



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Evaluación del Índice de calidad del agua de conservación en la
formación del humedal Uripe, 2023.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTOR:

Salva Iglesias, Ismael Armando (orcid.org/0000-0002-6973-7452)

ASESOR:

MSc. Huerta Chombo, German Luis (orcid.org/0000-0002-6211-4578)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales.

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

TRUJILLO-PERÚ

2023

DEDICATORIA

A Dios y mi familia por ser el soporte fundamental de mi vida.

A mi madre, por ser el motor y el impulso para mi formación profesional y superación académica

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, expresamos nuestro agradecimiento a Dios por darnos fortaleza, sabiduría e iluminación para poder concretar nuestras metas proyectadas y no rendirnos en el camino.

A la Universidad Privada César Vallejo por brindarnos la calidad de enseñanza y por darnos las herramientas para formarnos como profesionales de éxito en nuestra carrera de Ingeniería Ambiental.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, HUERTA CHOMBO GERMAN LUIS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Evaluación del Índice de calidad del agua de conservación en la formación del humedal Uripe, 2023.", cuyo autor es SALVA IGLESIAS ISMAEL ARMANDO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 13.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 10 de Julio del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
HUERTA CHOMBO GERMAN LUIS DNI: 04206862 ORCID: 0000-0002-6211-4578	Firmado electrónicamente por: GEHUERTA el 21-07- 2023 09:59:01

Código documento Trilce: TRI - 0584568



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, SALVA IGLESIAS ISMAEL ARMANDO estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Evaluación del Índice de calidad del agua de conservación en la formación del humedal Uripe, 2023.", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
ISMAEL ARMANDO SALVA IGLESIAS DNI: 72539211 ORCID: 0000-0002-6973-7452	Firmado electrónicamente por: ISALVA el 10-07-2023 22:51:00

Código documento Trilce: TRI - 0584570

Índice de contenido

CARÁTULA	I
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
Declaratoria de Autenticidad del Asesor	iv
Declaratoria de Originalidad del Autor/ Autores	v
Índice de contenido	vi
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	x
ABSTRAC:	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	10
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	10
Tipo de investigación	10
Diseño de investigación	10
3.2. Variables y operacionalización	10
Variables	10
Operacionalización de las variables	10
3.3 Población, muestra y muestreo	11
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:	13
Técnica de Recolección de datos:	13
Instrumento de recolección de datos:	13
3.5. Procedimientos	13
3.6. Método de análisis de datos	16
3.7. Aspectos éticos:.....	16

IV. RESULTADOS	17
V. DISCUSIÓN	26
VI. CONCLUSIONES.....	31
VII. RECOMENDACIONES	32
REFERENCIAS.....	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Índice de calidad ambiental ECA agua	15
Tabla 2: Ficha descripción de los puntos de muestreo	23
Tabla 3: Parámetros fisicoquímicos de la zona MH-01 de la formación del humedal de Uripe	25
Tabla 4: Parámetros fisicoquímicos de la zona MH-02 de la formación del humedal de Uripe	26
Tabla 5: Parámetros fisicoquímicos de la zona MH-03 de la formación del humedal de Uripe	27
Tabla 6: Comparación de parámetros fisicoquímicos de las tres zonas muestreo de la formación del humedal de Uripe	28
Tabla 7: Determinación de coliformes totales de la formación del humedal de Uripe	29
Tabla 8: Índice de calidad de agua para conservación ICA de la formación del humedal de Uripe.	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación de la formación del humedal de Uripe.	11
Figura 2: Puntos de monitoreo	19

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo determinar el índice de calidad del agua para conservar la formación del humedal Uripe. La metodología de esta investigación es aplicada y con enfoque cuantitativo, los procedimientos fueron la observación de peligros del área de estudios, el monitoreo y comparación de acuerdo con el cumplimiento de los parámetros del ECA de agua categoría 4 subcategoría 3. Como fuentes de contaminación se encontró el dragado del puerto Salaverry y las zonas agrícolas, generando riesgos en la formación del humedal. Se monitorizaron 10 parámetros de los cuales 4 no cumplían en ninguna fecha de monitoreo entre mayo y junio. La concentración de plomo promedio fue 11.09 ppm y el cadmio 0.64 ppm excediendo significativamente la normativa nombrada. El índice de la calidad ambiental de la formación del humedal fue pésimo.

Palabras clave: Conservación de humedales, ECAs, Humedal Uripe, Índice de calidad ambiental.

ABSTRACT:

This research aimed to determine the water quality index to preserve the formation of the Uripe wetland. The methodology of this research is applied and quantitative in nature. The procedures involved observing the hazards in the study area, monitoring, and comparing the compliance with the parameters of the water Environmental Quality Standards (ECA) under category 4, subcategory 3. The sources of contamination identified were the dredging of the Salaverry port and agricultural areas, which posed risks to the formation of the wetland. Ten parameters were monitored, of which four did not meet the requirements during any monitoring date between May and June. The average lead concentration was 11.09 ppm, and cadmium concentration was 0.64 ppm, significantly exceeding the established regulations. The environmental quality index of the wetland formation was extremely poor.

Keywords: Wetland conservation, ECAs, Uripe Wetland, Environmental quality index.

I. INTRODUCCIÓN

Los humedales son ecosistemas muy importantes que proporcionan servicios ecosistémicos, otorgando equilibrio en el clima, filtración del agua y conservación del hábitat (Batzer y Baldwin, 2019). Además, la calidad de los humedales puede evaluarse mediante indicadores que miden su estado y su capacidad para proporcionar estos servicios (UNEP, 2018). Los indicadores de calidad en humedales son herramientas valiosas para evaluar la salud y la capacidad de estos ecosistemas para proporcionar servicios ecológicos esenciales (Datta, et al, 2022). Un indicador de calidad de humedales es la variedad en la biodiversidad (Olaya, 2017). Se pueden medir parámetros como la turbidez, la temperatura, el pH, la concentración de nutrientes y contaminantes químicos, y la presencia de microorganismos indicadores de la contaminación (USEPA, 2016).

Los humedales proporcionan hábitats tanto acuáticos como terrestres para una amplia variedad de especies. La calidad de los hábitats puede ser evaluada midiendo la cantidad y la diversidad de hábitats disponibles (Vasic, Strauss, Helming, 2020).

Según (Renee, et al, 2021), se evaluó la calidad del agua en un humedal artificial en una zona urbana de México. Realizó un análisis fisicoquímico y de coliformes termo tolerantes en el agua y el humedal purificó el cuerpo de agua, pero todavía había algunos niveles de contaminantes que superaban límites normativos.

Según el artículo de Bolaños, R., Rojas, D., & Solano, M. (2021), se evaluó la calidad del agua en varios humedales del corredor biológico Mesoamericano en Costa Rica. Estudiaron fisicoquímicamente el agua y se encontró que algunos humedales tenían niveles de contaminación preocupantes, lo que afectaba la calidad del agua y la capacidad de los humedales para proporcionar servicios ecosistémicos. Para Iannacone, J., Palomino, G., & Mazzotti, L. (2019), este estudio evaluó la calidad del agua en un humedal construido en la cuenca alta del río Rímac. Se midieron pH, Turbiedad, temperatura, nitrógeno y fosforo total en el humedal.

Una de las problemáticas es la contaminación química causante de la degradación de los humedales. (Jiménez y Pérez, 2019) Las sustancias químicas pueden ser introducidas en el agua a través de vertidos industriales, pesticidas, herbicidas, metales pesados, entre otros (Adamiec y Jarosiewicz, 2021). La actividad humana, como la agricultura y la descarga de aguas residuales, puede provocar la disminución de la cantidad de oxígeno en el agua y la muerte de peces y otros organismos acuáticos (Davidson, 2014). Los humedales están siendo amenazados por el cambio climático variando la temperatura del agua y la disminución de las precipitaciones afectando la disponibilidad del agua y el flujo de los humedales (RAMSAR Convencion Secretariat, 2018).

La formación del humedal de Uripe en Salaverry no está exonerado de ser contaminado por las actividades humanas en las áreas cercanas, como la agricultura, la pesca y la industria. La descarga de aguas residuales, los desechos sólidos y los productos químicos utilizados en estas actividades han provocado la contaminación del agua y del suelo (López, 2018).

Otro problema que enfrenta el humedal de Uripe es la pérdida de su área de cobertura debido a la expansión urbana y la deforestación en la zona. Esto ha alterado el ecosistema del humedal y ha afectado la biodiversidad de la región, ya que el humedal es un importante hábitat para muchas especies de aves, peces y otros animales (López, 2018).

Según los ECAs (2018), los estándares de calidad ambiental del agua de la categoría 4 establecen límites a los parámetros fisicoquímico, se pueden tomar muestras de agua para analizar la presencia de sustancias químicas, nutrientes y metales pesados. En un análisis biológico, se pueden tomar muestras de organismos vivos en el agua, como algas, zooplancton, invertebrados y peces, para evaluar la salud y la diversidad del ecosistema acuático. En una evaluación visual, se puede realizar la observación del color y la transparencia del agua, la presencia de espuma, el olor y la presencia de vida acuática, como aves y peces. En una evaluación de parámetros físicos, se pueden medir la temperatura, la turbidez, la conductividad eléctrica y el pH, para evaluar la calidad del agua. En una evaluación de la calidad del hábitat, se puede determinar la calidad del agua. Esto puede

incluir la observación de la vegetación circundante, la calidad del suelo y la presencia de especies invasoras.

Los métodos de evaluación de la calidad del agua pueden proporcionar diferentes perspectivas sobre la salud del humedal. Por lo tanto, es recomendable utilizar una combinación de métodos para determinar el índice de calidad del agua para conservación de hábitat de fauna y flora acuática (Tóth y Nagy, 2018).

De acuerdo a la problemática de incertidumbre de la calidad del agua en el humedal de Uripe, se plantea la siguiente pregunta general ¿Cuál es el índice de calidad del agua de conservación en la formación del humedal Uripe, 2023? Y las preguntas específicas ¿Cuál es el estado de la formación del humedal Uripe?, ¿Cuáles son los parámetros fisicoquímicos y microbiológico de la calidad del agua en la formación del humedal de Uripe, 2023?, ¿Cuál es el estado de la calidad el agua para la conservación de la formación del humedal Uripe, 2023?

Para responder las preguntas se plantearon el objetivo general, determinar la calidad del agua en la formación del humedal Uripe, 2023; Y los objetivos específicos Describir el estado de formación del humedal de Uripe, 2023; Evaluar los parámetros fisicoquímicos y microbiológico de la calidad del agua en la formación del humedal de Uripe, 2023; determinar el estado de la calidad de agua para conservar la formación del humedal Uripe, 2023.

La hipótesis de la investigación es que el índice de calidad ambiental del agua de la formación del humedal es favorable para la conservación de especies y el cuerpo de agua en la formación del humedal de Uripe.

II. MARCO TEÓRICO

Los humedales son ecosistemas valiosos y diversos que mantienen la biodiversidad y la provisión de servicios ecosistémicos esenciales. Los humedales proporcionan servicios ambientales clave, como la regulación del clima, la protección de la biodiversidad, tienen una capacidad de retención de nutrientes y el control de inundaciones. Además, son importantes hábitats de aves migratorias y otras especies de vida silvestre (Convención Ramsar, 2021).

En la ciudad de Trujillo se encuentran los humedales del río Moche y del río Virú, así como la laguna de La Encantada y la laguna de El Cortijo, que tienen una gran importancia ecológica y proporcionan importantes servicios ambientales a la ciudad y sus habitantes" (GORE La Libertad, 2017, p. 68).

La formación de humedal de Uripe se encuentra en la bahía de Salaverry, departamento La Libertad, Perú. Este cuerpo de agua proporciona servicios ambientales, como la protección de la biodiversidad, la regulación del clima, el control de inundaciones y la retención de nutrientes (Díaz-Saénz y Zutta , 2021).

El humedal es un importante sitio de alimentación y reproducción de diversas especies de peces y crustáceos. Algunas amenazas son las actividades humanas, como la urbanización, la agricultura, la pesca intensiva y la contaminación. Es por eso que la conservación y protección de este humedal es fundamental para garantizar la sostenibilidad ambiental (Munayco, 2017).

Según Mitsch y Gosselink (2015), algunos de los principales problemas que enfrentan los humedales incluyen la pérdida de hábitat, la degradación de la calidad del agua y la contaminación química.

La medición y el monitoreo de parámetros debe seguir un patrón conocido y ser usado de acuerdo a las especificaciones del fabricante. Estos parámetros pueden ser utilizados para establecer metas y objetivos de gestión ambiental y para evaluar el éxito de las medidas implementadas para proteger y conservar el medio ambiente (INACAL, 2016).

Los parámetros fisicoquímicos que se miden comúnmente para evaluar la calidad del agua incluyen el pH, la conductividad eléctrica, el oxígeno disuelto, la temperatura, los sólidos disueltos totales, los nutrientes (como nitrógeno y fósforo), los metales y los compuestos orgánicos, algunos de estos parámetros pueden afectar la calidad del agua para su uso humano, como el pH y la presencia de metales (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, 2021).

Según la OMS (2011) los procedimientos de muestreo y análisis deben incluir la técnica de muestreo, el número de muestras que se tomarán, las condiciones de almacenamiento y transporte de las muestras, y los métodos de análisis de laboratorio. Calibración y control de calidad, incluye la calibración de los equipos de medición, el uso de muestras de control de calidad y la verificación de los resultados mediante la repetición de las mediciones (INACAL, 2015).

Para Brix, et al (2000) para llevar a cabo un monitoreo de agua en un humedal, se necesitan varios recursos. Como personal capacitado para llevar a cabo la recolección de datos, realizar análisis de laboratorio y realizar evaluaciones en el campo. Equipo de muestreo, como botellas de muestreo, redes de plancton, medidores de temperatura, turbidez y pH, para recolectar muestras de agua y medir los parámetros físicos del agua. Instalaciones de laboratorio para analizar las muestras de agua recolectadas (Instituto de Ecología de México, 2014).

Los humedales en formación se refieren a áreas que están experimentando procesos de transformación ecológica, en la que los cambios en la hidrología y en los suelos están permitiendo el establecimiento de una comunidad de plantas acuáticas y terrestres específicas, y que contribuyen a la formación de un ecosistema acuático funcional (Pérez-Ruiz et al., 2017).

En Perú, la regulación del agua está a cargo del Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI), a través de la Autoridad Nacional del Agua (ANA) y la Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios (DGAAA). Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos (Decreto Supremo N° 001-2010-MINAGRI): Este reglamento establece las normas para la implementación de la Ley de Recursos Hídricos, y detalla los procedimientos para la gestión integrada y sostenible de los recursos hídricos.

Según Garcia – Espinoza (2016) se realizó un monitoreo hidrológico y de calidad del agua en un humedal de Puno. Se realizó en diferentes épocas del año para evaluar la variabilidad de los parámetros fisicoquímicos. Este estudio se comparó con los ECAs de calidad de agua categoría 4 y concluyó que el índice de calidad del agua en el humedal categoriza como bueno para la vida silvestre.

Según el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, para el objeto de estudio, define el ECA de calidad de agua como categoría 4 para la “Conservación del ambiente acuático” y como subcategoría estuario. En esta categoría hay 16 parámetros fisicoquímicos y un microbiológico con sus respectivos rangos de aceptación. Además, la guía tiene notas, promedios y recomendaciones.

Según Bridges (2018) los peces son bioindicadores que habitan en los estuarios, alguna de las especies comunes es el pez luna que pueden acumular contaminantes en sus tejidos a lo largo del tiempo.

Según Blanchet (2011) las aves acuáticas que indican una calidad del agua son las garzas y garcetas, estas aves dependen del ecosistema del estuario para su supervivencia y pueden mostrar signos de estrés o enfermedad si el ecosistema está degradado.

Según ICA agua (2018), los parámetros fisicoquímicos de la categoría 4 y específicamente para la subcategoría estuarios son:

La DBO5 relaciona el aporte de materia orgánica, midiendo la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para oxidar en un medio aeróbico.

Según el ANA (2018) la temperatura del agua en estuarios, no debe tener cambios bruscos. El pH óptimo para el consumo humano ronda entre 6,5 y 8,5. Los valores óptimos de oxígeno disuelto en el agua son entre 5 y 7 mg/L.

Según Official Methods of Analysis (AOAC, 2016), los aceites y grasas en el agua se determinan con el método de espectrometría de absorción ultravioleta- visibles (UV-Vis).

El fósforo total en el laboratorio se determina con el método de digestión ácida que consiste en aplicación de ácido sulfúrico y perclórico para convertir la muestra en fósforo, luego se mide con un espectrómetro (AOAC, 2016).

Los nitratos en una muestra de agua se calculan por el método espectrofotométrico donde reacciona los nitratos con el ácido sulfanílico y etilendiamina para formar un compuesto coloreado y posterior medir la longitud de onda específica (AOAC, 2016).

La determinación de sólidos suspendidos totales en laboratorio se realiza por filtración con un papel poroso y luego se pesan los sólidos retenidos (APHA, 2017).

La determinación de hidrocarburos se realiza por método gravimétrico donde se extrae la muestra con un solvente y luego se elimina este para finalmente medir la masa de los hidrocarburos (ASTM, 2014).

Los metales pesados como el cadmio, arsénico y cobre se realizan por el método de espectrometría de absorción atómica (EEAA), esta implica la vaporización de la muestra y medición de la radiación emitida por el átomo de cada metal (APHA, 2017).

Los coliformes termo tolerantes son fácilmente detectables y se utilizan comúnmente como un indicador de la calidad microbiológica del agua potable y de recreo (Organización Mundial de la Salud, 2017).

Según la Dirección de Gestión de los Recursos Hídricos (2016) recomienda muestrear en condiciones climatológicas estables, en fuentes lénticas muestrear como mínimo dos veces y el laboratorio estará acreditado con la ISO/IEC 17025.

La frecuencia de monitoreos depende de la ocurrencia de eventos extraordinarios como Huaycos, aparición de algas, variabilidad de procesos productivos o aparición de pandemias (Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos, 2016).

La ANA (2018) establece una guía para calcular los índices y fórmulas de los ICA agua categoría 4. El WQI se determina utilizando una fórmula canadiense que consta de tres factores (área, frecuencia y amplitud) derivados matemáticamente de un solo valor (de 0 a 100) que reflejará y describirá el estado de calidad del agua de un estuario. Estos tres factores se definen y determinan de la siguiente manera:

F1 - Alcance: Indica el número de parámetros de calidad que no cumplen los valores fijados por la norma de calidad ambiental del agua vigente (ICA-Agua) en relación al total de parámetros a evaluar.

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

F2 - Frecuencia: Indica la cantidad de datos que no cumplen con la normativa ambiental (ECA-Agua) en relación al total de datos del parámetro a evaluar (ECA-Agua recomienda al menos 4 monitoreos).

$$F_2 = \frac{\text{Número de parámetros que NO cumplen los ECA agua de los Datos Evaluados}}{(\text{Número Total de Datos Evaluado})}$$

F3 - Amplitud: Es una medida del sesgo en los datos determinado por la suma normalizada del exceso, es decir, el exceso de todos los datos sobre el número total de datos.

$$F_3 = \frac{\text{Suma Normalizada de Excedentes}}{\text{Suma Normalizada} + 1} \times 100$$

Cálculo del Índice de Calidad del Agua: Se determina por la raíz cuadrada del valor medio de la suma de los cuadrados de los tres factores.

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

Tabla 1: Índice de calidad ambiental ECA agua

ICA -PE	Calificación	Interpretación
90 - 100	Excelente	La calidad del agua está protegida con ausencia de amenazas o daños. Las condiciones son muy cercanas a niveles naturales deseados.
75 - 89	Bueno	La calidad del agua se aleja un poco de la calidad natural del agua. Sin embargo, las condiciones deseables pueden estar con algunas amenazas o daños de poca magnitud.
45 – 74	Regular	La calidad del agua natural ocasionalmente es amenazada o dañada. La calidad del agua a menudo se aleja de los valores deseables. Muchos de los usos necesitan tratamiento.
30 – 44	Malo	La calidad del agua no cumple con los objetivos de calidad, frecuentemente las condiciones deseables están amenazadas o dañadas. Muchos de los usos necesitan tratamiento.
0 – 29	Pésimo	La calidad de agua no cumple con los objetivos de calidad, casi siempre está amenazada o dañada. Todos los usos necesitan previo tratamiento.

Fuente: La ANA (2018)

En la tabla 1 realizado por Autoridad Nacional del agua (ANA,2018) , valora del 1 al 100 puntos, además se secciona en cinco calificaciones donde se determinar el estado de la calidad del agua valorando con las nominaciones de pobre, malo, normal, bueno y excelente.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

El tipo de investigación es APLICATIVO, porque tiene como objetivo resolver problemas prácticos y desarrollar soluciones concretas y aplicables a situaciones reales. Se enfoca en la aplicación de los conocimientos y técnicas existentes para resolver problemas concretos en la vida real.

Diseño de investigación

Un diseño de investigación no experimental longitudinal es un estudio observacional que se centra en el seguimiento de un grupo de sujetos a lo largo del tiempo, sin manipular o intervenir en las variables que se están estudiando. Este diseño es útil para analizar patrones y tendencias en el tiempo y para comprender la evolución de ciertos fenómenos a lo largo del tiempo. (Arias y Covinos, 2021, p.78 y 79).

3.2. Variables y operacionalización

Variables

a) **Variable Independiente**

Parámetros fisicoquímicos y biológicos del estuario.

b) **Variable Dependiente**

Indicador de calidad del agua para conservación en la formación del Humedal Uripe

Operacionalización de las variables

Con el fin de analizar la variable independiente, indicadores de calidad, se evaluarán 10 parámetros:

1. Aceites y grasas (por presencia de contaminación en Salaverry)
2. DBO5 para valorar el grado de carga residual que representa para el medio ambiente (cause receptor)
3. Fosforo total (por presencia de agricultura)
4. Nitratos (NO₃⁻) por presencia de agricultura)

5. pH
6. Temperatura
7. Metales pesados: Cadmio y Plomo (por sospecha de contaminación de las actividades de carga y descargas de minerales y otros, en el puerto de Salaverry)
8. Coliformes termo tolerantes.
9. Especies bioindicadores (peces, aves, otros)

Para la variable dependiente, índice de calidad de agua de conservación del humedal, se evaluará a partir del cumplimiento de los parámetros de ECA agua, para la Categoría 4, Subcategoría Estuario, la misma que se realizará entre los meses de abril y junio del 2023.

3.3 Población, muestra y muestreo

Población:

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), la población es "un conjunto de individuos, objetos o eventos que comparten una o varias características comunes, definidas previamente por el investigador" (p. 200). La población puede ser finita o infinita, dependiendo de si se pueden contar o no todos los elementos que la conforman.

En la presente investigación la población será el humedal de Uripe, distrito de Salaverry, Provincia de Trujillo, región La Libertad (Uribe et al., 2020). Este está ubicado a 30 minutos de la ciudad de Salaverry.

Figura 1: Ubicación de la formación del humedal de Uripe



Fuente: Google Earth Pro

Muestra:

Una muestra es un subconjunto de la población, seleccionado de forma que tenga las mismas características que la población de la que se extrajo (Hernández et al., 2014). Según estos autores, "una muestra es una fracción representativa de la población, que se utiliza para obtener información acerca de ésta" (p. 201).

La muestra serán 3 puntos de muestreo del espejo de agua del humedal de Uripe, distrito de Salaverry, Provincia de Trujillo, región La Libertad. Estos abarcarán proporcionalmente toda el área.

Muestreo:

Se tomará las muestras de 1 litro de agua en 3 cuerpos de agua que comprenden la formación del Humedal de Uripe, aproximadamente a 2 metros de la orilla de cada cuerpo de agua.

Unidad de análisis: 50 ml de agua del Humedal Uripe las cuales fueron sometidos a análisis de laboratorio de los 10 parámetros,

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

Técnica de Recolección de datos:

La observación sistemática es una técnica de recolección de datos que implica la medición y registro de comportamientos, eventos o características de interés, utilizando un conjunto predefinido de categorías y reglas para la toma de decisiones (Cozby, 2012, p. 142).

Se tomó la muestra de 1 litro de agua en 3 cuerpos de agua que comprenden la formación del Humedal de Uripe, aproximadamente a 2 metros de la orilla de cada cuerpo de agua. En total muestreó 3 veces por cada salida a campo. Se programaron 3 salidas a campo dando un total de 12 muestreos en toda la formación del humedal.

Instrumento de recolección de datos:

Para obtener datos y registrar información fundamental en una investigación se deben cumplir con requisitos indispensables como son lo siguientes: confiabilidad, validez y objetividad (Hernandez et al., 2014, p.197).

3.5. Procedimientos

Selección de puntos de monitoreo.

La selección de puntos de monitoreo de agua en un humedal permitió obtener información representativa del humedal en su conjunto y que permitan detectar posibles impactos o cambios en el tiempo.

Figura 2: Puntos de monitoreo



Fuente: Google Earth Pro

Los parámetros a medir en laboratorio son pH, temperatura, oxígeno disuelto, turbiedad, nutrientes, metales pesados. Los equipos son el Phmetro, termómetro, turbidímetro y espectrómetro.

Toma de muestras.

Preparación del equipo de muestreo:

Se preparan los equipos y materiales necesarios para tomar las muestras, como frascos de vidrio o plástico, etiquetas, termómetros, equipos de medición de pH, conductividad, entre otros, de acuerdo a los parámetros a medir.

La manipulación de equipos será de acuerdo a su respectivo manual.

Medición in situ de los parámetros:

Se mide in situ los parámetros que no requieren análisis en laboratorio, como la temperatura, pH, conductividad.

Toma de muestras:

Para la toma de muestras se siguieron los siguientes pasos:

- a. Limpiar las manos y el equipo de muestreo antes de la toma de muestras.
- b. Abra el frasco de muestreo y no toque el interior con los dedos.
- c. Sumerja el frasco en el agua de manera vertical y llénelo completamente hasta el borde.
- d. Tape el frasco inmediatamente, evitando la entrada de aire y burbujas.
- e. Tome nota de la información de identificación de la muestra en la etiqueta.

Transporte y conservación de las muestras:

Las muestras se transportaron al laboratorio en condiciones adecuadas, como temperaturas, conservantes o tiempos de estabilidad específicos para cada parámetro. Las muestras deben ser transportadas y almacenadas en condiciones de refrigeración si es necesario.

Análisis en laboratorio:

Las muestras fueron llevadas a un laboratorio especializado para el análisis de los parámetros de interés.

Análisis de los parámetros en laboratorio:

1. Aceites y grasas: método de extracción con disolventes
2. Fosforo total: método de digestión ácida.
- 3.DBO5: Método respiro métrico.
- 4.PH: potenciometría.
- 5.Temperatura: Termómetro digital.
- 6.Metales pesados: Espectroscopía de absorción atómica (EAA).
- 7.Coliformes termo tolerantes: Conteo de colonias de cultivo.
- 8.Nitratos: Método de reducción con Cadmio.
- 9.Especies bioindicadores: Descripción de peces y aves.

Aquí se evaluarán los parámetros de acuerdo a los ECAs (2018) para la categoría 4, subcategoría Estuarios. En laboratorio se verificarán los equipos y procedimientos para la medición de los parámetros fisicoquímicos, luego registrar en un cuaderno de campo.

3.6. Método de análisis de datos

Dentro del análisis se realizó la estadística descriptiva para el análisis de datos. ANOVA para los estudios de varianza y de significancia de los resultados.

F1: El alcance se calculará con la resolución de una fórmula (ANA, 2018).

F2: Frecuencia se calculará con la resolución de una fórmula (ANA, 2018).

F3: La amplitud se calculará con la resolución de una fórmula (ANA, 2018).

ICA de conservación: Se calcula con el porcentaje de indicadores que cumplen con la tabla de índices de calidad ambiental de la categoría 4 subcategoría 3 (ICA-PE 2018).

3.7. Aspectos éticos:

En el desarrollo de este proyecto, se recopiló investigaciones de alto impacto de diferentes fuentes bibliográficas como manuales, tesis, libros, artículos científicos, guías, entre otros, los cuales serán debidamente citados, respetando la integridad de sus ideas. Asimismo, los resultados obtenidos fueron usados de manera objetiva y sin manipulación de la información, puesto que esta información puede ser utilizada para futuras investigaciones.

IV. RESULTADOS

Descripción del estado de formación del humedal Uripe

La afloración del humedal se encuentra entre la denominada “playa sin nombre” y Playa Uripe y cuenta con un área de 18.2 ha aproximadamente, esta formación es consecuencia de la construcción del molón construido en 1979 (Iwanaga, et, all 2022). Además, hay registros de dragado durante los años 1960, 1964, 1982 y recientemente en 2018 alcanzando una profundidad de 14 metros en casi 4 Km (STI Salaverry, 2018). El paisaje cuenta con un dren de evacuación agrícola donde desembocan lixiviados al cuerpo de agua (Iwanaga, et, all 2022).

El humedal evaluado se sectorizó en 3 zonas denominadas MH-01, MH-02 y MH-03 con el objetivo de describir y evaluar su índice de calidad, así como su interconexión entre zonas. En la Tabla 2, se muestra la ficha de descripción de los puntos de muestreo.

Se identificó que el punto de muestreo MH-01 con coordenadas 8°14'20.6"S 78°58'25.9"W tiene el riesgo de estar contaminado por metales pesados debido estar ubicado a 200 metros del puerto estando vulnerable el suelo y agua de esta afloración. Así mismo, el movimiento de tierras durante épocas de lluvias arrastra lixiviados que entran al cuerpo de agua y napa freática. En el lugar se encontraron especies representativas de flora como *Trianthema portulacastrum*, *Filiculoides*, *Distichlis spicata* y fauna como *Microlophus thoracicus*, *Zonotrichia capensis*, *Calidris minutilla*.

Por su parte, el punto de muestreo MH-02 con coordenadas 8°14'26.1"S 78°58'32.0"W presenta el riesgo de estar contaminado por metales pesados debido a ubicarse a 500 metros del puerto de Salaverry estando vulnerable el suelo y agua de esta afloración. En el lugar se encontraron especies representativas de flora como *Trianthema portulacastrum* y fauna la Parihuana común.

Tabla 2: Ficha descripción de los puntos de muestreo

P. M	Coordenadas	Peligros	Vulnerabilidad	Distancia a la fuente	Flora	Fauna
MH-01	8°14'20.6"S 78°58'25.9"W	Afloramiento de metales pesados.	Suelo y cuerpo de agua MH-01	200 metros	- <i>Trianthema portulacastrum</i> - <i>Filiculoides</i> - <i>Distichlis spicata</i>	- <i>Microlophus thoracicus</i> . - <i>Zonotrichia capensis</i> - <i>Calidris minutilla</i>
		Afloramiento de NPK de zonas agrícolas.	Cuerpo de agua y ecosistema.	500 metros		
		Desplazamiento de tierras	Flora, fauna y cambio del paisaje por derrame de lixiviados de zonas agrícolas.	menos de 200 metros.		
MH-02	8°14'26.1"S 78°58'32.0"W	Afloramiento de metales pesado.	Suelo y cuerpo de agua MH-02	500 metros	- <i>Trianthema portulacastrum</i>	- <i>Parihuana común</i>
		Afloramiento de NPK de zonas agrícolas.	Cuerpo de agua y ecosistema.	500 metros		
MH-03	8°14'43.2"S 78°57'59.6"W	Afloramiento de metales pesados.	Suelo y cuerpo de agua MH-03	800 metros	- <i>Chenopodium murale</i> - <i>Eichornia crassipes</i>	- <i>Gasteracantha cancriformis</i> - <i>Aphirape planiceps</i> - <i>Anoplius spp</i> - <i>Phoenicopterus chilensis</i> Molina
		Afloramiento de NPK de zonas agrícolas.	Cuerpo de agua y ecosistema.	500 metros		

Fuente: elaboración propia.
Donde: P.M = punto de muestreo.

En el punto de muestreo MH-03 con coordenadas 8°14'43.2"S 78°57'59.6"W se identificó el riesgo de contaminación por metales pesados debido estar a 800 metros del puerto de Salaverry estando vulnerable el suelo y agua de esta afloración. En el lugar se encontraron especies representativas de flora como *Chenopodium murale*, *Eichornia crassipes* y fauna como *Gasteracantha cancriformis*, *Aphirape planiceps* y *Anoplius spp.*

La fauna representativa fueron reptiles como el *Microlophus thoracicus*, aves como: *Zonotrichia capensis*, la flora como *Typha angustifolia* y *Trianthema portulacastrum L.* (Iwanaga, et, all 2022).

En las tres zonas MH-01, MH-02 y MH-03 se identificó el riesgo de afloramiento de agua con NPK de las zonas agrícolas que se encuentran a 500 metros dejando vulnerable el cuerpo de agua y ecosistema del humedal.

Evaluación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológico de la calidad del agua en la formación del humedal de Uripe

Par la evaluación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos se realizó el monitoreo de las 3 zonas del humedal.

En la tabla 3 se compara los resultados entre los meses de mayo y junio del punto de muestreo MH-01 correspondientes al ECA del agua categoría 4 subcategoría 3. Se evaluaron 10 parámetros, de los cuales 5 cumplieron lo establecido en la normativa siendo estos: temperatura con 28+/-1.64 °C, aceites y grasas con 0.37+/- 0.10 mg/L, oxígeno disuelto con 4.38+/-0.68 mg/L O₂, nitrógeno total con 0.25+/- 0.06 y finalmente DBO₅ con 2.26+/- 0.43 mg/L el cual se encontró muy por debajo de lo establecido en la normativa la cual menciona como estándar de calidad ambiental para DBO₅ una concentración menor a 15 mg/L, siendo el resultado obtenido unas 6 veces menor a lo que indica la norma para ECA C4 – SC 3.

Tabla 3: Parámetros fisicoquímicos de la zona MH-01 de la formación del humedal de Uripe

Parámetro	Unidades	ECA C4 – SC 3	Zona MH-01						Promedio
			M1	C	M2	C	M3	C	
pH		6.5 – 8.5	8.63	NO	8.51	NO	8.71	NO	8.62+/-0.10
Turbiedad	NTU	-	20	-	25	-	27	-	24.00+/- 3.61
Temperatura	°C	Δ 2	29.4	SI	28.4	SI	26.2	SI	28.00+/- 1.64
Aceites y Grasas	mg/l	< 5Mg/L	0.43	SI	0.43	SI	0.26	SI	0.37+/-0.10
Oxígeno Disuelto	mg/l O2	> 4	4.26	SI	3.77	NO	5.12	SI	4.38+/-0.68
DBO ₅	mg/l	< 15	2.11	SI	1.93	SI	2.74	SI	2.26+/-0.43
Nitrógeno Total	mg/L	0.315	0.27	SI	0.19	SI	0.30	SI	0.25+/-0.06
Fosforo Total	mg/L	0.124	0.36	NO	0.31	NO	0.39	NO	0.35+/-0.04
Cadmio	ppm	<0.0088	0.71	NO	0.85	NO	0.65	NO	0.74+/-0.10
Plomo	ppm	<0.0081	12.18	NO	12.21	NO	12.2	NO	12.2+/-0.02

Fuente: elaboración propia.

Donde: ECA C4-SC 3= Estándar de Calidad Ambiental del agua categoría 4 subcategoría 3; M1, M2 y M3= muestras la zona MH-01; C= cumplimiento según normativa; Promedio= promedio +/- desviación estándar

Los parámetros que no cumplieron la normativa fueron pH con resultados entre 8.51 y 8.71 correspondientes a un agua de naturaleza alcalina que se encuentra por encima de los estándares de calidad ambiental del ECA C4 – SC 3, fosforo total con 0.35+/-0.04 mg/L casi 3 veces más de lo indicado en la norma. Los metales como cadmio y plomo excedieron largamente lo establecido en la legislación reportando valores 84 veces mayor a la normativa para cadmio y 1500 veces mayor para plomo con valores de 0.74+/-0.10 ppm y 12.2 ppm respectivamente. Por último, aunque la turbiedad no se encuentra considerada como indicador de contaminación puesto que no influye como impacto en el ecosistema estudiado, su valor fue tomado en cuenta como dato extra *in situ*, encontrándose en 24+/-3.61 NTU.

Tabla 4: Parámetros fisicoquímicos de la zona MH-02 de la formación del humedal de Uripe

Parámetro	Unidades	ECA C4 – SC 3	Zona MH-02						Promedio
			M1	C	M2	C	M3	C	
pH		6.5 – 8.5	8.71	NO	8.2	SI	8.77	NO	8.56+/-0.31
Turbiedad	NTU	-	22	-	20	-	29	-	23.67+/-4.73
Temperatura	°C	Δ 2	29.6	SI	28.6	SI	26.2	SI	28.13+/-1.75
Aceites y Grasas	mg/l	< 5Mg/L	0.41	SI	0.44	SI	0.31	SI	0.39+/-0.07
Oxígeno Disuelto	mg/l O2	> 4	4.18	SI	4.19	SI	5.70	SI	4.69+/-0.87
DBO ₅	mg/l	< 15	2.36	SI	2.38	SI	2.83	SI	2.52+/-0.27
Nitrógeno Total	mg/L	0.315	0.32	NO	0.25	SI	0.32	NO	0.30+/-0.04
Fosforo Total	mg/L	0.124	0.51	NO	0.48	NO	0.51	NO	0.50+/-0.02
Cadmio	ppm	<0.0088	0.74	NO	0.86	NO	0.42	NO	0.67+/-0.23
Plomo	ppm	<0.0081	13.13	NO	12.95	NO	9.35	NO	11.81+/-2.13

Fuente: elaboración propia.

Donde: ECA C4-SC 3= Estándar de Calidad Ambiental del agua categoría 4 subcategoría 3; M1, M2 y M3= muestras la zona MH-02; C= cumplimiento según normativa; Promedio= promedio +/- desviación estándar

En la zona denominada MH-02 (Tabla 4), se identificó que la temperatura (23.67+/-4.73), aceites y grasas (0.39+/-0.07 mg/L), oxígeno disuelto (4.69+/-0.87) y DBO₅ (2.52+/-0.27 mg/L) se encontraron dentro de los valores establecidos por la normalita ambiental. Otros como el pH (8.56+/-0.31) oscilan entre 8.2 y 8.77 situándose muy cerca al límite superior del ECA (pH 8.5), en el caso de nitrógeno total dos de los monitoreos excedieron el 0.315 mg/L de la norma y uno de ellos reportó 0.25 mg/L encontrándose en promedio dentro de lo establecido por la normativa, pero con oscilaciones evidentes. Cadmio (0.67+/-0.23 ppm) y plomo (11.81+/-2.13 ppm) excedieron en 76 veces y 1460 veces lo indicado en la normativa.

Tabla 5. Parámetros fisicoquímicos de la zona MH-03 de la formación del humedal de Uripe

Parámetro	Unidades	ECA C4 – SC 3	Zona MH-03						Promedio
			M1	C	M2	C	M3	C	
pH		6.5 – 8.5	9.2	NO	8.55	NO	8.63	NO	8.79+/-0.35
Turbiedad	NTU	-	14	-	18	-	26	--	19.33+/-6.11
Temperatura	°C	Δ 2	28	SI	28.4	SI	26.3	SI	27.57+/-1.12
Aceites y Grasas	mg/l	< 5Mg/L	0.17	SI	0.22	SI	0.20	SI	0.2+/-0.03
Oxígeno Disuelto	mg/l O2	> 4	5.65	SI	4.85	SI	6.39	SI	5.63+/-0.77
DBO ₅	mg/l	< 15	2.9	SI	2.52	SI	3.30	SI	2.91+/-0.39
Nitrógeno Total	mg/L	0.315	0.53	NO	0.4	NO	0.60	NO	0.51+/-0.1
Fosforo Total	mg/L	0.124	0.6	NO	0.37	NO	0.51	NO	0.49+/-0.12
Cadmio	ppm	<0.0088	0.52	NO	0.7	NO	0.34	NO	0.52+/-0.18
Plomo	ppm	<0.0081	10.3	NO	9.12	NO	8.40	NO	9.27+/-0.96

Fuente: elaboración propia.

Donde: ECA C4-SC 3= Estándar de Calidad Ambiental del agua categoría 4 subcategoría 3; M1, M2 y M3= muestras la zona MH-03; C= cumplimiento según normativa; Promedio= promedio +/- desviación estándar

De igual manera, se realizó la evaluación de parámetros de la zona MH-03 (Tabla 5), identificándose que los parámetros temperatura (27.57+/-1.12 C), aceites y grasas (0.2+/-0.03 mg/L), oxígeno disuelto (5.63+/-0.77) y DBO₅ (2.91+/-0.39 mg/L) se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa para el Estándar de Calidad Ambiental del agua categoría 4 subcategoría 3. Por su parte, el parámetro de nitrógeno total (0.51+/-0.1 mg/L) fue 1.5 veces mayor a lo establecido y fósforo (0.49+/-0.12) 3.9 veces, los parámetros cadmio y plomo arrojaron resultados de 0.52+/-0.18 ppm y 9.27+/-0.96 ppm respectivamente, excediendo en 59 veces y más de mil veces los valores establecidos por la normativa ambiental.

Tabla 6. Comparación de parámetros fisicoquímicos de las tres zonas muestreo de la formación del humedal de Uripe

Parámetro	ECA C4 – SC 3	MH-01	MH-02	MH-03	F	Valor-p
pH	6.5 – 8.5	8.62+/-0.10	8.56+/-0.31	8.79+/-0.35	0.5699	0.5934
Turbiedad (NTU)	-	24.00+/-3.61	23.67+/-4.73	19.33+/-6.11	0.8394	0.4770
Temperatura (°C)	Δ 2	28.00+/-1.64	28.13+/-1.75	27.57+/-1.12	0.1132	0.8948
Aceites y Grasas (mg/l)	< 5Mg/L	0.37+/-0.10 ^b	0.39+/-0.07 ^b	0.2+/-0.03 ^a	6.7941	0.0287
Oxígeno Disuelto (mg/l O ₂)	> 4	4.38+/-0.68	4.69+/-0.87	5.63+/-0.77	2.0805	0.2059
DBO ₅ (mg/l)	< 15	2.26+/-0.43	2.52+/-0.27	2.91+/-0.39	2.3576	0.1756
Nitrógeno Total (mg/l)	0.315	0.25+/-0.06 ^a	0.30+/-0.04 ^a	0.51+/-0.1 ^b	11.2022	0.0094
Fosforo Total (mg/l)	0.124	0.35+/-0.04	0.50+/-0.02	0.49+/-0.12	4.0174	0.0781
Cadmio (ppm)	<0.0088	0.74+/-0.10	0.67+/-0.23	0.52+/-0.18	1.1799	0.3697
Plomo (ppm)	<0.0081	12.2+/-0.02	11.81+/-2.13	9.27+/-0.96	4.1511	0.0783

Fuente: elaboración propia.

Donde: MH-01, MH-02 y MH-03=zonas de muestreo, F= valor F de Análisis de varianza (ANOVA).

Se realizó la comparación de las tres zonas MH-01, MH-02 y MH-03 mediante el análisis de varianza (ANOVA) para cada uno de los 10 parámetros evaluados, el resumen se detalla en la Tabla 6 y el extenso se muestra en el Anexo 13.

Para el parámetro aceites y grasas se identificó diferencia significativa entre la concentración de los tres puntos de muestreo ($F=6.7941$, $\text{valor-p}=0.0287$) siendo similar en MH-01 (0.37 ± 0.10 mg/L) y MH-02 (0.39 ± 0.07 mg/L) y menor en MH-03 (0.2 ± 0.03), a pesar de estas diferencias en la concentración de aceites y grasas de la formación del humedal, los tres puntos de muestreo cumplen con lo establecido por la normativa. Por el contrario, en el parámetro nitrógeno total, en los puntos MH-01 (0.25 ± 0.06 mg/L) y MH-02 (0.30 ± 0.04 mg/L) se encontró que tuvieron una concentración menor ($F=11.2022$, $\text{valor-p}=0.0094$) al punto MH-03 (0.51 ± 0.1 mg/L).

Así mismo, se identificó que para: pH, turbidez, temperatura, oxígeno disuelto, DBO5, fosforo total, cadmio y plomo no existió diferencias estadísticamente significativas entre los valores reportados de las tres zonas de muestreo ($\text{valor-p}>0.05$).

Cabe resaltar que al existir similitud de los parámetros de los 3 puntos de muestreo se puede considerar que existe una conexión entre ellos.

Tabla 7. Determinación de coliformes totales de la formación del humedal de Uripe

Coliformes Totales		ECA	Cumple
Unidades	Resultado	C4 – SC 3	
NMP/100 ml	4.5	<1000	SI

Fuente: elaboración propia.

Respecto análisis microbiológico, se realizó un estudio de coliformes totales representativo de todo el cuerpo de agua (Tabla 7) identificando una concentración de 4.5 NMP/ml, valor que se encuentra dentro de los estándares de calidad ambiental del ECA C4 – SC 3.

Estado de calidad de agua para conservar la formación del humedal Uripe

La evaluación de la calidad de agua se realizó mediante el uso de la fórmula canadiense que consta de tres factores, estos tres factores se definen como F1 alcance, F2 frecuencia y F3 amplitud. El resumen se muestra en la Tabla 8 y el procesamiento en extenso se muestra en el Anexo 14.

Se identificó que todos los puntos de muestreo tienen categoría pésima según la normativa ICA – categoría 4 subcategoría 3 del 2018.

Tabla 8. Índice de calidad de agua para conservación ICA de la formación del humedal de Uripe

	F1	F2	F3	ICA	ICA-PE
MH-01	0.5	0.464	200	-15 471	
MH-02	0.5	0.464	200	-15 470	Pésimo
MH-03	0.5	0.536	200	-15 470	

Fuente: elaboración propia.

V. DISCUSIÓN

La formación del humedal está siendo influenciado por la cercanía al puerto de Salaverry y fundos agrícolas como principales fuentes de peligros ambientales antropológicas. Existe un cambio en el paisaje a raíz del desborde de lixiviados de la parte alta. La presencia de la construcción del molón en el puerto de Salaverry y los dragados registrados (Iwanaga, et, all 2022), sumado al movimiento variable de las corrientes marinas, favorecen una posible contaminación por la remoción del fondo marino.

Entre la flora y fauna que destacan son el flamenco "*Phoenicopterus chilensis Molina*" y falsa verdolaga "*Eichornia crassipes*", estos bioindicadores corresponden a un ambiente marino costero. Para Morales (2021) en un biomonitoreo se evalúa la calidad del agua y el mejor bioindicador son los macroinvertebrados junto con una flora predominante.

El rango de pH en las muestras arroja un agua de naturaleza alcalina, durante los meses de mayo a junio excedió los valores óptimos en la categoría 4 subcategoría 3 del ECA para el agua. Esta condición se debe a la cercanía al mar (Pérez et al, 2017), en el humedal Pantanos de Villa cuenta con aguas con pH 8.8 de similar característica y esto se debe a estar junto al mar (Huaman-Vilca, 2020). En general el pH es homogéneo y casi constante con un pH promedio de 8.67 durante el tiempo de muestreos.

Con respecto en la temperatura, en las tablas 3,4y5 la variación en el tiempo de este parámetro no excede al del ECA 2018. Las muestras fueron tomadas entre las 9:30 a.m. y 10:30 a.m. indicando que a la toma de muestras en los diferentes días fueron tomadas a similar hora. La varianza de temperatura en Pantanos de Villa es de (1.2 °C) y en la investigación en los Humedales de ventanilla (Fajardo, Narda, 2018) tuvo mayor variación (4.6 °C) debido a que abarcó 7 meses y en diferentes horas del día. Aquí la importancia de tomar lectura de datos en una hora determinada.

La formación del humedal de Uripe cuenta con bajas concentraciones de aceites y grasas dentro de los límites de la categoría 4 subcategoría 3 del ECA para el agua. En la investigación (Caho, Lopez, 2017) correlaciona el oxígeno disuelto con la presencia de aceites y grasas, se asume que hay libre transferencia de oxígeno del medio al cuerpo de agua.

El Oxígeno disuelto se encuentra en el límite de la categoría 4 subcategoría 3 del ECA para el agua con un valor promedio de 4.90 mg/l O₂. En la investigación de la Isla de coco (Gonzales, et al, 2008) es un humedal con similares características y declarado como patrimonio Ramsar en 1998 cuenta con Oxígeno disuelto entre 6 a 7.80 mg/l O₂ entre el 2001 y 2007 cabe resaltar que es considerado de salinidad baja por las constantes lluvias del lugar, además el cuerpo de agua cuenta de 21 metros de profundidad. La transpiración del cuerpo de agua es importante para albergar alta diversidad sin embargo la presencia de oxígeno disuelto depende de factores atmosféricos como baja salinidad (30 ups), profundidad y constantes lluvias.

La concentración de nitrógeno total es en promedio en 0,353 mg/L sobrepasando un 12% el límite de la categoría 4 subcategoría 3 del ECA para el agua. Según Alvarado (2023, p7) el nitrógeno total excesivo provoca toxicidad para las plantas. El oxígeno disuelto regular y las bajas coliformes totales indica que predominan bacterias de tipo nitrificantes.

La toma de muestras de concentraciones de fosforo total es en promedio 0,449 mg/L sobrepasando en 362% el límite de la categoría 4 subcategoría 3 del ECA para el agua. Según Barceló (2019 p,186) las dosis altas en fosforo estimula el crecimiento de todo tipo de microorganismo generando eutrofización. Sin embargo, no hay presencia de capas superficiales de algas en la formación del humedal.

Las coliformes totales son muy bajas según el ECA 2018 indicando la predominancia de otro tipo de bacterias. Como las nitrificantes que son comunes en humedales y se usa para remediarlo. En el artículo de Garcia et all (2021) un humedal artificial tiene la capacidad de disminuir hasta un 88% las coliformes totales. Indicando que el humedal cumple correctamente la función depuradora de materia orgánica.

La concentración de Cadmio en promedio es 0,643 mg/L sobrepasando en 7306,8% el límite de la categoría 4 subcategoría 3 del ECA para el agua.

Este metal se bioacumula en las grasas o medios orgánicos

Su origen es por el uso de fosfatos en actividades agrícolas, al inundar los cultivos, se infiltran por el suelo y se trasladan por gravedad a las zonas bajas. Estos se bioacumulan en raíces, tallos frutos y semillas alterando la fotosíntesis y reduce la parecencia de nitratos Llatance (2018).

La concentración de Plomo promedio es 11.182 mg/L, este metal pesado sobrepasa en 128 052,2 % el límite de la categoría 4 subcategoría 3 del ECA para el agua. Este metal ocasiona efectos negativos a la salud y ambiente marino, se bioacumula en las grasas o medios orgánicos e inhibe enzimas Iannacone (2001, p.90).

Según Miguel Fernández (2006) en la descomposición de la materia viva se generan compuestos nitrogenados como nitritos y nitrilos. En el fondo de la formación del humedal hay evidencia de amoníaco estos bioindicadores indicando que existe una sobrepoblación de bacterias nitrogenadas que remedian el nitrógeno que aflora de los fundos agrícolas.

En las visitas a campo se evidenció amoníaco en forma de lodos (ANEXO 4), estos son descompuestos por bacterias nitrificantes formando nitritos (NO₂).

Sin embargo, la presencia de excesivos lodos en el fondo de la formación del humedal sumado con la presencia significativa de metales pesados (Plomo y Cadmio) indican que las bacterias nitrificantes no están adaptadas al medio.

Los análisis fueron del cuerpo de agua sin embargo es probable la presencia de metales pesados en los lodos del fondo de la formación del humedal Uripe interfiriendo con un bajo metabolismo del medio microbiano.

En esta investigación estamos de acuerdo con el ECA 2018 de no tomar el valor de turbiedad como un dato significativo porque al tener una turbiedad relativamente baja en promedio 25 NTU (MINSA,2010) visualmente no se aprecian los peligros de estar en contacto con este medio.

La metodología usada fue el procedimiento del Índice de calidad ambiental de los recursos hídricos superficiales (ICARHS), que cuenta con 3 etapas, en la primera se determina las características y tipo de agua, la segunda etapa es monitorear parámetros seleccionados y compararlos con un ECA (agua, suelo, aire) y finalmente la etapa de resolución de fórmulas ICARHS para valorar el índice.

Dada las características y reseña histórica del área de estudio se agregó el estudio de dos metales pesados, el Plomo para descartar algún derrame o influencia de las actividades económicas cercanas y el Cadmio por la excesiva actividad agrícola en las zonas altas. Este tipo de estudios requieren como mínimo el monitoreo de cuatro parámetros (ICA agua, 2020) y en las investigaciones se encuentran siempre pH, varianza de temperatura, Nitratos, fósforo, aceites y grasas, OD y DBO₅.

Las etapas de esta metodología son analizadas desde un inicio y es criterio del investigador detectar los peligros potenciales junto a los actores más vulnerables. Cabe resaltar que en la investigación al detectar las actividades económicas circundantes se descubrió un nivel significativamente alto de plomo y cadmio. Estos metales no son detectados por nuestros sentidos sin embargo para trabajos de conservación como pantanos de villa no existe un estudio de metales. Por el contrario, investigaciones de aguas en ríos y quebradas para posible consumo humano si es obligatorio estos estudios. La omisión de estos estudios para conservar la biodiversidad evidencia un descuido en la protección de la flora y fauna.

Esta formación de humedal se encuentra a veinte minutos de la ciudad de Salaverry, los visitantes y pescadores atraviesan su pantano a recolectar totora, animales marinos o recrearse. De esta manera se exponen a una contaminación gradual. Las aves migratorias reposan en el cuerpo de agua y consumen sus lodos. La biodiversidad está expuesta a un contaminante que minimiza su calidad de vida.

VI. CONCLUSIONES

- La formación del humedal Uripe está influenciado directamente por dos actividades que es el mantenimiento del puerto (dragado) y las agroindustrias (inundaciones). Ambas moldean el paisaje, el dragado con la acumulación de arenas y los efluentes de agroindustrias con derrumbes y quebradas artificiales.
- En los monitoreos se detectó un agua características alcalinas, bajo nivel de oxígeno y poca carga orgánica correspondientes a zona árida y cerca al mar. Los parámetros que en promedio no cumplieron la normativa de ECA categoría 4 subcategoría 3 son el pH, fósforo, Cadmio y Plomo. Obteniendo niveles de hasta un 1503 veces la concentración de plomo admitida en la normativa y 95 veces la concentración del Cadmio.
- El índice de calidad en los tres puntos de muestreo fueron el mismo y negativos indicando una pésima calidad en su valoración. Se detectó que las aguas de estas 3 zonas de monitoreo son las mismas a pesar de estar separadas con montículos de arena.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda hacer estudios relacionando la presencia de plomo con la remoción de dragado en el puerto de Salaverry. También detectar actividades económicas en a la ciudad que contribuyan con la presencia de plomo.
- Existe una limitancia en el tiempo de estudio, se recomienda ampliar los monitoreos y evaluar en diferentes estaciones del año.
- La investigación utilizó el ICA-PE 2018, esta se puede contrastar con diferentes metodologías de ICAs donde cada parámetro tiene un peso y son monos temporales.

REFERENCIAS

- ADAMIEC, E., & JAROSIEWICZ, A. 2021. Bioindicators of heavy metal pollution in a natural wetland ecosystem. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 218, 112287. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2021.112287>
- Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. 2021. Cómo se evalúa la calidad del agua. Recuperado de <https://www.epa.gov/espanol/como-se-evalua-la-calidad-del-agua>
- ALVARADO, TATIANA VÁSQUEZ. 2023. Diseño de un sistema de humedales artificiales de flujo subsuperficial vertical para el tratamiento de aguas residuales porcinas en la finca Linda Vista en Santa Cruz de Turrialba. . Tesis Doctoral. Universidad de Costa Rica.
- American Psychological Association. 2017. Ethical Principles of Psychologists and Code of Conduct. Recuperado de <https://www.apa.org/ethics/code/index>
- AOAC International. 2016. Official Methods of Analysis of AOAC International. 20th Edition. AOAC International, Gaithersburg, MD, USA.
- APHA. 2017. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association, Washington, DC, USA, 23rd edition.
- ASHRAFI, O. et al. 2018. Assessment of physicochemical characteristics of constructed wetland effluent for reuse in agriculture. *Water, Air, & Soil Pollution*, 229(8), 243. doi: 10.1007/s11270-018-3919-7
- BARCELÓ QUINTAL, ICELA DAGMAR, ET AL. 2019. Remoción de fósforo mediante un humedal de subsuperficial de flujo horizontal. https://revistatediq.azc.uam.mx/Docs/revista_tendencias_2019. Pdf.

- BATZER, D. P., & BALDWIN, A. H. (Eds.).2019. Wetland ecosystems of North America: Ecology and conservation concerns. Springer. DOI=10.3389/fmars.2020.600220
- BOLAÑOS, R., ROJAS, D., & SOLANO, M. 2021.Evaluación de la calidad del agua y de los servicios ecosistémicos en humedales del corredor biológico Mesoamericano, Costa Rica. Agroecología, 16(1), 85-99.
- BRITISH PSYCHOLOGICAL SOCIETY. 2018. Code of Human Research Ethics. Recuperado de <https://www.bps.org.uk/news-and-policy/code-human-research-ethics>
- BRIX, H., SCHIERUP, H. H., & ARIAS-ANDRES, M. 2000. Water quality monitoring in a tropical wetland system using macrophytes as bioindicators. Ecological Engineering, 14(1-2), 39-52.
- CAHO-RODRÍGUEZ, CARLOS ANDRÉS; LÓPEZ-BARRERA, ELLIE ANNE. 2017. Determinación del Índice de Calidad de Agua para el sector occidental del humedal Torca-Guaymaral empleando las metodologías UWQI y CWQI. Producción+ limpia, vol. 12, no 2, p. 35-49.
- CANADIAN INSTITUTES OF HEALTH RESEARCH. 2018.Tri-Council Policy Statement: Ethical Conduct for Research Involving Humans. Recuperado de <http://www.pre.ethics.gc.ca/eng/policy-politique/initiatives/tcps2-eptc2/Default/>
- CONVENCIÓN RAMSAR. 2021. ¿Qué son los humedales?. Recuperado de <https://www.ramsar.org/es/que-son-los-humedales>
- CÓRDOBA-MATSON, M. V., LONDOÑO-MURCIA, M. C., & ROLDÁN-PÉREZ, G. 2015. Indicators of ecological integrity in wetlands: A review. Water, 7(2), 633-656.
- COSTANZA, R. et al. 1997.The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature, 387(6630), 253-260.

COZBY, P. C. 2012. Métodos de investigación en ciencias sociales. Mc Graw Hill, 2012.

DATTA, S., SINHA, D., CHAUDHARY, V., KAR, S. Y SINGH, A. 2022. Contaminación del agua de los humedales: una amenaza mundial para la fitodiversidad continental, de humedales y acuática. En A. Rathoure (Ed.), Handbook of Research on Monitoring and Evaluating the Ecological Health of Wetlands , pp. 27-50. IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-9498-8.ch003>.

DAVIDSON, N. C. 2014. How much wetland has the world lost? Long-term and recent trends in global wetland area. Marine and Freshwater Research, 65(10), 934-941. <https://doi.org/10.1071/MF14173>

DE MIGUEL-FERNÁNDEZ, CONSTANTINO; VÁZQUEZ-TASET, YANIEL M. 2006. Origen de los nitratos (NO₃) y nitritos (NO₂) y su influencia en la potabilidad de las aguas subterráneas. Minería y Geología, [S.l.], v. 22, n. 3, p. 9, aug. 2006. ISSN 1993-8012. Disponible en: <<http://revista.ismm.edu.cu/index.php/revistamg/article/view/122>>. Fecha de acceso: 01 July 2023

MINISTERIO DE SALUD. 2010. www.gob.pe. Decreto Supremo N.º 031-2010-SA - Normas y documentos legales - Ministerio de Salud - Plataforma del Estado Peruano.

DIAZ, ANÍBAL; SAENZ-ZUNIGA, LISSET Y ZUTTA, BRIAN. 2021. Formación de un humedal en la costa norte del Perú: estabilidad biofísica y diversidad biológica. Rev. peru biol. [online]. 2021, vol.28, n.3, e21132. ISSN 1727-9933. <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v28i3.21132>.

EL PERUANO. 2017. Aprueban estándares de calidad ambiental (ECA) para agua y ECA complementarios para proteger la salud humana y el ambiente frente a la exposición a contaminantes. Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Disponible en: <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-estandares->

de-calidad-ambiental-eca-para-agua-y-e-decreto-supremo-n-004-2017-minam.

FAJARDO VIDAL, NARDA STELLA. 2018. Evaluación de la calidad microbiológica y fisicoquímica de las aguas en el Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla, región Callao, Perú.

GARCÍA, KELLY LEANI QUINTERO, et al. 2021. Evaluación de la remoción de nitrógeno y materia orgánica a través de humedales artificiales de flujo subsuperficial, acoplados a reactores de lecho fijo con microalgas en la Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia. *Ingeniería y Región*, no 25, p. 82-94.

GLEASON, R. A., & EULISS, N. H. 2017. *Wetland habitat restoration*. Springer.

GOBIERNO REGIONAL DE LA LIBERTAD. 2017. Plan Regional de Desarrollo Concertado de La Libertad 2017-2021. Recuperado de http://www.regionlalibertad.gob.pe/portal/images/contenidos/plandesarrollo/PLAN_DESARROLLO_2017_2021_FINAL.pdf

GONZÁLEZ, JENARO ACUÑA, et al. 2008. Parámetros físico-químicos en aguas costeras de la Isla del Coco, Costa Rica (2001-2007). *Revista de Biología Tropical*, p. 49-56.

HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. Y BAPTISTA, P. 2014. *Metodología de la investigación*. Mc Graw Hill.

HERRERA-SILVEIRA, J. A., COMIN, F. A., & TROCHINE, C. 2018. A review of the ecosystem functions in mangrove forests: towards an integrated perspective. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 28(4), 1049-1066.

IANNACONE, J., ET AL. 2001. Toxicidad y bioacumulacion de plomo en *Perumytilus purpuratus* (Lamarck, 1819)" chorito (Bivalvia). *BOLETIN-SOCIEDAD QUIMICA DEL PERU*, vol. 67, no 2, p. 89-98.

- IANNACONE, J., PALOMINO, G., & MAZZOTTI, L. 2019. Evaluación de la calidad del agua de un humedal construido en la cuenca alta del río Rímac, Lima, Perú. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 35(3), 335-346.
- INSTITUTO DE ECOLOGÍA, A.C. 2014. Monitoreo de humedales de la Reserva de la Biosfera La Encrucijada, Chiapas. México: Instituto de Ecología, A.C.
- INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD (INACAL). 2016. Norma técnica peruana NTP 568.080: Agua. Calidad. Determinación de la conductividad eléctrica. Método de ensayo. Lima, Perú: INACAL.
- JIMÉNEZ-MORENO, M., PÉREZ-MARTÍNEZ, C., SÁNCHEZ-GARCÍA, P., & DE LA ROSA, J. D. 2019. Spatial and temporal distribution of organic pollutants in a wetland ecosystem affected by agricultural and urban activities. *Science of the Total Environment*, 694, 133622.
- LA INDUSTRIA. 2021. Uripe: Humedal olvidado en peligro. Recuperado el 4 de marzo de 2023, de <https://laindustria.pe/noticia/290367/uripe-humedal-olvidado-en-peligro>.
- LLATANCE, WILBER OC, et al. 2018. Bioacumulación de cadmio en el cacao (*Theobroma cacao*) en la Comunidad Nativa de Pakun, Perú. *Revista Forestal del Perú*, vol. 33, no 1, p. 63-75.
- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Wetlands and Water Synthesis*. World Resources Institute, Washington, DC.
- MITSCH, W. J., & GOSSELINK, J. G. 2015. *Wetlands* (5th ed.). John Wiley & Sons.
- MORALES CARRILLO, MARÍA YÉNNIFER. 2021. Los servicios ecosistémicos en ríos urbanos, el canal San Antonio en Bogotá como

estrategia de aula ambiental para estudiantes de secundaria. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Colombia.

NATIONAL INSTITUTES OF HEALTH. 2018. Informed Consent. Recuperado de <https://oir.nih.gov/sourcebook/ethical-conduct/human-subjects-research/informed-consent>

OLAYA RODRIGUEZ, María H et al. Mapeo del servicio ecosistémico de alimento asociado a la pesca en los humedales interiores de Colombia. *Ecol. austral* [online]. 2017, vol.27, n.1, suppl.1 [citado 2023-07-01], pp.123-133. Disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1667-782X2017000200004&lng=es&nrm=iso. ISSN 1667-782X. US EPA. National Wetland Condition Assessment 2001: field operations manual. 2011.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. 2011. Directrices de la OMS para la calidad del agua potable. Ginebra, Suiza: OMS.

PÉREZ, BENAZIR ANA LUZMILA ALARCÓN; ÁLVAREZ, MANUEL ÑIQUE. 2014. Índice de calidad del agua según NSF del humedal laguna Los Milagros (Tingo María, Perú). *INDES Revista de Investigación para el Desarrollo Sustentable*, vol. 2, no 2, p. 98-107 Doi: 10.25127/indes.201402.010.

PÉREZ-BÁEZ, S. O., & DE LA PARRA, L. A. 2020. Evaluación de la calidad del agua en un humedal artificial en una zona urbana de México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 36(1), 25-35.

PHIRI, C. AND CHIMUKA, L. 2021. Evaluation of trace metals and potential health risks in wetland water, sediment, and plant samples in a peri-urban wetland. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(4), 4664-4675. doi: 10.1007/s11356-020-11354-3

PNUMA-WCMC, I. U. C. N. NGS. 2018. Informe sobre el planeta protegido, 2018, p. 70. ISBN No: 978-92-807-3721-9

RAMSAR CONVENTION SECRETARIAT.2013. The Ramsar Convention Manual: A Guide to the Convention on Wetlands (Ramsar, Iran, 1971). Gland, Switzerland.

RAMSAR CONVENTION SECRETARIAT. 2018. The Ramsar Convention Manual: A guide to the Convention on Wetlands (Ramsar, Iran, 1971) (6th ed.). Ramsar Convention Secretariat. <https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/manual6-2018-e.pdf>.

RENÉE HANSEN-RODRÍGUEZ, IVETTE, et al. 2021. La evolución del uso de fosa séptica+ wetland para el tratamiento de las aguas residuales del municipio de guasave, sinaloa, México y su importancia para la sustentabilidad ambiental de localidades rurales. Ra Ximhai, vol. 17.

SÁNCHEZ, C., & VERA, L. 2016. Importancia del humedal de Uripe, La Libertad, Perú, como hábitat de aves migratorias y residentes. Acta Agronómica, 65(4), 400-406. <https://doi.org/10.15446/acag.v65n4.53238>

SMITH, V. H. 2003. Eutrophication of freshwater and coastal marine ecosystems: a global problem. Environmental Science & Pollution Research, 10(2), 126-139. <https://doi.org/10.1065/espr2002.12.142>

TÓTH, V. R., NAGY-BALOGH, J., & KISS, K. T. 2018. Water quality assessment of wetlands: A review of different evaluation methods. Ecological Engineering, 118, 11-20. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2018.04.017>

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. 2018. Global wetland outlook: State of the world's wetlands and their services to people. UNEP.

USEPA. 2016. National Wetland Condition Assessment: Field Operations Manual. U.S. Environmental Protection Agency.

VALENCIA-CUEVAS, L., & GUTIÉRREZ-CASTORENA, M. C. 2018. Environmental risk assessment of heavy metals in wetlands of Mexico. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(27), 27143-27155.

VASIĆ, FILIP, PAUL, CARSTEN, STRAUSS, VERONIKA Y HELMING, KATHARINA. 2020. Servicios ecosistémicos de agujeros de caldera en paisajes agrícolas. *Agronomía* [online]. 4 de septiembre de 2020. Vol. 10, núm. 9, pág. 1326. DOI 10.3390/agronomía10091326. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/agronomy10091326>

Vista de Evaluación de la calidad del agua de Laguna Marvilla en Pantanos de Villa (Lima – Perú) (cientifica.edu.pe)

WANG, Y., & GUO, Y. 2020. Wetlands and human health: A review. *Wetlands Ecology and Management*, 28(5), 767-780.

YWANAGA REH, N. G., GONZÁLEZ CAMPOS, C. A., GUTIÉRREZ RAMOS, J. N. , & RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ, E. F. 2022. Nuevo registro de humedal y la presencia estival de *phoenicopterus chilensis* molina, 1782, en la playa sur de Salaverry, provincia de Trujillo – Perú. *Sagasteguiana*, 9(2), 95-120. Recuperado a partir de <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/REVSAGAS/article/view/4415>

ZEDLER, J.B. AND KERCHER, S. 2005. WETLAND RESOURCES: STATUS, TRENDS, ecosystem services, and restorability. *Annual Review of Environment and Resources*, 30(1), 39-74.

ZHU, Y. ET AL. 2018. A field study on nitrogen removal and microbial community response in constructed wetlands with different vegetation. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(35), 35316-35324. doi: 10.1007/s11356-018-3377-8.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de operacionalización

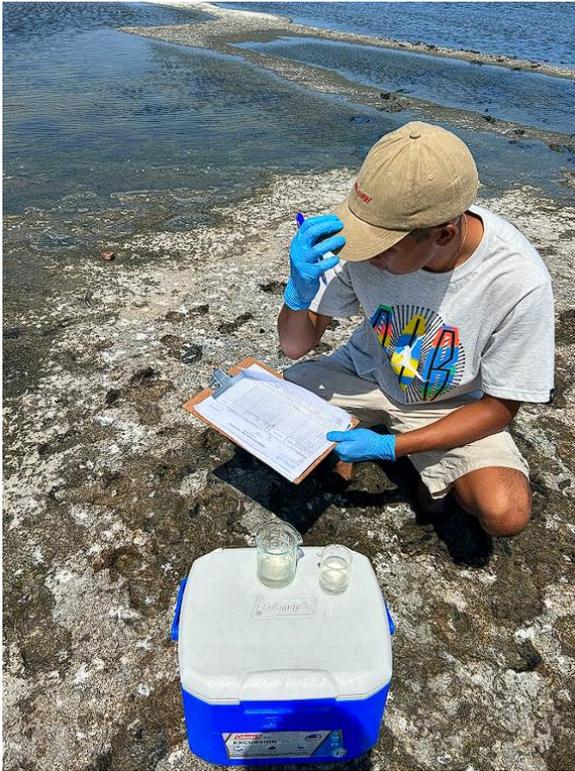
Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Parámetros fisicoquímicos y biológicos del agua. (VARIABLE INDEPENDIENTE)	Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, para el objeto de estudio, define el ECA de calidad de agua como categoría 4 para la "Conservación del ambiente acuático" y como subcategoría estuario. En esta categoría hay 16 parámetros fisicoquímicos y un microbiológico con sus respectivos rangos de aceptación.	De acuerdo al manual de ECA agua 2018 de aguas con categoría IV, se evaluarán 11 parámetros donde se utilizarán equipos especializados, técnicas y protocolos de muestreo. Con una frecuencia de 15 días.	Parámetros fisicoquímicos	Aceites y grasas	Cuantitativa
				pH	Cuantitativa
				Fosforo total	Cuantitativa
				Nitratos	Cuantitativa
				Sólidos Suspendidos totales	Cuantitativa
				Temperatura	Cuantitativa
				Presencia de metales Cadmio y Plomo	Cuantitativa
				DBO5	Cuantitativa
			Parámetro biológico	E. Coli	Cuantitativa
	Especies bioindicadores	Nominal			
Índice de calidad de agua para conservación (VARIABLE DEPENDIENTE)	Para determinar el índice de calidad de agua se aplica la fórmula canadiense, que comprende tres factores (alcance, frecuencia y amplitud), lo que resulta del cálculo matemático un valor único (entre 0 y 100), que va representar y describir el estado de la calidad del agua en un estuario (ANA, 2018).	Según categoría IV referida a estuarios (ECA, 2018) F1 - Alcance: representa la cantidad de parámetros de calidad que no cumplen los valores establecidos en la normativa, Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA- Agua) vigente, respecto al total de parámetros a evaluar. F2 - Frecuencia: representa la cantidad de datos que no cumplen la normativa ambiental (ECA- Agua) respecto al total de datos de los parámetros a evaluar (El ECA de agua recomienda hacer un mínimo de 4 monitoreos).	ECA agua Conservación (Categoría IV – SC-3)	# Parámetros que cumple	Nominal
				#Parámetros que no cumple	Nominal
			índice de calidad del Agua para conservación	Alcance	Razón
				Frecuencia	Razón
				Amplitud	Razón
				Índice de Calidad (Excelente, Bueno, Regular, Malo, Pésimo)	Ordinal

F3 - Amplitud: es una medida de la desviación que existe en los datos, determinada por la suma normalizada de excedentes, es decir los excesos de todos los datos respecto al número total de datos.

Anexo 2: Foto panorámica de la formación del humedal de Uripe.



Anexo 3: Panel fotográfico del muestreo.









Anexo 4: Presencia de amoniaco en el fondo de los cuerpos de agua.



Anexo 5: Grieta entre la muralla de arena.



Anexo 6: Vegetación predominante



Anexo 7: Manchas en el suelo



Anexo 8: Resultados del primer monitoreo



INFORME DE ENSAYO N°420-2023-RIVELAB/FQ

Emitido en Trujillo, el 15 de mayo de 2023

Orden de Servicio : 020523AS
Nombre de Solicitante : Ismael Armando Salva Iglesias
Servicio Solicitado : Ensayos físico químicos
Producto Declarado : AGUA SUPERFICIAL - HUMEDAL
Cantidad de Muestra : 03 frascos x 1000 ml
Tipo de envase : 01 envases de plástico con tapa rosca
MH-01
Código de muestra : MH-02
MH-03
Fecha y hora de toma de muestra : Humedal de Uripe – Distrito de Salaverry – Departamento La Libertad 02-05-2023
Fecha de inicio de Ensayos : 02-05-2023
Fecha de término de Ensayos : 13-05-2023

ENSAYOS FISICO QUIMICOS

Determinación	Abreviatura	Unidades	RESULTADOS		
			MH-01	MH-02	MH-03
pH	pH		8.83	8.71	9.20
Turbiedad	---	NTU	20	22	14
Temperatura	---	°C	29.4	29.8	28.0
Solidos Totales Disueltos	STD	ppm	39193	39152	36702
Aceites y Grasas	AyG	mg/l	0.43	0.41	0.17
Oxígeno Disuelto	OD	mg/l O ₂	4.26	4.18	5.65
DBO ₅	DBO ₅	mg/l	2.11	2.38	2.90
Nitrógeno total	N	ppm	0.27	0.32	0.53
Fósforo Total	P	ppm	0.36	0.51	0.60



INFORME DE ENSAYO N°420-2023-RIVELAB/FQ

Emitido en Trujillo, el 15 de mayo de 2023

ENSAYO	NORMA O REFERENCIA
pH	NTP 214.029.2015 CALIDAD DE AGUA. Determinación de pH en agua. Método electrónico
Turbiedad	Método espectrofotométrico
Conductividad	NTP 214.049.2015 CALIDAD DE AGUA. Determinación de conductividad eléctrica en agua
Nitrato	NTP 214.018.2002 pesada al 2002. Determinación de nitrato. Método espectrofotométrico. Zafiro de

RIVELAB

Dr. JOSE RIVERO CORCUERA
Ingeniero Químico
R. CIP. 130519

Anexo 9: Resultados del segundo monitoreo.



INFORME DE ENSAYO N°456-2023-RIVELAB/FQ

Emitido en Trujillo, el 26 de mayo de 2023

Orden de Servicio : 020523AS
Nombre de Solicitante : Ismael Armando Salva Iglesias
Servicio Solicitado : Ensayos físico químicos
Producto Declarado : AGUA SUPERFICIAL - HUMEDAL
Cantidad de Muestra : 03 frascos x 1000 ml
Tipo de envase : 01 envases de plástico con tapa rosca
MH-04
Código de muestra : MH-05
MH-06
Fecha y hora de toma de muestra : Humedal de Uripe – Distrito de Salaverry – Departamento La Libertad 02-05-2023
Fecha de inicios de Ensayos : 12-05-2023
Fecha de término de Ensayos : 23-05-2023

ENSAYOS FISICO QUIMICOS

Determinación	Abreviatura	Unidades	RESULTADOS		
			MH-01	MH-02	MH-03
pH	pH		8.51	8.20	8.55
Turbiedad	---	NTU	25	20	18
Temperatura	---	°C	28.4	28.6	28.4
Solidos Totales Disueltos	STD	ppm	38100	37963	36021
Aceites y Grasas	AyG	mg/l	0.43	0.44	0.22
Oxígeno Disuelto	OD	mg/l O ₂	3.77	4.19	4.85
DBO ₅	DBO ₅	mg/l	1.93	2.38	2.52
Nitrógeno total	N	ppm	0.19	0.25	0.40
Fósforo Total	P	ppm	0.31	0.48	0.37
Cadmio	Cd	ppm	0.85	0.86	0.70
Plomo	Pb	ppm	12.21	12.95	9.12





INFORME DE ENSAYO N°456-2023-RIVELAB/FQ

Emitido en Trujillo, el 26 de mayo de 2023

ENSAYO	NORMA O REFERENCIA
pH	NTP 214.029.2015 CALIDAD DE AGUA. Determinación de pH en agua. Método electrométrico
Turbiedad	Método espectrofotométrico
Conductividad	NTP 214.049.2015 CALIDAD DE AGUA. Determinación de conductividad eléctrica en agua
Nitrógeno	NTP 214.016.2000 (revisada el 2020) Determinación de nitratos. Método espectrofotométrico. 2a Edición
Fósforo	NTP 380.508.2020 Fósforo en agua. Método de ensayo. 1a Edición
Aceites y Grasas	NTP 214.048.2020 Determinación de aceites y grasas en aguas. Método de partición gravimétrica líquido-líquido. 2a Edición
DBO5	NTP 214.057.2020 Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5). Método de ensayo. 2a Edición
Cadmio y Plomo	Method 200.8, Revision 5.4, 1994/ EPA Method 200.8, Revision 5.4, 1994. VALIDATED (Applied out of reach), 2020 Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry

Dr. JOSE RIVERO CORCUERA
Ingeniero Químico
R. CIP. 130519



RIVELAB

Anexo 10: Resultados del tercer monitoreo.



INFORME DE ENSAYO N°480-2023-RIVELAB/FQ

Emitido en Trujillo, el 12 de junio de 2023

Orden de Servicio : 030623AS
Nombre de Solicitante : Ismael Armando Salva Iglesias
Servicio Solicitado : Ensayos físico químicos
Producto Declarado : AGUA SUPERFICIAL - HUMEDAL
Cantidad de Muestra : 03 frascos x 1000 ml
Tipo de envase : 01 envases de plástico con tapa rosca
MH-01
Código de muestra : MH-02
MH-03
Fecha y hora de toma de muestra : Humedal de Uripe – Distrito de Salaverry – Departamento La Libertad 02-05-2023
Fecha de inicio de Ensayos : 03-06-2023
Fecha de término de Ensayos : 10-06-2023

ENSAYOS FISICO QUIMICOS

Determinación	Abreviatura	Unidades	RESULTADOS		
			MH-01	MH-02	MH-03
pH	pH		8.71	8.77	8.63
Turbiedad	---	NTU	27	29	26
Temperatura	---	°C	26.2	26.2	26.3
Solidos Totales Disueltos	STD	ppm	35167	34851	30124
Aceites y Grasas	AyG	mg/l	0.26	0.31	0.20
Oxígeno Disuelto	OD	mg/l O ₂	5.12	5.70	6.39
DBO ₅	DBO ₅	mg/l	2.74	2.83	3.30
Nitrógeno total	N	ppm	0.30	0.32	0.60
Fósforo Total	P	ppm	0.39	0.51	0.51
Cadmio	Cd	ppm	0.65	0.42	0.34
Plomo	Pb	ppm	12.02	9.35	8.40





INFORME DE ENSAYO N°480-2023-RIVELAB/FQ

Emitido en Trujillo, el 12 de junio de 2023

ENSAYO	NORMA O REFERENCIA
pH	NTP 214.029.2015 CALIDAD DE AGUA. Determinación de pH en agua. Método electrométrico
Turbiedad	Método espectrofotométrico
Conductividad	NTP 214.049.2015 CALIDAD DE AGUA. Determinación de conductividad eléctrica en agua
Nitrógeno	NTP 214.016.2000 (revisada al 2020) Determinación de nitratos. Método espectrofotométrico. 2a Edición
Fósforo	NTP 380.508.2020 Fósforo en agua. Método de ensayo. 1a Edición
Aceites y Grasas	NTP 214.048.2020 Determinación de aceites y grasas en aguas. Método de partición gravimétrica líquido - líquido. 2a Edición
DBO5	NTP 214.037.2020 Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5). Método de ensayo. 2a Edición
Cadmio y Plomo	Method 200.8, Revision 5.4, 1994/ EPA Method 200.8, Revision 5.4, 1994, VALIDATED (Applied out of reach), 2020 Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometry

RIVELAB



Dr. JOSE RIVERO CORCUERA
Ingeniero Químico
R. CIP. 130519

Anexo 11: Resultados de coliformes termotolerantes.



INFORME DE ENSAYO N°481-2023-RIVELAB/Mb

Emitido en Trujillo, el 12 de junio de 2023

Orden de Servicio : 030823AS
Nombre de Solicitante : Ismael Armando Salva Iglesias
Servicio Solicitado : Recuento de coliformes totales
Producto Declarado : AGUA SUPERFICIAL - HUMEDAL
Cantidad de Muestra : 01 frasco x 1000 ml
Tipo de envase : 01 envases de vidrio esterilizado
Código de muestra : MH-01
Fecha y hora de toma de muestra : Humedal de Uripe – Distrito de Salaverry – Departamento La Libertad 02-05-2023
Fecha de inicios de Ensayos : 03-06-2023
Fecha de término de Ensayos : 08-06-2023

ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
Coliformes Totales	NMP/100 ml	4.5

DETERMINACIONES	METODO DE ENSAYO
Recuento de Coliformes Totales	APHA, APHA, WEF, Part. 9201 A-1 y C, 22th ed. 2012. Método de fermentación de tubos múltiples.

A large, light blue watermark of the RIVELAB logo is centered on the page, behind the signature and stamp.

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Jose Rivero Corcuera".

Dr. JOSE RIVERO CORCUERA
Ingeniero Químico
R. CIP. 130519



Anexo 13: Análisis de varianza para parámetros fisicoquímicos

pH

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.08886667	2	0.04443333	0.5699829	0.593424343	5.14325285
Dentro de los grupos	0.46773333	6	0.07795556			
Total	0.5566	8				

TURBIDEZ

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	40.666666	2	20.3333333	0.8394495	0.47704228	5.14325285
Dentro de los grupos	145.33333	6	24.2222222			
Total	186	8				

TEMPERATURA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.5266666	2	0.2633333	0.1132345	0.89480463	0.5266666
Dentro de los grupos	13.953333	6	2.3255555			13.953333
Total	14.48	8				14.48

ACEITES Y GRASAS

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.0674888	9	0.0337444	6.7941834	0.02873816	5.1432528
Dentro de los grupos	0.0298	6	0.0049666	5	7	5
Total	0.0972888	9	0.0049666			

OXIGENO DISUELTO

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	2.53182222	2	1.26591111	2.08056976	0.20588585	5.14325285
Dentro de los grupos	3.65066667	6	0.60844444			
Total	6.18248889	8				

DBO5

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.63446667	2	0.31723333	2.35763832	0.17556728	5.14325285
Dentro de los grupos	0.80733333	6	0.13455556			
Total	1.4418	8				

NITROGENO TOTAL

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.11326667	2	0.05663333	11.2021978	0.00942534	5.14325285
Dentro de los grupos	0.03033333	6	0.00505556			
Total	0.1436	8				

FOSFORO TOTAL

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.04115556	2	0.02057778	4.01735358	0.07813465	5.14325285
Dentro de los grupos	0.03073333	6	0.00512222			
Total	0.07188889	8				

CADMIO

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.07446667	2	0.03723333	1.17992958	0.36970632	5.14325285
Dentro de los grupos	0.18933333	6	0.03155556			
Total	0.2638	8				

PLOMO

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	15.1300667	2	7.56503333	4.151163	0.07383015	5.14325285
Dentro de los grupos	10.9343333	6	1.82238889			
Total	26.0644	8				

Anexo 14. Desarrollo de la fórmula ICA

- Desarrollo de la fórmula ICA 2018 para la evaluación de la Zona MH-01.

$$F_1 = \frac{\text{Número de parámetros que no cumplen los ECA agua}}{\text{Número Total de parámetros a evaluar}} = \frac{5}{10} = 0,5$$

$$F_2 = \frac{\text{Número de parámetros que NO cumplen los ECA agua de los Datos Evaluados}}{(\text{Número Total de Datos Evaluado})} = \frac{5}{28} = 0.464$$

$$F_3 = \frac{\text{Suma Normalizada de Excedentes}}{\text{Suma Normalizada}+1} \times 100 = 200$$

$$ICA = 100 - \sqrt{\frac{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}{3}} = 100 - \sqrt{\frac{0.25 + 0.216 + 40000}{3}} = 100 - 115,471 = -15,471$$

ICA para MH-01 = menor a cero correspondiente a Categoría pésimo según las normativa.

- Desarrollo de la fórmula ICA 2018 para la evaluación de la MH-02.

$$F_1 = \frac{\text{Número de parámetros que no cumplen los ECA agua}}{\text{Número Total de parámetros a evaluar}} = \frac{5}{10} = 0.5$$

$$F_2 = \frac{\text{Número de parámetros que NO cumplen los ECA agua de los Datos Evaluados}}{(\text{Número Total de Datos Evaluado})} = \frac{13}{30} = 0.464$$

$$F_3 = \frac{\text{Suma Normalizada de Excedentes}}{\text{Suma Normalizada}+1} \times 100 = 200$$

$$ICA = 100 - \sqrt{\frac{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}{3}} = 100 - \sqrt{\frac{0.25 + 0.464 + 40000}{3}} = 100 - 115.4707 = -15,470$$

ICA para MH-02 = menor a cero correspondiente a Categoría pésimo según la normativa.

- Desarrollo de la fórmula ICA 2018 para la evaluación de MH-03.

$$F_1 = \frac{\text{Número de parámetros que no cumplen los ECA agua}}{\text{Número Total de parámetros a evaluar}} = \frac{5}{10} = 0.5$$

$$F_2 = \frac{\text{Número de parámetros que NO cumplen los ECA agua de los Datos Evaluados}}{(\text{Número Total de Datos Evaluado})} = \frac{15}{28} = 0.536$$

$$F_3 = \frac{\text{Suma Normalizada de Excedentes}}{\text{Suma Normalizada}+1} \times 100 = 200$$

$$ICA = 100 - \sqrt{\frac{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}{3}} = 100 - \sqrt{\frac{0.25 + 0.464 + 40000}{3}} = 100 - 115.4707 = -15,470$$

ICA para MH-03 = es menor a cero correspondiente a Categoría Pésimo según la normativa.