE”

ICA - PE	$100 - \sqrt{\frac{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}{3}}$	Ecuación 1
Alcance (F_1)	$\frac{\text{Número de parámetros que no cumplen los ECA – agua}}{\text{Número total de parámetros a evaluar}}$	Ecuación 2
Frecuencia (F_2)	$\frac{\text{Número de parámetros que NO cumplen los ECA – agua de los datos evaluados}}{\text{Número total de parámetros a evaluar}}$	Ecuación 3
Amplitud (F_3)	$\frac{\text{Suma normalizada de excentes}}{\text{Suma normalizada de excedentes} + 1} * 100$	Ecuación 4

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Potencial de hidrógeno (pH)

Se encontró un rango de pH de 7.1 a 9.0 para los diferentes cuerpos de agua: manantial, lagunas y canal (Tablas 4 y 5). Además, no se evidenció diferencias ($p > 0.05$) entre ambas épocas de verano e invierno (Tabla 6), lo que indicaría que el pH en las muestras de los cuatro cuerpos de agua no varía significativamente, situándose entre neutro y ligeramente alcalino.

Por otro lado, se evidencia que los valores de pH tanto en la Laguna Mayor, Las Delicias, el canal Sangradero y el manantial en la época de invierno oscila en un rango de 7.0 a 9.10 (Figura 2). Asimismo, en la época de verano en el canal Sangradero se obtuvo rangos de 7.10 a 7.40 (Figura 3), señalando como neutra en ambas estaciones. Este mismo rango de pH se obtuvo para el estudio de Amanca (2019) en la laguna Génesis y el manantial Las Palmeras ubicado en Pantanos de Villa, cumpliendo con los “estándares de calidad ambiental (ECA)” para agua; por ende, se encuentra en condiciones óptimas para el desarrollo de la fauna y flora.

En la época de verano en la Laguna Mayor, se obtuvieron valores de pH de 8.90 a 9.30, sobrepasando los ECA para agua. Al respecto, Alarcón Herrera et al. (2018) mencionan que el pH mayor de 7.5 es atribuido a la presencia de algas o vegetación en su entorno acuático sumergido, lo que puede aumentar el pH del agua a través de la fotosíntesis.

No obstante, el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET) reportó las mismas condiciones de pH del presente estudio, en la Laguna Mayor para el año 2019 y mencionó que esa situación ocurrió debido a la presencia de ion carbonato, en el momento de la liberación del CO₂, por la abundante vegetación que existe en el borde de la laguna (INGEMMET, 2019).

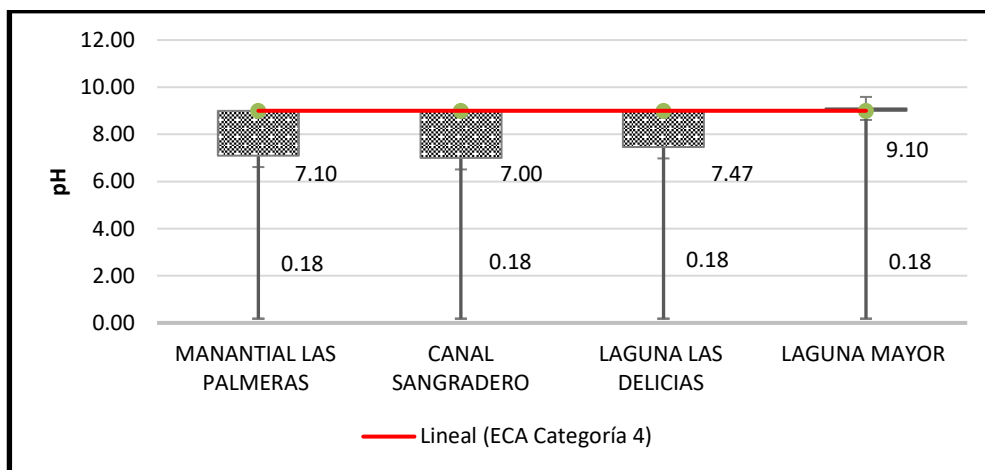


Figura 2. Concentración de pH en época de invierno (\pm EE) en los cuerpos de agua de manantial Las Palmeras, canal Sangradero, laguna Las Delicias y laguna Mayor. La línea roja representa el “estándar de calidad de agua (ECA 4)” establecido por D.S 004-2017-MINAM-PERÚ.

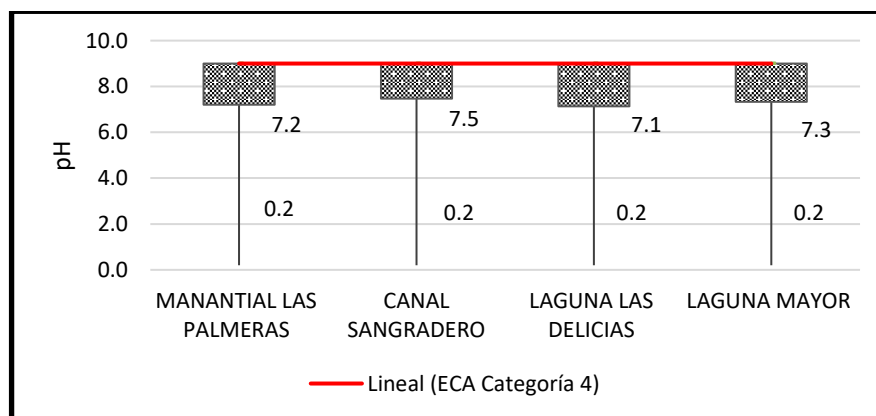


Figura 3. Concentración de pH en época de verano (\pm EE) en los cuerpos de agua de manantial Las Palmeras, canal Sangradero, laguna Las Delicias y Laguna Mayor. La línea roja representa el estándar de calidad ambiental para agua (ECA 4) establecido por el D.S. 004-2017-MINAM-PERÚ.

Conductividad eléctrica

Para los cuatro cuerpos de agua, se evidencia una cantidad considerable de sales, generando un elevado rango del parámetro de conductividad. Además, todos los cuerpos de agua sobrepasaron lo establecido en la categoría 4 del ECA para agua (Ministerio del Ambiente, 2017), ya que exceden el “valor máximo de 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ”. El rango de media de conductividad eléctrica que resultó en la época de verano fue de 6856.67 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 9323.33 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y en la época de invierno fue de 2883.33 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 9180 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Esto se debe principalmente por su ubicación geográfica ya que el humedal pertenece a un sitio costero marino (Gerbeaux, 2004). Huaman-Vilca & Lucen-Espinoza (2020) afirman que los valores altos en conductividad eléctrica están vinculados directamente con la salinidad presente en el suelo, que llega a las aguas subterráneas y superficiales, además de la presencia de los residuos sólidos, desmonte y algas en exceso que ocasionan el incremento de la conductividad eléctrica. Dichos valores reportados para el humedal de Pantanos de Villa para el parámetro de conductividad eléctrica es notoriamente menor al humedal La Mansión en Lima, reportado por Gómez et al. (2018), cuyo valor fue un promedio de 340 $\mu\text{S}/\text{cm}$, lo que revela una disminución de sales disueltas en el agua.

Sólidos disueltos totales

Con respecto a los valores obtenidos a través de la fórmula propuesta por Water Reuse (2007), que muestra el tipo de agua según el cálculo de sólidos disueltos totales. Se identificó que el tipo de agua del manantial y el canal es salobre, mientras que el de las lagunas Las Delicias y Mayor es salina.

Además, el parámetro de sólidos disueltos totales mide el contenido de sólidos totales de sales y residuos orgánicos como resultado de la absorción a través de una membrana de fibra de vidrio con porosidad entre 1,0 y 1,2 μm . (Eaton et al., 2012), por lo que se seleccionó dicho parámetro a pesar de no pertenecer a la “categoría 4 de los estándares de calidad de agua” para lagos y lagunas del año 2017, ya que actualmente se encuentran impactados los cuatro cuerpos de agua seleccionados por diversos residuos, viendo así la necesidad de tomar dicho parámetro. Sin embargo, se realizó una comparación con el ECA 2008 (500 mg/L) (Ministerio del Ambiente, 2008), sobrepasando los estándares indicados (Figuras 4 y 5).

Con respecto a los resultados mencionados en el Tabla 6, en ambas épocas de verano e invierno se evidencia que no existe diferencia estadísticamente significativa. Esto ocurre debido a que el agua salobre para el manantial Las Palmeras y el canal Sangradero, que se conecta con el cuerpo de agua de la Laguna Mayor, ocurre en medio de una gradiente de salinidad a lo largo de tramos, en donde la sal y el agua dulce se mezclan. Además, ocurre en las zonas altas del humedal, a comparación de la laguna Las Delicias y Mayor, que están ubicadas en la parte baja, por lo que se mostró un resultado alto en salinidad, nombrándose como agua salina (Common Wealth of Massachusetts, 2016). No obstante, para el estudio del humedal de Ventanilla (humedal costero de Lima), también sobrepasó los ECA para agua 2008, debido a que los humedales intervienen como sumideros para la evacuación de nutrientes, por lo que sus valores tienden a ser elevados (Vidal, 2018).

Por otro lado, Amanca (2019) hizo el análisis de calidad de agua del manantial para el parámetro de sólidos disueltos totales, sobrepasando el estándar de calidad de agua establecido, mencionando así que existe un residuo de partículas (iones solubles en agua) que podría ser debido a que las personas lavan su vestimenta en dicho lugar y dejan restos de jabón, blanqueadores o limpiadores.

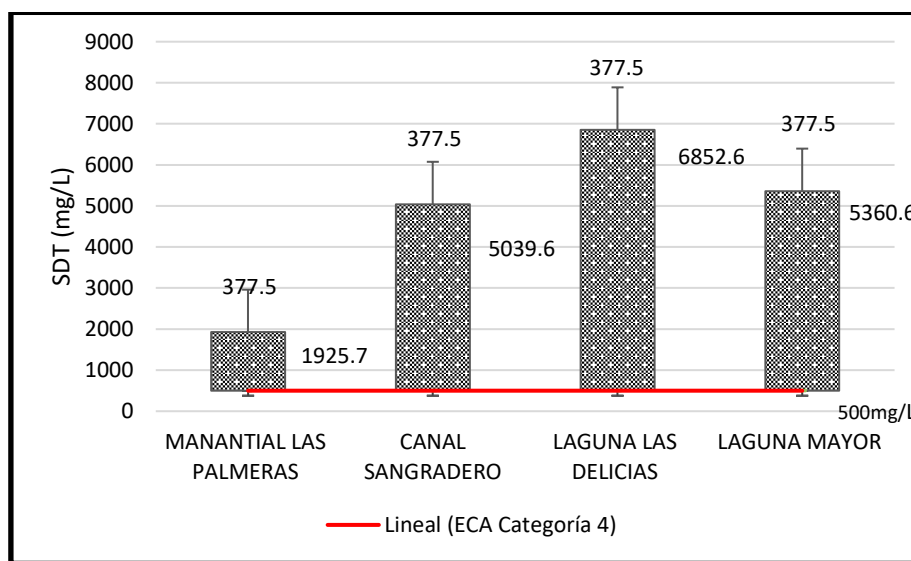


Figura 4. Concentración de SDT (sólidos disueltos totales) en época de verano (\pm EE) en los cuerpos de agua del manantial Las Palmeras, canal Sangradero, laguna Las Delicias y Laguna Mayor en los Pantanos de Villa. La línea roja representa el “estándar de calidad de agua” establecido por el D.S. 002-2008-MINAM.

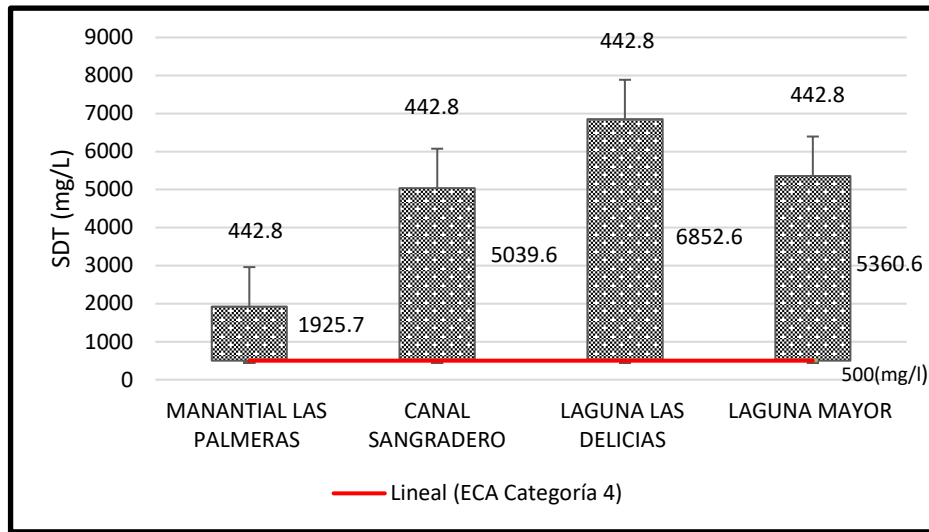


Figura 5. Concentración de SDT (sólidos disueltos totales) en época de invierno (\pm EE) en los cuerpos de agua del manantial Las Palmeras, canal Sangradero, laguna Las Delicias y Laguna Mayor en los Pantanos de Villa. La línea roja representa el “estándar de calidad de agua” establecido por el D.S. 002-2008-MINAM.

Tabla 4: Parámetros físico-químicos de aguas superficiales en cuatro cuerpos de agua en Los Pantanos de Villa (época de verano).

	CE ($\mu\text{S/cm}$)	pH	OD (mg/L)	SDT (mg/L)	Fósforo total (mg/L)	DBO (mg/L)	Aceites y grasas (mg/L)	Nitratos (mg/L)	Coliformes termotolerantes (NMP/100ml)
<i>Manantial Las Palmeras</i>									
Media \pm EE	1826.67 \pm 818.43	7.20 \pm 0.18	5.57 \pm 2.00	2119,2 \pm 377.5	0.01 \pm 0.022	2.50 \pm 3.89	0.30 \pm 0.54	295.41 \pm 106.65	1.70 \pm 0.07
Sig.	0.02	0.27*	0.11*	0.01	0.04	0.07*	0.06*	0.28*	0.39*
<i>Canal Sangradero</i>									
Media \pm EE	9323.33 \pm 818.43	7.47 \pm 0.18	12.03 \pm 2.00	4917,4 \pm 377,5	0.01 \pm 0.022	13.17 \pm 3.89	1.70 \pm 0.54	145.97 \pm 106.65	1.80 \pm 0.07
Sig.	0.02	0.27*	0.11*	0.01	0.04	0.07*	0.06*	0.28*	0.39*
<i>Laguna Las Delicias</i>									
Media \pm EE	6856.67 \pm 818.43	7.13 \pm 0.18	7.87 \pm 2.00	6747.3 \pm 377.5	0.05 \pm 0.022	2.50 \pm 3.89	0.30 \pm 0.54	106.59 \pm 106.65	1.70 \pm 0.07
Sig.	0.02	0.27*	0.11*	0.01	0.04	0.07*	0.06*	0.28*	0.39*
<i>Laguna Mayor</i>									
Media \pm EE	7293.33 \pm 818.43	7.33 \pm 0.18	10.57 \pm 2.00	5554,1 \pm 377,5	0.01 \pm 0.022	3.17 \pm 3.89	2.23 \pm 0.54	116.07 \pm 106.65	1.70 \pm 0.07
Sig.	0.02	0.27*	0.11*	0.01	0.04	0.07*	0.06*	0.28*	0.39*

Tabla 5: Parámetros fisicoquímicos de aguas superficiales en cuatro cuerpos de agua en Los Pantanos de Villa (época de invierno).

	CE ($\mu\text{S/cm}$)	pH	OD (mg/L)	SDT (mg/L)	Fósforo total (mg/L)	DBO (mg/L)	Aceites y grasas (mg/L)	Nitratos (mg/L)	Coliformes termotolerantes (NMP/100ml)
<i>Manantial Las Palmeras</i>									
Media \pm EE	2883.33 \pm 513.6	7.10 \pm 0.20	2.13 \pm 1.22	1925,7 \pm 442,8	0.00 \pm 0.027	2.50 \pm 1.77	0.30 \pm 0.52	292.65 \pm 20.27	1.90 \pm 0.60
Sig.	0.02	0.04	0.04	0.53*	0.04	0.07*	0.14*	0.02	0.43*
<i>Canal Sangradero</i>									
Media \pm EE	6690.00 \pm 513.6	7.00 \pm 0.20	3.33 \pm 1.22	5039.6 \pm 442,8	0.04 \pm 0.027	2.50 \pm 1.77	0.30 \pm 0.52	160.13 \pm 20.27	1.90 \pm 0.60
Sig.	0.02	0.04	0.04	0.53*	0.04	0.07*	0.14*	0.02	0.43*
<i>Laguna Las Delicias</i>									
Media \pm EE	9180.00 \pm 513.6	7.47 \pm 0.20	4.27 \pm 1.22	6852.6 \pm 442.8	0.01 \pm 0.027	6.50 \pm 1.77	0.80 \pm 0.52	49.58 \pm 20.27	1.90 \pm 0.60
Sig.	0.02	0.04	0.04	0.53*	0.04	0.07*	0.14*	0.02	0.43*
<i>Laguna Mayor</i>									
Media \pm EE	7556.67 \pm 513.6	9.10 \pm 0.20	14.03 \pm 1.22	5360,6 \pm 442.8	0.06 \pm 0.027	3.43 \pm 1.77	1.43 \pm 0.52	15.89 \pm 20.27	2.83 \pm 0.60
Sig.	0.02	0.04	0.04	0.53*	0.04	0.07*	0.14*	0.02	0.43*

“CE: Conductividad eléctrica; OD: oxígeno disuelto; DBO: Demanda bioquímica de oxígeno”. EE: error estándar y Sig: diferencia entre cuerpos de agua para la prueba de Kruskal Wallis ($p > 0.05$) para cada parámetro. (*) No existe diferencia significativa entre cuerpos de agua.

Tabla 6. Diferencias por estacionalidad (verano/invierno) para los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.

	CE (μ S/cm)	pH	OD (mg/L)	SDT (mg/L)	Fósforo total (mg/L)	DBO (mg/L)	Aceites y grasas (mg/L)	Nitratos (mg/L)	Coliformes termotolerantes (NMP/100ml)
Z	-0.824 ^b	-0.614 ^b	-1.883 ^c	0.000 ^d	-0.421 ^c	-0.674 ^c	-1.490 ^c	-0.628 ^c	-2.496 ^b
Sig. asin. (bilateral)	0.410*	0.539*	0.060*	1.000*	0.674*	0.500*	0.136*	0.450*	0.013

“CE: Conductividad eléctrica; OD: oxígeno disuelto; DBO: Demanda bioquímica de oxígeno. Se aplicó la prueba de Wilcoxon ($p > 0.05$)” para cada parámetro. (*) No existe diferencia significativa entre épocas.

Oxígeno disuelto

Un parámetro muy importante para evaluar la calidad de los cuerpos de agua para la protección de la vida acuática es el oxígeno disuelto (OD). Este parámetro fluctuó en época de verano entre los puntos E-02 y E-03 (manantial Las Palmeras), E-05 y E-06 (canal Sangradero), E-08 y E-09 (laguna Las Delicias), E-11 y E-12 (Laguna Mayor) de 6.0 mg/L a 16.2 mg/L. En la mayoría de los casos, se presentaron concentraciones superiores a 5 mg/L, límite mínimo recomendado por el D.S. N° 004-2017-MINAM-PERÚ en la categoría 4 del ECA para agua (Ministerio del Ambiente, 2017). Otro humedal que superó el valor mínimo recomendado fue el humedal El Paraíso, ubicado en Huacho (Lima), pero presentó un rango de variación menor 7.00 mg/L a 7.18 mg/L, cumpliendo con el ECA para agua 2017, favoreciendo el desarrollo de microorganismos acuáticos y la disponibilidad de alimento para aves limícolas (Fernando et al., 2009).

Sin embargo, los puntos del manantial Las Palmeras mostraron una media de 2.13 mg/L en época de invierno, siendo un valor más bajo en comparación con los otros cuerpos de agua (canal Sangradero, lagunas Mayor y Las Delicias), lo que podría estar relacionado con su uso (para lavar ropa).

Además, se observaron residuos orgánicos en los entornos de algunos cuerpos de agua, principalmente del canal Sangradero y la laguna Las Delicias, los cuales serían averiados por bacterias aeróbicas. Cuando este tipo de desechos se encuentra en superávit, el desarrollo de las bacterias reduce el oxígeno y no es posible la supervivencia de peces u otro organismo aeróbico (DIGESA, 2020). A pesar de dicho impacto generado por la población aledaña en el manantial Las Palmeras, canal Sangradero y la laguna Las Delicias en época de invierno (Tabla 5), se observaron peces en dicha área, como la especie exótica “tilapia” (*Oreochromis niloticus*), entre otras, que pueden tolerar niveles bajos de oxígeno disuelto; además, a consecuencia de ello, evita el crecimiento y desarrollo de otras especies nativas (Tratado de Cooperación Amazónica Secretaria Pro Tempore, 2015).

Demanda bioquímica de oxígeno

El DBO se presentó en un rango entre 2.50 mg/L a 13.17 mg/L en época de verano (marzo) y en un rango de 2.50 mg/L a 6.50 mg/L en época de invierno (agosto). Además, el manantial Las Palmeras mantuvo un rango medio de 2.5 mg/L en ambas épocas (Tablas 4 y 5); asimismo, se mostró que no existe diferencia significativa entre los cuerpos de agua estudiados (Tabla 6). Adicionalmente, se hizo la respectiva comparación con la Escala de Clasificación de la Calidad de Agua (CONAGUA, 2010), identificando que el DBO se catalogaría como agua no contaminada.

Asimismo, para los puntos de la Laguna Mayor se catalogó agua de buena calidad con bajo contenido de materia orgánica biodegradable en ambas épocas. Se comparó con el ECA para agua (Ministerio del Ambiente, 2017) y la mayor parte de los valores se encontraron por debajo del establecido de 5 mg/L en la categoría 4 de humedales y lagos.

Rincón Medina & Millán Ballén (2013) demostraron que el DBO se reduce rápidamente al entrar al humedal por acción de los microorganismos, siendo suficiente un tiempo de retención de 2 días. No obstante, según Pereda & Rebaza, (2021), mediante su evaluación de la lenteja de agua (*Lemna minor*) para depurar las aguas residuales de un humedal, evidenciaron que dicha especie pudo reducir el parámetro de DBO en un 89.6%, por lo que dicha especie, presente en los Pantanos de Villa, así como otras plantas nativas, logran un control de este parámetro, por lo cual no existen valores excesivos en los análisis de resultados de DBO, logrando así la reducción de concentraciones que pueda afectar el ecosistema.

Por otro lado, para el puntaje E-09 (Laguna Las Delicias), el promedio fue de 2,50 mg/l en verano y 6,50 mg/l en invierno, lo que se clasificó como aceptable con signos de contaminación (el agua superficial tiene la capacidad de carga de aguas residuales tratadas biológicamente). Se compararon con los resultados de García et al. (2004), quien menciona que la concentración de DBO puede ser ocasionada por efluentes industriales, generando la posibilidad de malos olores, lo cual es una situación similar que padece el humedal Pantanos de Villa, ya que en su momento se pudo observar un color turbio y la presencia de detergentes causados por la misma población local.

Nitratos y Fósforo total

Otros parámetros significativos para la conservación de la vida acuática son los que se relacionan al proceso de eutrofización. Con respecto a los “Criterios Ecológicos de Calidad del Agua, CE-CCA-001/89” (SERMANAT, 1989), se establece un máximo recomendado de 5 mg/L para nitratos, en tanto para fósforo total es de 0.1 mg/L en cuerpos de agua. Paralelamente, se comparó con los ECA para agua categoría 4, que establece un valor de 0.035 mg/L para el fósforo total y 13 mg/L para nitratos. En relación con los nitratos, se observó en un rango de 106mg/L a 295 mg/L en verano y de 15mg/L a 292 mg/L en invierno, sobrepasando ambas mediciones lo establecido en las normas. Asimismo, con respecto a la comparación entre época, tanto para el parámetro de fósforo total como nitratos, no se observó una diferencia significativa (Tabla 6).

El incremento de las concentraciones de nitratos puede atribuirse probablemente por las descargas de aguas residuales domésticas, lo cual se observó durante la visita a campo por las comunidades aledañas de la zona o de las excretas de ganados que transitan en el humedal, en caso del canal Sangradero.

Por otro lado, Leo et al. (2014) reportaron en el humedal de Albufera Medio Mundo, ubicado en Huaura (Lima), un valor de 300.3 mg/L de nitratos, mencionando que es óptima, debido a que los nutrientes no se encuentran en exceso, ya que no estimula el crecimiento exagerado de las algas o macro algas; sin embargo, puede llegar a elevados niveles a consecuencia de la persistencia de prácticas agrícolas o residuos urbanos.

La alta concentración de nitratos en el manantial Las Palmeras, a comparación del canal Sangradero, lagunas Mayor y Las Delicias, coinciden con el mismo análisis de Tang et al. (2004), quienes señalan que esta disminución es debida a la presencia de la vegetación que aparece al llegar a lo demás cuerpos de agua, ya que esta vegetación existente contribuye a la absorción del nitrógeno en las demás áreas de estudio.

Con respecto al fósforo total, se observan puntos con alta concentración que sobrepasaron los ECA para agua con 0.11 mg/L en época de invierno para el punto E-04 (canal Sangradero), lo que señala que el fósforo presente en el agua podría haber generado inicio de eutrofización.

Aceites y grasas

Con respecto a los resultados obtenidos en ambas épocas, 0.3 mg/L a 2.7 mg/L en verano y 0.3 mg/L 2.4 mg/L en invierno. Según lo establecido en la categoría 4 del ECA para agua, no sobrepasan el valor de 5 mg/L. Sin embargo, para la norma internacional como la ASEAN (Asociación de Naciones del Sudeste Asiático) (Australian Agency for International Development, 2008), superan el límite superior, que se encuentra por encima del valor establecido de 0.14 mg/L. En la actualidad dicho parámetro no ha sido evaluado en otros humedales costeros, siendo este presente estudio el único hasta la actualidad.

Coliformes termotolerantes

Estos microorganismos permiten establecer el grado de degradación de los cuerpos de agua y son utilizados internacionalmente como indicadores de contaminación (Robert, 2014).

Se encontró una diferencia significativa entre la época de verano e invierno entre los cuerpos de agua, el manantial Las Palmeras, canal Sangradero, lagunas Las Delicias y Mayor (Tabla 6); se obtuvieron medias de 1.70 NMP/100 mL a 1.80 NMP/100 mL en época de verano y 1.90 NMP/100 mL a 2.83 NMP/100 mL en invierno. Sin embargo, entre lagunas no hubo diferencia significativa ($p > 0.05$) tanto para la temporada de verano y temporada de invierno (Tablas 4 y 5). Es importante considerar que esta concentración de coliformes termotolerantes presente en las cuatro zonas de estudio no representaría una amenaza en la salud humana y animal. Por ejemplo, los coliformes *Serratia* spp. y *Hafnia* spp. pueden crecer en las lagunas dado que forman parte de este tipo de ecosistema (Rodríguez et al., 2017).

Además, se hizo la comparación con el “D.S. 004-2017 MINAM, categoría 1 población y recreacional subcategoría A1: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable”, con 20 NMP/100mL y la categoría 4 conservación del ambiente acuático, subcategoría 1 para lagos, lagunas y humedales de 1000 NMP/100 mL y ningún resultado sobrepasaba los estándares establecidos.

Asimismo, con respecto a la diferencia significativa por estaciones, coincidió con el estudio de Vidal et al. (2017) en el humedal ACR de Ventanilla (Lima). Además se obtuvieron resultados similares en el humedal de Villa María (menor de 1.8 NMP/100mL), no sobrepasando los ECA para agua tanto para la categoría 4 como 1, recomendando de que dicha agua podría ser descontaminada con métodos tradicionales y ser potable (Lopez et al., 2020).

El resultado de este humedal se asemeja con el humedal de Los Pantanos de Villa, demostrando que tan solo conservando la calidad de agua podría ayudar al cuidado del hábitat de los ecosistemas de estas áreas urbanas.

Por otro lado, para el caso del humedal ACR Ventanilla, Rodríguez et al. (2017) reportaron altos niveles de contaminación microbiológica (de las 15 estaciones monitoreadas, dos presentaron un promedio de los coliformes termotolerantes mayor de 1000 NMP/100mL), debido a la presencia de nidos de aves y de un asentamiento humano en los límites. Los resultados del presente estudio en Los Pantanos de Villa muestran que las concentraciones de coliformes termotolerantes son bajas, a pesar de que dicho humedal pueda encontrarse cercano a Lima Metropolitana, lo cual no impediría ser propenso a exceder sus concentraciones.

Con respecto a la comparación de todos los parámetros físico-químicos y microbiológicos y debido a la proximidad a la zona urbana, se muestran concentraciones significativas que pueden afectar el ecosistema; sin embargo, se tiene el caso en Costa Rica, en el que las cuencas hidrográficas en parques nacionales y áreas protegidas mantienen un adecuado índice ambiental de los parámetros tanto físico-químico como microbiológico, a pesar de recibir unos 3.1 millones de visitas al año (Jovanelly et al., 2020). Si se toman en cuenta los ejemplos positivos mencionados, donde se preserva la calidad de agua en zonas naturales a pesar de la interacción con el ser humano, es posible que las necesidades de Los Pantanos de Villa lleguen al mismo equilibrio ambiental (Lopez et al., 2020).

A pesar de ello, actualmente tanto Prohvilla y SERNAMP autoridades encargadas de la gestión ambiental de esta área están trabajando para poder tener un hábitat adecuado para los seres vivos y para la población de Lima metropolitana. La poca información en el tema de calidad de agua con respecto a los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos se ha podido evidenciar en los estudios antiguos que han sido evaluados en su momento, por lo que sería de gran apoyo abordar y generar información frecuente y compartirlo, y así generar una concientización para los actores locales que viven en su entorno y dar a conocer la importancia de su cuidado.

Índice de Calidad de Agua ICA – PE

Con base en el análisis del “índice de calidad de agua ICA-PE” (“Autoridad Nacional del Agua, 2018”) para los cuerpos de agua superficial de los Pantanos de Villa, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 3: “Índice de calidad de agua – ICA-PE” para “Los Pantanos de Villa”

Punto de monitoreo	Resultado del ICA-PE	Clasificación
E-01 Manantial Las Palmeras	71.8	Regular
E-04 Canal Sangradero	33.3	Malo
E-08 Laguna Las Delicias	33.3	Malo
E-12 Laguna Mayor	33.3	Malo

Los sitios de monitoreo fueron seleccionados para la evaluación del ICA-PE en los meses de enero, febrero, marzo, abril, mayo y agosto, donde se encontraron residuos sólidos, madera cosechada, estiércol de ganado, agentes de limpieza, etc. Otro punto observado durante la visita de campo fue la falta de tratamiento

de aguas residuales domésticas, lo que lleva a especulaciones directas y continuas sobre la disponibilidad de agua y posiblemente a un problema de alteración de las concentraciones de DBO y nitrato presentes en las áreas de humedales (Espinoza y Villalta)., 2004; Chamizo y Mora, 2006; Calvo-Brenes y Mora-Molina, 2007; Morales-Hidalgo, 2013). Por otro lado, se han mostrado valores altos de sólidos disueltos totales, posiblemente debido a los efectos corrosivos de las actividades que presentan los Pantanos de Villa en su entorno. Las consecuencias de aumentar este parámetro en el agua son dañino para muchos organismos acuáticos, disminuyendo la capacidad de muchas bacterias para reproducirse con éxito, así como reduciendo la transmisión de luz, afectando la producción primaria (Villegas et al., 1995). Además, algunos canales son utilizados por personas para lavar ropa, lavar, lavar autos y pastar. Estas prácticas durante las visitas de campo condujeron consistentemente a la remoción de material, aumento de la turbidez y absorción de compuestos orgánicos también asociados con el aumento de las concentraciones de sólidos disueltos totales.

Los resultados entre los ICA-PE aplicados muestran la importancia de utilizar múltiples parámetros (físicos, químicos, microbiológicos) y dar una valoración a la calidad del agua. (Mena-Rivera et al., 2018).

En general, los resultados de calidad del agua obtenidos es un aporte desde la investigación, ya que anteriormente no se había evaluado bajo esta metodología la calidad del agua en el humedal.

El ICA permite resumir e interpretar resultados de forma más sencilla, permitiendo presentarlos a las autoridades a la hora de tomar decisiones en zonas afectadas por contaminación antrópica, y así comparar masas de agua a lo largo del tiempo. En el caso del área examinada, no hubo diferencias significativas entre las estaciones del año; sin embargo, si existe una diferencia en los cuerpos de agua evaluados (Cuadro 3), la quebrada Las Palmeras (afloramiento de aguas subterráneas) muestra una calidad de agua normal, lo que significa que el agua en ocasiones está amenazada o dañada.

Por otro lado, el Canal Sangradero y las lagunas Las Delicias y Mayor reciben calificaciones de calidad de agua bajas, lo que sugiere que a menudo se encuentran amenazadas o contaminadas (Cuadro 3). Finalmente, es claro que la contaminación en Pantanos de Villa está influenciada por varios factores como las actividades de pastoreo y la presencia frecuente de diversos tipos de desechos, que están alterando los recursos naturales y la belleza del paisaje del humedal. Por lo tanto, existe la necesidad de un plan de manejo integral, desarrollando investigaciones que preserven el estado del ecosistema e informando a la población local a través de la educación sobre la importancia y el cuidado de los recursos hídricos.

CONCLUSIONES

- Se analizaron los parámetros fisicoquímicos relacionados con la calidad de agua superficial en el “Refugio de Vida Silvestre Los Pantanos de Villa” y se encontró que algunos de ellos, como nitratos y conductividad eléctrica, sobrepasaban los “Estándares de Calidad Ambiental (ECA)” para agua de la normativa peruana. Asimismo, la aplicación de la norma internacional (ASEAN) reveló que se sobrepasa el parámetro de aceites y grasas. En relación con la conductividad eléctrica, el recurso hídrico se calificó con alta salinidad, debido a la ubicación ya que es un humedal costero. Asimismo, para el parámetro de nitratos, existe un exceso de concentración en los cuatro cuerpos de agua, perjudicando la vida acuática, ya que es propenso a eutrofizarse. Para los parámetros microbiológicos analizados y comparados con la norma nacional, no se identificaron concentraciones que sobrepasaran los ECA. Según las normas nacionales e internacionales, Los Pantanos de Villa no presentarían contaminación microbiológica.
- Con respecto al “índice de Calidad de Agua (ICA-PE)”, se obtuvo que los cuatro cuerpos de agua se encuentran amenazados por contaminación con una calidad de agua de regular a mala debido a la frecuente contaminación que presenta este ecosistema.

- Sobre la comparación entre época de verano e invierno en los parámetros fisicoquímicos, no se evidenció una diferencia estadísticamente significativa, concluyendo que la estacionalidad no influye en los parámetros fisicoquímicos en Los Pantanos de Villa. Sin embargo, sí afecta para los parámetros microbiológicos.

REFERENCIAS

- Alarcón Herrera, M. T., Zurita, F., Jaime, L., & Vidal, G. (2018). Humedales de tratamiento: alternativa de saneamiento de aguas residuales aplicable a América Latina. *Pontificia Universidad Javeriana. Cap 2, 3 y 5* (Issue June).
- Amanca M. (2019). *Evaluación de la calidad de agua de la laguna Génesis del Refugio de Vida Silvestre Los Pantanos de Villa - Chorrillos* (Vol. 8, Issue 5) [Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur].
http://repositorio.untels.edu.pe/jspui/bitstream/123456789/521/1/T088A_48107048_T.pdf
- Aponte, H., Ramírez, D. y Lértora, G. (2018). Los Pantanos de Villa. Un oasis de vida en Lima Metropolitana. Fondo Editorial de la Universidad Científica del Sur.
- Aponte, H., Gonzales, S. y Gomez, A. (2020). «Impulsores de cambio en los humedales de América Latina: el caso de los humedales costeros de Lima». *South Sustainability*, 1(2), e023
DOI: 10.21142/SS-0102-2020-023
- Australian Agency for International Development. (2008). *Marine Water Quality Management Guidelines and Monitoring Manual* (ASEAN: & I. Jakarta (Eds.); 1st ed.).
- Autoridad Nacional del Agua. (2018). *Metodología para determinación del índice de calidad de agua ICA-PE aplicado a los cuerpos de agua continentales superficiales*.
- Baltazar Pereda, L. G., & Pérez Rebaza, C. A. (2021). Evaluación de tres plantas nativas en la depuración de aguas residuales municipales

mediante humedales en Santiago de Chuco, La Libertad. Universidad Nacional de Trujillo.

Caho Rodriguez, C. A., & Lopez Barrera, E. A. (2017). Determinación del Índice de Calidad de Agua para el sector occidental del humedal Torca-Guaymaral empleando las metodologías UWQI y CWQI. *Producción + Limpia*, 12(2), 35–49. <https://doi.org/10.22507/pml.v12n2a3>

Calvo-Brenes, G., & Mora-Molina, J. (2007). Evaluación y clasificación preliminar de la calidad del agua de la cuenca del río Tárcoles y el Reventazón Parte I: Análisis de la contaminación de cuatro ríos del área metropolitana. *Tecnología en Marcha*, 20(2), 3-9. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_nlinks&pid=S1659-4266202100010000600014&lng=en

Camargo, D. (2018). Evaluación del ruido ambiental en los Pantanos de Villa y su efecto en la comunidad de aves. [Tesis para optar título, Universidad Nacional Agraria La Molina] Repositorio institucional de la Universidad Nacional Agraria La Molina: <https://xdocs.pl/doc/camargo-bernardo-itsuo-daniel-3nre74y72d8j>

Cano, A.; M.I. La Torre; B. León; K.R. Young; J. Roque & M. Arakaki. 1998. Estudio comparativo de la flora vascular de los principales humedales de la zona costera del departamento de Lima, Perú. En: A. Cano & K.R. Young (Eds.) *Los Pantanos de Villa: Biología y Conservación*. Serie de Divulgación, Museo de Historia Natural-UNMSM 11:181-190.

Chamizo, HA y Mora, DA (2006). Estudio ecológico de las enfermedades de transmisión hídrica en la Cuenca Hidrográfica superficial del Río Grande

- de Tárcoles. *Revista Costarricense de Salud Pública*, 15(29), 8-24.
- Common wealth of massachusetts. (2016). *Brackish Tidal Marsh*. 2016(508), 6360.
- CONAGUA. (2010). *Escala de clasificación de calidad del agua demanda bioquímica de oxígeno*. 5.
<http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/contenido/documentos/DBO.pC>
- Cooperación. (2018, febrero 2). Para proteger los humedales - CooperAcción : CooperAcción. Recuperado de <https://cooperacion.org.pe/que-podemos-hacer-para-proteger-los-humedales/>
- DIGESA. (2020). *Parámetros organolépticos*.
- Eaton, A., Rice, E., & Clesceri, L. (2012). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (American P, Vol. 22).
- Eljaiek-Urzola, M., Romero-Sierra, N., Segre-Cabarcas, L., Valdelamar-Martínez, D., & Quiñones-Bolaños, É. (2019). Oil and grease as a water quality index parameter for the conservation of marine Biota. *Water*, 11(4), 856. <https://doi.org/10.3390/w11040856>
- Espinoza, C. E., & Villalta, R. A. (2004). Primera etapa del Plan de Manejo Integral del Recurso Hídrico: la estrategia nacional para la GIRH en Costa Rica (ATNIWP 8467-CR). Estudio de caso sobre la contaminación de la Cuenca de los ríos Virilla y Grande de Tárcoles (Cuenca 24). San José, Costa Rica.
https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_nlinks&pid=S1659-4266202100010000600022&lng=en
- FAO. (2017). *Averting risks to the food chain*. Roma. 108pp. Obtenido de:

<http://www.fao.org/3/b-i6538e.pdf>.

Fajardo Vidal, N., Solís Acosta, H., & Gil Villacres, F. (2017). Determinación de metales pesados en los cuerpos de agua del Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla, Región Callao, Perú. *Revista Del Instituto De investigación De La Facultad De Minas, Metalurgia Y Ciencias geográficas*, 20(39), 149–158. <https://doi.org/10.15381/iigeo.v20i39.14177>

Fernando, E., Rodriguez, T., Jessica, J., Blanco, C., & Dominguez, B. (2009). *Caracterización de sedimentos de la laguna el paraíso, huacho, región lima*
Characterization of sediments from the lagoon paradise Huacho, Lima region. 12.Edu.pe. Obtenido de:

<http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/UNJFSC/1608/INVEST%2001.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

García, J., Aguirre, P., Mujeriego, R., Huang, Y., Ortiz, L., & Bayona, J. M. (2004). Initial contaminant removal performance factors in horizontal flow reed beds used for treating urban wastewater. *Water Research*, 38(7), 1669–1678. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2004.01.011>

Gattenlöhner U, Hammerl-Resch M, Jantschke S (2004) Restauración de Humedales: Manejo Sostenible de Humedales y Lagos Someros. Global Nature Fund. Radolfzell, Alemania. 134 pp.

Gerbeaux, P. N. J. P. J. (2004). *Wetlad types in new Zealand*.

<https://www.ramsar.org/news/new-book-on-wetland-types-in-new-zealand>

Gómez, S. F., Siu, J., Ttira, E., Cerna, T., & Castro, A. (2018). Parámetros de calidad del agua y estado trófico de humedal artificial costero: caso de laguna “La Mansión” – Lima (Perú). *Revista de Investigación Ciencia*,

Tecnología y Desarrollo, 4(1), 31–43.

<https://doi.org/10.17162/rictd.v4i1.1070>

Guillén, G.K. (2002). Diversidad protozoológica de los Pantanos de Villa, Chorrillos- Lima.Perú. [Tesis de título inédita, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Repositoria institucional de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos:

https://www.academia.edu/34591931/UNIVERSIDAD_NACIONAL_MAYOR_DE_SAN_MARCOS_FACULTAD_DE_CIENCIAS_BIOL%C3%93GICAS_DIVERSIDAD_PROTOZOOL%C3%93GICA_DE_LOS_PANTANOS_DE_VILLA_CHORRILLOS_LIMA_PER%C3%9A_TESIS_Para_optar_el_T%C3%ADtulo_Profesional_de

Hagbrink, I. (Ed.). (2006). El agua en la agricultura (Vol. 1, Número 1). World Bank Group Water Global Practice. <https://doi.org/10.17163/lgr.n1.2002.13>

Huaman Vilca, S., Lucen, M., Paredes Vite, M., & Changanaqui Alfaro, D. (2020). Evaluación de la calidad del agua de la Laguna Marvilla en los Pantanos de Villa (Lima – Perú). *South Sustainability*, e019.

<https://doi.org/10.21142/ss-0102-2020-019>

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico - INGEMMET. (2019). *Estudio hidrogeológico del Refugio de Vida Silvestre Los Pantanos de Villa, Chorrillos - Lima*.

International assensment of agricultural knowledge, science & technology for development (IAASTD). (2009). Synthesis Report Internetal Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development Agriculture Crossroads Agriculture Crossroads at a at a Crossroads

Crossroads Crossroads. Washington, DC. Obtenido de:

<http://web.unep.org/search/index.php?q=Agriculture&sa.x=0&sa.y=0&sa=g>
o%21&cx=007059379654755265211%3Ajknngxjgnyii&cof=forid%3A11.

Jovanelly, T. J., Rodríguez-Montero, L., Sánchez-Gutiérrez, R., Mena-Rivera, L., & Thomas, D. (2020). *Evaluating watershed health in Costa Rican national parks and protected areas*. revista 6(76), 1–14.

<https://doi.org/10.1007/s40899-020-00431-6>

Lancheros, M. I. B., & Peña, A. M. (2015). *Evaluación de la calidad de agua en el humedal La Conejera Localidad 11 de Suba*. revista 3(2), 54–67.

Leo, B., Sandra, L., & Moisés, V. (2014). *Análisis químico de la contaminación de las Albuferas de Medio Mundo* [Universidad Privada del Norte].

<https://es.slideshare.net/eduardobobadillaatao35/anlisis-qumico-de-la-contaminacin-de-las-albuferas-de-medio-mundo>

López, M. (2021). *Los Pantanos de Villa: Conoce l área protegida clave para la conservación de aves de América*. <https://www.oneearth.org/los-pantanos-de-villa-conoce-al-area-protegida-clave-para-la-conservacion-de-aves-de-america/>

Lopez, W. D. S., Olivos, G. S. M., Oliveros, G. I. G., & Martínez, W. E. C.

(2020). *Caracterizació de la contaminación de las aguas de los humedales de Villa María en el distrito de Nuevo Chimbote Ancash - Perú*. revista 9, 1–10. <http://revistas.upt.edu.pe/ojs/index.php/vestsc/article/view/399/338>

Mena-Rivera, L., Salgado-Silva, V., Benavides-Benavides, C., Coto-Campos, J. M., & Swinscoe, T. H. A. (2017). Spatial and seasonal surface water quality assessment in a tropical urban catchment: Burío River, Costa Rica. *Water*

- (Switzerland), 9(8). DOI: 10.3390/w9080558.
https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_nlinks&pid=S1659-4266202100010000600041&lng=en
- Ministerio del Ambiente. (2008). *Anexo I - Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua* .
- Ministerio del Ambiente. (2015). Decreto Supremo N° 004-2015-MINAM. *El Peruano*, 6–53. <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2015/01/Anexo-Decreto-Supremo-N%C2%B0-004-2015-MINAM2.pdf>
- Ministerio del Ambiente. (2017). Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. *El Peruano*, 6–9. <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf>
- Miloslavich, P. (2012). Variacion y Proteccion de Humedales Costeros frente a procesos de Urbanizacion: casos Ventanilla y Puerto viejo. Tesis de PUCP.
- Morales-Hidalgo, D. (2013). Capítulo 6 Costa Rica. En Mahlkecht, J. & Pastén Zapata, E. (Coords). Diagnóstico de los recursos hídricos en América Latina, (pp. 221-252). Juárez, México: Pearson.
https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_nlinks&pid=S1659-4266202100010000600046&lng=en
- Municipalidad de Lima. (2020). *Registro de monitoreo de piezómetros en los Pantanos de Villa año 2020*. editorial
<https://datosabiertos.munlima.gob.pe/search/?q=piezometro>
- Oliveira, A., Fortunato, AB., & Rego, J.R.L. (2006). Effect of morphological changes on the hydrodynamics and flushing prperties of the Óbidos lagoon

(Portugal). *Continental Shelf Research*, 26: 917-942. doi:

10.1016/j.csr.2006.02.011.

Autoridad Municipal de Los Pantanos de Villa. (2015). Conoce por qué aumenta el nivel del agua en el humedal Pantanos de Villa. *Sitio RAMSAR*.

http://prohvilla.munlima.gob.pe/detallenoticia.php_id=a5bfc9e07964f8dddeb95fc584cd965d107.html

Pereda Baltazar, L.G y Pereyra Esquerre, P. H. (2021). Evaluación de tres plantas nativas en la depuración de aguas residuales municipales mediante humedales en Santiago de Chuco, La Libertad [Tesis para optar título, Universidad Nacional de Trujillo]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional de Trujillo:

https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/17695/TESIS%20BALTAZAR%20PEREDA_%20PEREZ%20REBAZA_protegido.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Pulido Capurro, V. M. y Bermúdez Díaz, L. (2018). «Estado actual de la conservación de los hábitats de los Pantanos de Villa, Lima, Perú».

Arnaldoa, 25(2), pp. 679-702.

Ramírez, DW, & Universidad Científica del Sur, Lima-Perú. (2018). Incendios en el humedal Ramsar Los Pantanos de Villa (Lima-Perú): Avances en su conocimiento y perspectivas futuras. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 20 (3), 347–360. <https://doi.org/10.18271/ria.2018.398>

Ramsar, (2010). Uso racional de los humedales: Conceptos y enfoques para el uso racional de los humedales. *Manuales Ramsar para el uso racional de*

los humedales, 4ª edición, vol. 1. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza).

Ramsar. (2012). Gob. cl. Recuperado el 18 de marzo de 2022, de https://www.conaf.cl/wp-content/files_mf/1386778253Boletin_Ramsar_2013_adaptado_proyectoChileMexico.pdf

Ramsar. (2017). Gob.cl. Recuperado el 2 de marzo de 2022, de <https://humedaleschile.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2017/10/en-peligro.pdf>

Reid, W. V., Mooney, H. A., Cropper, A., Capistrano, D., Carpenter, S. R., Chopra, K., Dasgupta, P., Dietz, T., Duraiappah, A. K., Hassan, R., Kasperson, R., Leemans, R., May, R. M., Mcmichael, A. J.), Pingali, P., Samper, C., Scholes, R., Watson, R. T., Zakri, A. H., ... Töpfer, K. (2014). Millenniumassessment.org. Recuperado el 18 de marzo de 2022, de <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.439.aspx.pdf>

Rincón Medina, A. J., & Millán Ballén, N. F. (2013). *Evaluación de un Humedal artificial de flujo subsuperficial para el tratamiento de aguas residuales de la Universidad Libre*. revista 53(9), 1–68.

Robert, M. (2014). Microorganismos indicadores de la calidad del agua de consumo humano en Cuba. *CENIC. Ciencias Biológicas*, 45(1), 25--36. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181230079005>

Rodríguez, R., Retamozo, R., Aponte, H., & Valdivia, E. (2017). *Evaluación microbiológica de un cuerpo de agua del ACR humedales de Ventanilla (Callao, Perú) y su importancia para la salud pública local*. revista 16, 4.

<https://www.redalyc.org/journal/341/34152002003/html/>

Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales de República Dominicana. (2003). *Norma Ambiental sobre calidad de agua y control de descargas (NA-AG-001-03)*. 46.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (13 de diciembre de 1989). Criterio Ecológico de Calidad del Agua CE-CCA-001/89. Recuperado de: <http://legismex.mty.itesm.mx/acu/acca001.pdf>

Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNAMP). (31 de enero de 2014). SERNANP inicia celebraciones por el Día Mundial de los Humedales en las Áreas Naturales Protegidas. *Comunicaciones SERNANP*. <https://old.sernanp.gob.pe/sernanp/noticia.jsp?ID=1791>

Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNAMP). (2016). Prevención, tratamiento y monitoreo de conflictos socioambientales en áreas naturales protegidas de administración nacional. Sernanp- SPDA. Lima. 60 pp.

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=1827410&pid=S2413-3299201800020001900050&lng=es

Tang, C., Azuma, K., Iwami, Y., Ohji, B., & Sakura, Y. (2004). Nitrate behaviour in the groundwater of a headwater wetland, Chiba, Japan. *Hydrological processes*, 18(16), 3159–3168. <https://doi.org/10.1002/hyp.5755>

Tratado de Cooperación Amazónica Secretaria Pro Tempore. (2015). *Psicultura amazónica con especies nativas* (Víctor López Guzmán facebook.com/guzlopster twitter.com/guzlopster Lima - Perú (Ed.)).

Vidal, N. F. (2018). *Evaluación de la calidad microbiológica y fisicoquímica de*

*las aguas en el Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla ,
región Callao , Perú.* Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Villegas, J. G., Faustino J., Leclerc, G., Muller, S., & Velásquez, S. (1995).

Evaluación de la calidad del agua en la cuenca del río Reventado, Cartago,
Costa Rica bajo el enfoque de indicadores de sostenibilidad. *Semana
Científica*, 2, 128-131. Turrialba, Costa Rica.

[https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_nlinks&pid=S1659-
4266202100010000600078&lng=en](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_nlinks&pid=S1659-4266202100010000600078&lng=en)

Water Reuse. (2007). *Salinidad y calidad de agua.*

<https://www.socalsalinity.org/Salinity>

ANEXO A:

Monitoreo en Refugio de Vida Silvestre Los Pantanos de Villa en el mes de marzo 2021


PUNTOS DE MONITOREO	pH	Conductividad eléctrica (uS/cm)	Sólidos disueltos totales (mg/l)	Oxígeno disuelto (mg/l)	Fosforo total (mg/l)	DBO (mg/l)	Aceites y grasas (mg/l)	Nitratos (mg/l)	Coliformes termotolerantes (NMP/1000mL)
MANANTIAL LAS PALMERAS 1	7.3	3,210.00	2,359.35	2.9	<0.01	<2.6	<0.4	294.816	2
MANANTIAL LAS PALMERAS 2	7	2,810.00	2,065.35	2.2	<0.01	<2.6	<0.4	297.286	2
MANANTIAL LAS PALMERAS 3	7	2,630.00	1,933.05	1.3	<0.01	<2.6	<0.4	285.848	<1.8
CANAL SANGRADERO 1	6.9	6,690.00	4,917.15	2.1	<0.1	<2.6	<0.4	166.343	2
CANAL SANGRADERO 2	6.7	6,760.00	4,968.60	2.4	<0.01	<2.6	<0.4	153.993	2
CANAL SANGRADERO 3	7.4	6,620.00	4,865.70	5.5	<0.01	<2.6	<0.4	160.066	<1.8
LAS DELICIAS 1	7.2	10,000.00	7,350.00	4.4	<0.01	11.1	1.6	54.735	<1.8
LAS DELICIAS 2	7.6	7,780.00	5,718.30	5.1	<0.01	<2.6	<0.4	92.352	2
LAS DELICIAS 3	7.6	9,760.00	7,173.60	3.3	<0.01	5.9	0.5	1.638	2
LAGUNA MAYOR 1	8.9	7,510.00	5,519.85	12.3	<0.1	3.1	<0.4	<0.062	2
LAGUNA MAYOR 2	9.3	7,640.00	5,615.40	13.6	<0.1	3.6	2.4	34.983	4.5
LAGUNA MAYOR 3	9.1	7,520.00	5,527.20	16.2	<0.01	3.6	1.6	12.625	2
ECA DS-004-2017-MINAM	6,5 a 9	1000	<25	>5	0.035	5	5	13	1000

ANEXO B:


Monitoreo en Refugio de Vida Silvestre Los Pantanos de Villa en el mes de agosto 2021

PUNTOS DE MONITOREO	pH	Conductividad eléctrica (uS/cm)	Sólidos disueltos totales (mg/l)	Oxígeno disuelto (mg/l)	Fosforo total (mg/l)	DBO (mg/l)	Aceites y grasas (mg/l)	Nitratos (mg/l)	Coliformes termotolerantes (NMP/1000mL)
MANANTIAL LAS PALMERAS 1	7.2	2,630.00	1,933.05	3.8	<0.01	<2.6	<0.4	300	<1.8
MANANTIAL LAS PALMERAS 2	7.1	2,640.00	1,940.40	9.9	0.02	<2.6	<0.4	298.025	<1.8
MANANTIAL LAS PALMERAS 3	7.3	2,590.00	1,903.65	3	0.01	<2.6	<0.4	288.194	<1.8
CANAL SANGRADERO 1	7	6,880.00	5,056.80	6.7	0.11	<2.6	<0.4	84.504	<1.8
CANAL SANGRADERO 2	7	6,870.00	5,049.45	7.9	0.01	<2.6	<0.4	122.971	<1.8
CANAL SANGRADERO 3	7.4	6,820.00	5,012.70	9	0.03	<2.6	<0.4	112.303	<1.8
LAS DELICIAS 1	7.4	10,390.00	7,636.65	13.3	<0.01	16.2	2.1	<0.062	2
LAS DELICIAS 2	7.6	9,940.00	7,305.90	13.8	<0.01	<2.6	<0.4	437.791	<1.8
LAS DELICIAS 3	7.4	7,640.00	5,615.40	9	<0.01	20.8	2.7	<0.062	<1.8
LAGUNA MAYOR 1	7.7	7,310.00	5,372.85	9.9	<0.01	3.3	2.5	122.528	<1.8
LAGUNA MAYOR 2	7	7,310.00	5,372.85	12	<0.01	3.2	1.7	175.382	<1.8
LAGUNA MAYOR 3	7.3	7,260.00	5,336.10	9.8	<0.01	3.4	2.5	50.286	<1.8
ECA DS-004-2017-MINAM	6,5 a 9	1000	<25	>5	0.035	5	5	13	1000

ANEXO C: Informe de los resultados de laboratorio del mes de marzo 2021



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**




**INFORME DE ENSAYO
MA2106089 Rev. 0**


ASTRID BRIGGITHE VALDIVIA CORREA
MZ K1 LOTE 21 BARRIO 2 CUARTA ETAPA DE PACHACAMAC
ENV / LB-347815-002
PROCEDENCIA : PANTANOS DE VILLA


Fecha de Recepción SGS : 03-03-2021
Fecha de Ejecución : Del 03-03-2021 al 14-03-2021
Muestra Realizado Por : CLIENTE

Estación de Muestreo	
EM-001	
EM-002	
EM-003	
EM-004	
EM-005	
EM-006	
EM-007	
EM-008	
EM-009	


Emitido por SGS del Perú S.A.C.
Impreso el 14/03/2021


Frank M. Julcamero Quijpe
 C.O.P. 1633
 Coordinador de Laboratorio


Elizabeth V. Capuray España
 C.B.P. 8988
 Coordinador de Laboratorio Microbiología



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2106089 Rev. 0**

IDENTIFICACION DE MUESTRA

FECHA DE MUESTREO
HORA DE MUESTREO
CATEGORIA
SUB CATEGORIA

EM 001

03/03/2021
10:30:00
AGUA NATURAL
AGUA SUPERFICIAL
AGUA DE LLUVIA

EM 002

03/03/2021
08:30:00
AGUA NATURAL
AGUA SUPERFICIAL
AGUA DE LLUVIA

Parámetro	Referencia	Unidad	VB	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Conductividad	EN 14575	µS/cm	0.01	0.01	<0.01	<0.01
Conductividad Desionizada en Chorro	EN 14575	µS/cm	1.0	2.0	<0.8	<0.8
Conductividad Líquida	EN 14575	µS/cm	0.2	0.2	<0.2	<0.2
Alcalinidad	EN 14575	mg/L	0.001	0.002	262.816 ± 61.738	267.288 ± 61.738
Alcalinidad no Carbonato (Frecuencia de Neutralización)	EN 14575	mg/L	0.001	0.002	<1.8	2.0

IDENTIFICACION DE MUESTRA

FECHA DE MUESTREO
HORA DE MUESTREO
CATEGORIA
SUB CATEGORIA

EM 006

03/03/2021
08:30:00
AGUA NATURAL
AGUA SUPERFICIAL
AGUA DE LLUVIA

EM 008

03/03/2021
10:30:00
AGUA NATURAL
AGUA SUPERFICIAL
AGUA DE LLUVIA

Parámetro	Referencia	Unidad	VB	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Conductividad	EN 14575	µS/cm	0.01	0.01	<0.01	<0.01
Conductividad Desionizada en Chorro	EN 14575	µS/cm	1.0	2.0	<0.8	<0.8
Conductividad Líquida	EN 14575	µS/cm	0.2	0.2	<0.2	<0.2
Alcalinidad	EN 14575	mg/L	0.001	0.002	262.816 ± 61.738	267.288 ± 61.738
Alcalinidad no Carbonato (Frecuencia de Neutralización)	EN 14575	mg/L	0.001	0.002	<1.8	2.0

IDENTIFICACION DE MUESTRA

FECHA DE MUESTREO
HORA DE MUESTREO
CATEGORIA
SUB CATEGORIA

EM 006

03/03/2021
10:30:00
AGUA NATURAL
AGUA SUPERFICIAL
AGUA DE LLUVIA

EM 008

03/03/2021
08:30:00
AGUA NATURAL
AGUA SUPERFICIAL
AGUA DE LLUVIA

Parámetro	Referencia	Unidad	VB	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Conductividad	EN 14575	µS/cm	0.01	0.01	<0.01	<0.01
Conductividad Desionizada en Chorro	EN 14575	µS/cm	1.0	2.0	<0.8	<0.8
Conductividad Líquida	EN 14575	µS/cm	0.2	0.2	<0.2	<0.2
Alcalinidad	EN 14575	mg/L	0.001	0.002	152.903 ± 21.228	165.288 ± 21.228
Alcalinidad no Carbonato (Frecuencia de Neutralización)	EN 14575	mg/L	0.001	0.002	<1.8	<1.8

IDENTIFICACION DE MUESTRA

FECHA DE MUESTREO
HORA DE MUESTREO
CATEGORIA
SUB CATEGORIA

EM 007

11/03/2021
11:30:00
AGUA NATURAL
AGUA SUPERFICIAL
AGUA DE LLUVIA

EM 008

11/03/2021
11:30:00
AGUA NATURAL
AGUA SUPERFICIAL
AGUA DE LLUVIA

Parámetro	Referencia	Unidad	VB	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Conductividad	EN 14575	µS/cm	0.01	0.01	<0.01	<0.01
Conductividad Desionizada en Chorro	EN 14575	µS/cm	1.0	2.0	1.11 ± 2.3	<0.8
Conductividad Líquida	EN 14575	µS/cm	0.2	0.2	1.8	<0.2
Alcalinidad	EN 14575	mg/L	0.001	0.002	61.738 ± 7.897	61.288 ± 7.897
Alcalinidad no Carbonato (Frecuencia de Neutralización)	EN 14575	mg/L	0.001	0.002	<1.8	2.0

ANEXO D: Informe de los resultados de laboratorio del mes de agosto 2021



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



**INFORME DE ENSAYO
MA2122965 Rev. 0**

ASTRID BRIGGITHE VALDIVIA CORREA

MZ K1 LOTE 21 BARRIO 2 CUARTA ETAPA DE PACHACAMAC

ENV / LB-349909-002

PROCEDENCIA : PANTANOS DE VILLA

Fecha de Recepción SGS : 07-08-2021

Fecha de Ejecución : Del 07-08-2021 al 13-08-2021

Muestra Realizado Por : CLIENTE

Etiquetado de Muestreo
EM-001
EM-002
EM-003
EM-004
EM-005
EM-006
EM-007
EM-008
EM-009

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 13/08/2021

Frank M. Julcamano Quijpe
C.I.P. 16033
Coordinador de Laboratorio

Elizabeth V. Capulay España
C.B.P 8598
Coordinador de Laboratorio Microbiología

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral (resultado de los acuerdos firmados de IAAC a ILAC)"



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



**INFORME DE ENSAYO
MA2122965 Rev. 0**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA						EST 001	EST 002
FECHA DE MUESTREO						08/08/2021	08/08/2021
HORA DE MUESTREO						10:00:00	10:10:00
CATEGORÍA						AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUB-CATEGORÍA						AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
PUNTO DE LA MUESTRA						AGUAS DE LAGO	AGUAS DE LAGO
Parámetro	Referencia	Unidad	SE	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre	
Conductividad Total	ENV AP04A001/02	µmS/cm	0.01	0.01	<0.01	<0.01 ± 0.00	
Demanda Biológica de Oxígeno	ENV AP04A001/02	mg/L	0.0	0.0	<0.0	<0.0	
Demanda Química de Oxígeno	ENV AP04A001/02	mg/L	0.0	0.0	<0.0	<0.0	
pH	ENV AP04A001/02	mg/L	0.001	0.001	6.88.000 ± 0.001	6.88.000 ± 0.001	
Temperatura	ENV AP04A001/02	mg/L	0.001	0.001	24.000 ± 0.001	24.000 ± 0.001	
Resistencia al Cloruro de Plata	ENV AP04A001/02	mg/L	0.001	0.001	<1.0	<1.0	
Resuspendidos	ENV AP04A001/02	mg/L	0.001	0.001	<1.0	<1.0	

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA						EST 003	EST 004
FECHA DE MUESTREO						08/08/2021	08/08/2021
HORA DE MUESTREO						10:00:00	10:10:00
CATEGORÍA						AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUB-CATEGORÍA						AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
PUNTO DE LA MUESTRA						AGUAS DE LAGO	AGUAS DE LAGO
Parámetro	Referencia	Unidad	SE	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre	
Conductividad Total	ENV AP04A001/02	µmS/cm	0.01	0.01	<0.01	<0.01 ± 0.00	
Demanda Biológica de Oxígeno	ENV AP04A001/02	mg/L	0.0	0.0	<0.0	<0.0	
Demanda Química de Oxígeno	ENV AP04A001/02	mg/L	0.0	0.0	<0.0	<0.0	
pH	ENV AP04A001/02	mg/L	0.001	0.001	6.88.000 ± 0.001	6.88.000 ± 0.001	
Temperatura	ENV AP04A001/02	mg/L	0.001	0.001	24.000 ± 0.001	24.000 ± 0.001	
Resistencia al Cloruro de Plata	ENV AP04A001/02	mg/L	0.001	0.001	<1.0	<1.0	
Resuspendidos	ENV AP04A001/02	mg/L	0.001	0.001	<1.0	<1.0	

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA						EST 005	EST 006
FECHA DE MUESTREO						08/08/2021	08/08/2021
HORA DE MUESTREO						11:20:00	11:30:00
CATEGORÍA						AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUB-CATEGORÍA						AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
PUNTO DE LA MUESTRA						AGUAS DE LAGO	AGUAS DE LAGO
Parámetro	Referencia	Unidad	SE	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre	
Conductividad Total	ENV AP04A001/02	µmS/cm	0.01	0.01	<0.01	<0.01 ± 0.00	
Demanda Biológica de Oxígeno	ENV AP04A001/02	mg/L	0.0	0.0	<0.0	<0.0	
Demanda Química de Oxígeno	ENV AP04A001/02	mg/L	0.0	0.0	<0.0	<0.0	
pH	ENV AP04A001/02	mg/L	0.001	0.001	6.88.000 ± 0.001	6.88.000 ± 0.001	
Temperatura	ENV AP04A001/02	mg/L	0.001	0.001	24.000 ± 0.001	24.000 ± 0.001	
Resistencia al Cloruro de Plata	ENV AP04A001/02	mg/L	0.001	0.001	<1.0	<1.0	
Resuspendidos	ENV AP04A001/02	mg/L	0.001	0.001	<1.0	<1.0	

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA						EST 007	EST 008
FECHA DE MUESTREO						08/08/2021	08/08/2021
HORA DE MUESTREO						12:00:00	12:10:00
CATEGORÍA						AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUB-CATEGORÍA						AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
PUNTO DE LA MUESTRA						AGUAS DE LAGO	AGUAS DE LAGO
Parámetro	Referencia	Unidad	SE	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre	
Conductividad Total	ENV AP04A001/02	µmS/cm	0.01	0.01	<0.01	<0.01 ± 0.00	
Demanda Biológica de Oxígeno	ENV AP04A001/02	mg/L	0.0	0.0	<0.0	<0.0 ± 0.0	
Demanda Química de Oxígeno	ENV AP04A001/02	mg/L	0.0	0.0	<0.0	<0.0 ± 0.0	
pH	ENV AP04A001/02	mg/L	0.001	0.001	<0.001	<0.001	
Temperatura	ENV AP04A001/02	mg/L	0.001	0.001	2.0	<1.0	
Resistencia al Cloruro de Plata	ENV AP04A001/02	mg/L	0.001	0.001	<1.0	<1.0	
Resuspendidos	ENV AP04A001/02	mg/L	0.001	0.001	<1.0	<1.0	

ANEXO E: Evidencia de artículo enviado a publicar

Astrid Valdivia Correa:

Gracias por enviarnos su manuscrito "EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA Y FISICOQUÍMICA DE LAS AGUAS SUPERFICIALES DE LOS PANTANOS DE VILLA (LIMA-PERÚ)" a Revista Internacional de Contaminación Ambiental. Gracias al sistema de gestión de revistas online que usamos podrá seguir su progreso a través del proceso editorial identificándose en el sitio web de la revista:
URL del manuscrito:

<https://www.revistascca.unam.mx/rica/index.php/rica/authorDashboard/submission/54822>

Nombre de usuaria/o: avaldiviac

Si tiene cualquier pregunta no dude en contactar con nosotros/as. Gracias por tener en cuenta esta revista para difundir su trabajo.

Claudio M. Amescua Garcia

Revista Internacional de Contaminación Ambiental
<https://www.revistascca.unam.mx/rica>