



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

Escuela de Posgrado

Calidad ambiental mediante la diversidad de avifauna acuática en el Humedal El Paraíso,  
Huacho – 2024

Tesis

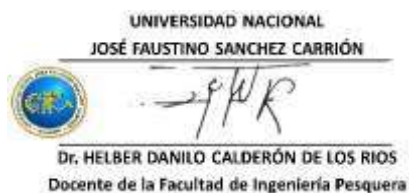
Para optar el Grado Académico de Doctor en Ciencias Ambientales

Autor

Helbert Rodolfo Calderon Bernal

Asesor

Dr. Helber Danilo Calderon De Los Ríos



Huacho – Perú

2026



**Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales**

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

**Reconocimiento:** Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



# UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

## LICENCIADA

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

### ESCUELA DE POSGRADO

### DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES

### INFORMACIÓN DE METADATOS

| DATOS DEL AUTOR (ES):                                                    |          |                                                                                           |
|--------------------------------------------------------------------------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| NOMBRES Y APELLIDOS                                                      | DNI      | FECHA DE SUSTENTACIÓN                                                                     |
| Helbert Rodolfo Calderon Bernal                                          | 45973100 | 23/06/2026                                                                                |
|                                                                          |          |                                                                                           |
| DATOS DEL ASESOR:                                                        |          |                                                                                           |
| NOMBRES Y APELLIDOS                                                      | DNI      | CÓDIGO ORCID                                                                              |
| Helber Danilo Calderon De Los Rios                                       | 15600811 | <a href="https://orcid.org/0009-0007-4358-6899">https://orcid.org/0009-0007-4358-6899</a> |
| DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO: |          |                                                                                           |
| NOMBRES Y APELLIDOS                                                      | DNI      | CODIGO ORCID                                                                              |
| Pedro James Vasquez Medina                                               | 16562688 | <a href="https://orcid.org/0000-0001-6241-5525">https://orcid.org/0000-0001-6241-5525</a> |
| Luis Alberto Cardenas Saldaña                                            | 32766171 | <a href="https://orcid.org/0000-0001-6812-5318">https://orcid.org/0000-0001-6812-5318</a> |
| Fredesvindo Fernandez Herrera                                            | 40588728 | <a href="https://orcid.org/0000-0003-2973-7973">https://orcid.org/0000-0003-2973-7973</a> |
| Jose Vicente Nunja Garcia                                                | 15447556 | <a href="https://orcid.org/0000-0002-9633-8190">https://orcid.org/0000-0002-9633-8190</a> |
|                                                                          |          |                                                                                           |

# HELBERT RODOLFO CALDERON BERNAL 2026-0045...

## CALIDAD AMBIENTAL MEDIANTE LA DIVERSIDAD DE AVIFAUNA ACUATICA EN EL HUMEDAL EL PARAISO, HUACH...

DGI-POSGRADO 2026  
Dirección de Gestión de la Investigación-VR1 2026  
DIRECCION DE GESTION DE LA INVESTIGACION

### Detalles del documento

Identificador de la entrega  
trn:old::1:3477983486

Fecha de entrega  
10 feb 2026, 8:36 a.m. GMT-5

Fecha de descarga  
10 feb 2026, 9:30 a.m. GMT-5

Nombre del archivo  
09INFORME\_FINAL\_DE\_TESIS\_-\_CALDERON\_BERNAL\_HELBERT\_RODOLFO.pdf

Tamaño del archivo  
892.9 KB

96 páginas  
20.730 palabras  
119.204 caracteres

## 20% Similitud general

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

### Filtrado desde el informe

▸ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

### Exclusiones

- N.º de fuentes excluidas
- N.º de coincidencias excluidas

### Fuentes principales

- 19%  Fuentes de Internet
- 7%  Publicaciones
- 9%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

### Marcas de integridad

#### N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

**UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN  
ESCUELA DE POSGRADO**

**DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES**

**CALIDAD AMBIENTAL MEDIANTE LA DIVERSIDAD DE  
AVIFAUNA ACUATICA EN EL HUMEDAL EL PARAISO, HUACHO  
– 2024**

**Mg. HELBERT RODOLFO CALDERON BERNAL**

**TESIS DE DOCTORADO**

**ASESOR**

**Dr. Helber Danilo Calderón De Los Ríos**

**Huacho – Perú**

**2026**

## DEDICATORIA

Al creador de todas las cosas, el que me ha dado  
fortaleza para continuar cuando a punto de caer  
he estado; por ello, con toda la humildad que de  
mi corazón puede emanar, dedico primeramente  
mi trabajo a Dios.

A mis padres, Helber Danilo y Luz  
Amparo, que ha sabido formarme con  
buenos sentimientos, hábitos y valores, lo  
cual me ha ayudado a salir adelante en los  
momentos más difíciles.

A mis abuelos Leónidas Bernal, Carmen  
Villarreal, Rita De Los Ríos y Gilberto  
Calderón, que han estado siempre cuidándome y  
guiándome desde el cielo para lograr ser un gran  
profesional.

A mi hijo Ignacio, Con todo el amor y  
gratitud del mundo, gracias por su  
paciencia en mis ausencias, por su abrazo  
en los días difíciles y por ser la razón por  
la que nunca dejé de intentarlo.

A Rita del Carmen, que me  
han brindado su apoyo incondicional y por  
compartir conmigo buenos y malos momentos.

Helbert Rodolfo Calderón Bernal

## AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios y a todos los colegas y amigos por poner en mi vida profesional a conocedores de la materia, que fueron guías en este trabajo de investigación y que hicieron posible la culminación de este logro

Helbert Rodolfo Calderón Bernal

*“El trabajo más importante no es el de la transformación del mundo, sino el de la transformación de nosotros mismos”*

*Juan Pablo II*

# ÍNDICE

|                                                |             |
|------------------------------------------------|-------------|
| <b>DEDICATORIA</b>                             | <b>VI</b>   |
| <b>AGRADECIMIENTO</b>                          | <b>VII</b>  |
| <b>INDICE DE TABLAS</b>                        | <b>X</b>    |
| <b>INDICE DE FIGURAS</b>                       | <b>XI</b>   |
| <b>RESUMEN</b>                                 | <b>XII</b>  |
| <b>ABSTRACT</b>                                | <b>XIII</b> |
| <b>INTRODUCCIÓN</b>                            | <b>XIV</b>  |
| <b>CAPÍTULO I</b>                              | <b>2</b>    |
| <b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>              | <b>2</b>    |
| 1.1    Descripción de la realidad problemática | 2           |
| 1.2    Formulación del problema                | 3           |
| 1.2.1    Problema general                      | 3           |
| 1.2.2    Problemas específicos                 | 4           |
| 1.3    Objetivos de la investigación           | 4           |
| 1.3.1    Objetivo general                      | 4           |
| 1.3.2    Objetivos específicos                 | 4           |
| 1.4    Justificación de la investigación       | 4           |
| 1.5    Delimitaciones del estudio              | 5           |
| 1.6    Viabilidad del estudio                  | 5           |
| <b>CAPÍTULO II</b>                             | <b>6</b>    |
| <b>MARCO TEÓRICO</b>                           | <b>6</b>    |
| 2.1    Antecedentes de la investigación        | 6           |
| 2.1.1    Investigaciones internacionales       | 6           |
| 2.1.2    Investigaciones nacionales            | 13          |
| 2.2    Bases teóricas                          | 17          |
| 2.3    Bases filosóficas                       | 23          |
| 2.3    Definición de términos básicos          | 23          |
| 2.4    Hipótesis de investigación              | 24          |
| 2.4.1    Hipótesis general                     | 24          |
| 2.4.2    Hipótesis específicas                 | 24          |
| 2.5    Operacionalización de las variables     | 25          |
| <b>CAPÍTULO III</b>                            | <b>26</b>   |



|                                                         |           |
|---------------------------------------------------------|-----------|
| <b>METODOLOGÍA</b>                                      | <b>26</b> |
| 3.1    Diseño metodológico                              | 26        |
| 3.2    Población y muestra                              | 26        |
| 3.2.1    Población                                      | 26        |
| 3.2.2    Muestra                                        | 26        |
| 3.3    Técnicas de recolección de datos                 | 26        |
| 3.4    Técnicas para el procesamiento de la información | 27        |
| <b>CAPÍTULO IV</b>                                      | <b>28</b> |
| <b>RESULTADOS</b>                                       | <b>28</b> |
| 4.1    Análisis de resultados                           | 28        |
| 4.2    Contrastación de hipótesis                       | 52        |
| <b>CAPÍTULO V</b>                                       | <b>63</b> |
| <b>DISCUSIÓN</b>                                        | <b>63</b> |
| 5.1    Discusión de resultados                          | 63        |
| <b>CAPÍTULO VI</b>                                      | <b>69</b> |
| <b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>                   | <b>69</b> |
| 6.1    Conclusiones                                     | 69        |
| 6.2    Recomendaciones                                  | 70        |
| <b>REFERENCIAS</b>                                      | <b>72</b> |
| 7.1    Fuentes documentales                             | 72        |
| 7.2    Fuentes bibliográficas                           | 73        |
| 7.3    Fuentes hemerográficas                           | 74        |
| 7.4    Fuentes electrónicas                             | 74        |
| <b>ANEXOS</b>                                           | <b>75</b> |
| <b>Matriz de consistencia</b>                           | <b>76</b> |
| <b>Mapa del humedal El Paraíso – Huacho</b>             | <b>79</b> |
| <b>Vista satelital del humedal El Paraíso - Huacho</b>  | <b>79</b> |
| <b>Croquis y zonificación de la Laguna</b>              | <b>80</b> |
| <b>Vista de la cabaña de observación de aves</b>        | <b>80</b> |
| <b>Parihuanas alimentándose.</b>                        | <b>81</b> |
| <b>Piqueros en pleno vuelo</b>                          | <b>81</b> |
| <b>Bandada de gaviotas descansando</b>                  | <b>82</b> |
| <b>Presencia de aves carroñeras</b>                     | <b>82</b> |

## INDICE DE TABLAS

|                                                                                                                                                       |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1. Distribución taxonómica de las especies observadas en el Humedal Paraíso. ....                                                               | 28 |
| Tabla 2. Distribución taxonómica de las especies observadas en el Humedal Paraíso, aves de hábitat acuático (marino, dulceacuícola o humedales). .... | 31 |
| Tabla 3. Distribución taxonómica de las familias de las especies observadas en el Humedal Paraíso, aves de hábitat terrestre o ribereño. ....         | 34 |
| Tabla 4. Índice de calidad por parámetro (IQ) evaluado en campo. ....                                                                                 | 49 |
| Tabla 5. Peso asignado por parámetro (W) que fue evaluado en campo. ....                                                                              | 50 |
| Tabla 6. Peso asignado por parámetro (W) que fue evaluado en campo. ....                                                                              | 50 |
| Tabla 6. Clasificación de la categoría del valor obtenido del ICA. ....                                                                               | 50 |
| Tabla 8. Numero de aves presentes por especie el día de la evaluación de campo. ....                                                                  | 52 |
| Tabla 9. Parámetros físico-químicos y microbiológicos evaluados de los 10 puntos de muestreos. ....                                                   | 55 |
| Tabla 10. Valores obtenidos de la ponderación realizada en la metodología Batelle-Columbus. ....                                                      | 59 |

## INDICE DE FIGURAS

|                                                                                                                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. Numero de aves observadas en el periodo de evaluación. ....                                                                                                                     | 30 |
| Figura 2. Distribución de las familias de las especies según la categoría R: Especies residentes; Mb: Migratorias boreales; Ma: Migratorias australes y An: Migratorias altoandinas. .... | 36 |
| Figura 3. Muestreo de temperatura en el Humedal El Paraíso .....                                                                                                                          | 37 |
| Figura 4. Comparación del parámetro de potencial de hidrogeno en el Humedal El Paraíso. ....                                                                                              | 39 |
| Figura 5. Comparación del parámetro de conductividad eléctrica en el Humedal El Paraíso. ....                                                                                             | 40 |
| Figura 6. Comparación del parámetro de oxígeno disuelto en el Humedal El Paraíso. ....                                                                                                    | 42 |
| Figura 7. Comparación del parámetro de solidos totales en suspensión en el Humedal El Paraíso. ....                                                                                       | 43 |
| Figura 8. Comparación del parámetro fosforo total en el Humedal El Paraíso.....                                                                                                           | 45 |
| Figura 9. Comparación del parámetro nitrógeno total en el Humedal El Paraíso .....                                                                                                        | 46 |
| Figura 10. Comparación del parámetro Coliformes termotolerantes en el Humedal El Paraíso. ....                                                                                            | 48 |

## RESUMEN

La investigación tuvo por **Objetivo**; Evaluar la calidad ambiental mediante la avifauna acuática en el humedal el Paraíso Huacho, **Metodología**, La presente investigación fue no experimental. **Población y muestra**, La población de estudio estuvo conformada por la extensión total del humedal del Paraíso. Los puntos de muestreo se realizaron a través de puntos de muestreo distribuidos en zigzag de acuerdo con el espacio que tiene el humedal y la accesibilidad para la visualización de las aves. **Resultados**, Se encontró que la caracterización de la avifauna acuática registrada durante el estudio permite establecer una línea base del estado actual del humedal, así también la composición taxonómica encontrada sugiere la existencia de hábitats aún funcionales. En cuanto a los parámetros físico-químicos y microbiológicos, los resultados evidencian estabilidad en variables como pH, sólidos suspendidos, temperatura y sanidad microbiológica. Sin embargo, los niveles elevados de nitrógeno y fósforo, junto con el oxígeno disuelto por debajo del valor óptimo, indican un riesgo ecológico por procesos de eutrofización que podrían afectar la calidad del hábitat de forma progresiva. El resultado del Índice de Calidad Ambiental (ICA) de 66.5. Este valor ubica al humedal en una categoría de calidad ambiental regular, lo que valida que este enfoque metodológico es útil. **Conclusión**, Se concluye que la diversidad de avifauna acuática observada en el humedal El Paraíso permite determinar su estado ecológico general, ya que la presencia de especies residentes, migratorias boreales y australes revela una estructura funcional activa y una relativa capacidad del ecosistema para sostener ciclos biológicos esenciales.

Palabras clave: Avifauna; Ambiente; calidad ambiental; humedal

## ABSTRACT

The research had the objective; To evaluate the environmental quality through aquatic birds in the El Paraíso Huacho wetland, Methodology, The present investigation was non-experimental. Population and sample, The study population consisted of the entire extension of the Paraíso wetland. The sampling points were carried out through sampling points distributed in a zigzag according to the space that the wetland has and the accessibility for the visualization of the birds. Results, It was found that the characterization of the aquatic birds recorded during the study allows establishing a baseline of the current state of the wetland, as well as the taxonomic composition found suggests the existence of still functional habitats. Regarding the physical-chemical and microbiological parameters, the results show stability in variables such as pH, suspended solids, temperature and microbiological health. However, the high levels of nitrogen and phosphorus, together with dissolved oxygen below the optimal value, indicate an ecological risk due to eutrophication processes that could progressively affect the quality of the habitat. The Environmental Quality Index (EQI) result was 66.5. This value places the wetland in a regular environmental quality category, validating the usefulness of this methodological approach. Conclusion: The diversity of aquatic birds observed in the El Paraíso wetland allows us to determine its overall ecological status, since the presence of resident, boreal, and southern migratory species reveals an active functional structure and a relative capacity of the ecosystem to sustain essential biological cycles.

Keywords: Birdlife; Environment; Environmental quality; Wetland

## INTRODUCCIÓN

El cuidado del ambiente constituyó una de las mayores preocupaciones de la sociedad moderna, siendo un tema complejo y multifacético que abarcó una amplia gama de desafíos que afectaron al planeta y a todas las formas de vida. Entre estos desafíos, la contaminación del agua y la pérdida de biodiversidad fueron reconocidos como problemas ambientales urgentes, especialmente en ecosistemas de alta sensibilidad como los humedales. Estos ambientes albergaron una elevada diversidad de especies y cumplieron funciones ecológicas clave, tales como el almacenamiento de agua, la regulación del clima local y el sostenimiento de cadenas tróficas. En ese contexto, la diversidad de avifauna acuática fue considerada un indicador esencial de la calidad ambiental, dado que muchas de sus especies dependieron estrictamente de los humedales durante todas las etapas de su ciclo de vida.

En particular, las aves acuáticas desempeñaron funciones ecológicas relevantes como la dispersión de semillas, el control biológico de plagas, la polinización y la regulación de poblaciones, actuando además como indicadores confiables del funcionamiento de los humedales, al ocupar diversos niveles tróficos. Según lo establecido por el Convenio de Ramsar (2013), los humedales fueron considerados de importancia internacional por su rol en la conservación de la biodiversidad, y el monitoreo de sus componentes bióticos y abióticos resultó indispensable para prevenir desequilibrios que afectaran tanto su estructura como su funcionalidad ecológica. Tal como señalaron Gutiérrez (2010) y Aguilar, Mugica y Acosta (2009), las aves acuáticas reflejaron con precisión el estado ecológico del ecosistema, debido a su sensibilidad a las alteraciones en la calidad del agua, la disponibilidad de alimento y los patrones de perturbación.

En el Perú, el humedal El Paraíso, ubicado en la provincia de Huaura, región Lima, representó un ecosistema costero de vital importancia por su riqueza biológica y su rol como

estación de paso, descanso y alimentación para especies migratorias boreales y australes. No obstante, este ecosistema experimentó en los últimos años una creciente presión antrópica producto del uso agrícola intensivo, descargas de aguas residuales, sedimentación y perturbaciones directas sobre su vegetación y cuerpos de agua. Estas condiciones dieron lugar a un contexto en el cual se tornó urgente conocer el estado actual del humedal y establecer un diagnóstico integral para su conservación.

En ese marco, el presente estudio evaluó la calidad ambiental del humedal El Paraíso mediante un enfoque integral que combinó tres líneas de análisis: la diversidad de la avifauna acuática, los parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua, y el cálculo del Índice de Calidad Ambiental (ICA) a través de la metodología Battelle-Columbus. Los resultados permitieron confirmar que, aunque el ecosistema aún albergó una rica avifauna y mostró condiciones físicas estables (pH neutro, baja turbidez y temperatura óptima), presentó niveles elevados de fósforo total y nitrógeno total, así como valores de oxígeno disuelto por debajo del umbral ecológico aceptable, lo cual indicó un proceso de eutrofización incipiente.

El índice ICA obtenido (66.5) ubicó al humedal en una categoría de calidad ambiental regular, reforzando la importancia de aplicar metodologías integradoras para evaluar de forma holística estos ecosistemas frágiles. La investigación permitió concluir que la evaluación conjunta de la avifauna acuática, los parámetros ambientales y un índice ponderado como el ICA constituyó una herramienta técnica sólida para determinar el estado ecológico del humedal El Paraíso, así como para orientar futuras acciones de monitoreo, conservación y recuperación ecosistémica.



# **CAPÍTULO I**

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1 Descripción de la realidad problemática**

El cuidado del ambiente constituye una de las mayores preocupaciones de la sociedad moderna, además La problemática del cuidado del ambiente es un tema complejo y multifacético que abarca una amplia gama de desafíos que afectan al planeta y a todas las formas de vida. La diversidad de avifauna acuática es un indicador clave de la calidad ambiental en los humedales. Estos ecosistemas proporcionan hábitats críticos para numerosas especies de aves acuáticas, cuya presencia y abundancia pueden revelar información valiosa sobre el estado de conservación del humedal.

Dentro de los problemas que requiere un abordaje oportuno es la de la contaminación del agua y la de pérdida de biodiversidad, es ahí donde nuestra investigación aborda la problemática de los humedales, el cual es un ecosistema que alberga múltiples especies.

La contaminación de humedales es identificada como uno de los problemas ambientales más importantes que afectan al mundo y surge cuando se produce un desequilibrio (Arteaga, 2012). La gran mayoría de humedales son hectáreas de vida silvestre que se ven amenazadas por diversas situaciones naturales y antrópicas y estas generalmente no cuentan con recursos para su supervivencia.

La conservación de la biodiversidad no solo implica la protección estricta del recurso en las áreas naturales sino también promover su conocimiento y cuidado por parte de todos (Cruz, Mugica y Mugica, 2013). Dentro de la elevada biodiversidad que albergan los ecosistemas costeros destacan las aves acuáticas, las cuales utilizan las zonas de humedales

durante todas las etapas del ciclo de vida anual y por tanto dependen de ellas para su supervivencia.

Los humedales son de gran importancia internacional para la conservación de la biodiversidad, especialmente como hábitat de aves acuáticas (Ramsar, 2013). Las aves conforman grupos importantes dentro de los diferentes ecosistemas del mundo, esto se debe a las notables funciones que realizan en los mismos, como controladores biológicos, diseminadores de semillas, polinizadores, y como parte del equilibrio ecológico (Gutiérrez, 2010).

Las aves acuáticas han sido reconocidas como indicadores de la salud de los humedales ya que su presencia proporciona información sobre el funcionamiento de este ecosistema, al ocupar diferentes niveles en la cadena alimentaria (Aguilar, Mugica y Acosta, 2009). El convenio Ramsar tiene como objetivo la creación y mantenimiento de una red internacional de humedales que revistan importancia para la diversidad biológica mundial y para el sustento de la vida humana, debido a sus funciones ecológicas e hidrológicas (Ramsar, 2013). En este sentido, los humedales juegan un papel fundamental en el clima global, donde las partes interrelacionadas funcionan como un todo, cuya función hace referencia a la relación existente entre los componentes abióticos y bióticos, esta tiene una estrecha relación entre el intercambio de materia o energía, de estos depende la calidad ambiental; si uno de estos componentes es alterado por los diversos factores a los que están expuesto ocurriría un desequilibrio ya que uno depende del otro.

## **1.2 Formulación del problema**

### **1.2.1 Problema general**

¿Cómo la evaluación de la avifauna acuática puede mostrar la situación actual de la calidad ambiental del humedal del Paraíso – Huacho?

### **1.2.2 Problemas específicos**

¿Cuál es la diversidad de la avifauna acuática en el humedal el Paraíso Huacho?

¿Cómo la evaluación de los parámetros físico-químicos y microbiológicos de los cuerpos de agua nos permite determinar la situación del humedal el Paraíso Huacho?

¿Cuál es el nivel de calidad ambiental mediante la metodología de Batelle-Columbus?

## **1.3 Objetivos de la investigación**

### **1.3.1 Objetivo general**

Evaluar la calidad ambiental mediante la avifauna acuática en el humedal el Paraíso Huacho

### **1.3.2 Objetivos específicos**

#### **Objetivos específicos**

Determinar la diversidad de la avifauna acuática en el humedal el Paraíso Huacho.

Evaluar los parámetros físico-químicos y microbiológicos de los cuerpos de agua del humedal el Paraíso Huacho.

Calcular la calidad ambiental mediante la metodología de Batelle- Columbus.

## **1.4 Justificación de la investigación**

Los humedales son ecosistemas de una importancia ecológica, económica y social incalculable. La avifauna, o conjunto de especies de aves que habitan estos ecosistemas, juega un papel crucial en el mantenimiento de su equilibrio y salud. Investigar sobre la avifauna en humedales no solo contribuye a la conservación y restauración de estos ecosistemas vitales, sino que también proporciona beneficios económicos, sociales y ambientales significativos. Esta investigación es fundamental para la sostenibilidad y el

bienestar a largo plazo de los humedales y las numerosas especies, incluyendo a los seres humanos, que dependen de ellos.

### **1.5 Delimitaciones del estudio**

La presente investigación tendrá un tiempo de duración de 6 meses, a partir de la aprobación del trabajo de investigación para las labores de diagnóstico, monitoreo y análisis de información.

### **1.6 Viabilidad del estudio**

Nuestra investigación se hace viable porque está acorde a las diversas necesidades para ser llevada a cabo, además cuenta con presupuesto que será financiado por el tesista a lo largo de todo el proceso de la investigación, contará con infraestructura, materiales y equipos que serán necesarios para el proceso de la colecta de información para poder medir las variables a investigar.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Antecedentes de la investigación**

##### **2.1.1 Investigaciones internacionales**

Qiu, Zhang y Ma (2024) en su investigación manifiesta que los humedales, como hábitats centrales para sustentar la diversidad de aves acuáticas, brindan una variedad de servicios ecosistémicos a través de funcionamiento diverso de los ecosistemas. La degradación de los humedales y la pérdida de hábitats de humedales socavan la relación entre funcionamiento de la biodiversidad-ecosistema (BEF), afectando la diversidad de hábitats y aves acuáticas. la conservación de la diversidad de aves acuáticas está estrechamente vinculado al funcionamiento adecuado de los ecosistemas de humedales (ciclo de nutrientes, almacenamiento de energía y productividad). Las aves acuáticas tienen preferencias y sensibilidades de hábitat complejas, que afectan interacciones bióticas. Al resaltar la importancia de las escalas temporales y espaciales guiadas por BEF, un hábitat de aves acuáticas Se presenta el marco de conservación (las relaciones BEF se describen en tres niveles: hábitat, primario productores y diversidad de aves acuáticas). Presentamos una perspectiva novedosa sobre la conservación del hábitat de las aves acuáticas. incorporando investigaciones sobre los efectos de la biodiversidad y el funcionamiento de los ecosistemas para abordar los desafíos cruciales en la pérdida global de diversidad de aves acuáticas, la degradación de los ecosistemas y la conservación del hábitat. Por último, es imperativo priorizar estrategias de protección de hábitat con la incorporación de BEF para la futura conservación de aves acuáticas.

He, Song, Zhang, Ramdat, Wang, Wu y Chen (2023) en su trabajo de investigación el cual manifiesta que los humedales costeros, el componente principal de los ecotonos

costeros con recursos indispensables servicios ecosistémicos, están amenazados por perturbaciones antropogénicas, lo que resulta en pérdida continua de funciones ecosistémicas. La restauración de humedales costeros puede ser implementado para impedir las pérdidas del ecosistema; sin embargo, no está claro si podría proporcionar un hábitat apropiado para las aves que habitan en los ecotonos costeros. Aquí nosotros utilizar un humedal recientemente restaurado como ejemplo para investigar los impactos de la restauración de la diversidad de aves y probar la hipótesis, si se logra un patrón de hábitat razonable creado, se atraerán más aves, lo que ayudará a los tomadores de decisiones a desarrollar estrategias de restauración costera eficientes y sostenibles. Usamos Fragstats para análisis de patrones de paisaje y derivó la variabilidad en diferentes patrones de hábitat mediante Prueba T de muestra independiente y prueba U de Mann-Whitney. Los resultados sugirieron que el el humedal restaurado mostró un efecto positivo en la atracción de aves, con un total de 70 especies, 35 familias y 15 órdenes de aves registradas durante un período de tres años después de la restauración. Los passeriformes son la especie principal y representan el 52,8% de las especies de aves. Además, las especies de aves acuáticas, es decir, Ciconiiformes y Anseriformes, representó el 24,67% del número total de especies. El número de especies de aves en los humedales aumentó anualmente, especialmente durante la invernada y el período de reproducción. La conectividad fue beneficiosa para atraer diferentes tipos de aves, el numero de especies de aves, densidad, índice de biodiversidad de aves, índice de uniformidad e índice de dominancia para el tipo mosaico eran todos más altos que aquellos para un patrón de hábitat uniforme con parches independientes y límites definidos. En particular, el hábitat tipo mosaico atrajo aves acuáticas migratorias como *Anas zonorhyncha*, *Aix galericulata*, *Mareca Penélope*, *Hydrophasianus chirurgus*, *Emberiza pallasi*, *Xenus cinereus* y *Spatula querquedula*, que amplió la gama de aves atraídas por la restauración costera. Este estudio ilustró que la restauración de humedales costeros

combinada con una creación de un hábitat tipo mosaico centrado en el agua atrajo a más aves y podría proporcionar una referencia para la restauración de ecosistemas degradados en zonas costeras.

Xiuzhong, Christopher, Anderson, Yuyu y Guangchun (2021) realizaron un trabajo en donde menciona que las aves son sensibles al cambio ambiental y, por tanto, buenos indicadores de la biodiversidad y la salud de los ecosistemas. Debido a que las aves desempeñan una variedad de roles funcionales, comprender sus patrones de diversidad es importante para informar y apoyar la gestión de la conservación. Este estudio se centró en la diversidad y abundancia de aves acuáticas que ocupan el estuario de Liaohe, un hábitat de importancia internacional y escala migratoria en el noreste de China. Analizando datos de 42 estaciones de monitoreo/transectos recolectados durante diez años, determinamos la abundancia estacional y distribución de aves acuáticas en todo el estuario y tierras circundantes y buscó asociaciones con el clima. Se ha demostrado que los datos influyen en las poblaciones de aves. Los resultados mostraron que aunque las poblaciones globales de aves acuáticas están disminuyendo, la abundancia, riqueza y diversidad alfa de aves aumentaron en el estuario de Liaohe durante nuestros 10 años de estudio. Se detectaron distintos patrones anuales de distribución de especies durante la primavera y el otoño con poblaciones más bajo en primavera que en otoño. Los análisis con escalamiento multidimensional (NMS) no métrico mostraron que la primavera Las poblaciones tenían una relación fuerte y positiva con las variables de temperatura, incluida la temperatura media de primavera y días de temperatura acumulada. Hubo una clara distribución de especies de aves acuáticas a lo largo del eje del manantial. Mientras que en otoño las poblaciones de aves acuáticas tuvieron un impacto fuerte y negativo relación con las variables de precipitación, incluidas la precipitación anual, la precipitación otoñal y la precipitación otoñal. Estos

hallazgos indican que la diversidad de aves acuáticas en esta región y otras puede estar sensible al cambio climático, especialmente en la temporada de primavera. Discutimos las ramificaciones de estos cambios en términos de utilización futura del estuario por las aves acuáticas de la región. Proyectamos que a medida que las temperaturas continúen subiendo y las precipitaciones disminuyen, es posible que haya un aumento de las escalas migratorias y la reproducción en el estuario de Liaohe y por lo tanto, las poblaciones pueden seguir aumentando en el futuro.

Wanna, Donla, Yokchom y Soi-Ampornkul (2020) encontraron que los humedales son un hábitat crucial para las aves acuáticas, ya que proporcionan sitios de alimentación y reproducción y aumentan las tasas de supervivencia durante la temporada no reproductiva. Este estudio tuvo como objetivo actualizar el estado de las aves acuáticas en el Centro de Educación sobre la Naturaleza de Bangpu, provincia de Samut Prakarn, Tailandia, mediante la evaluación de la diversidad y abundancia de las especies. El estudio de conteo terrestre se realizó en 3 hábitats: bosque de manglares, marisma y alojamiento en bungalows de marzo a octubre de 2017. Se observaron un total de 34 especies de aves acuáticas clasificadas en 5 órdenes, 8 familias y 22 géneros. La mayoría de las especies de aves acuáticas (23 especies) se encontraron en el área de la marisma y el menor número (12 especies) se observó en el lugar de alojamiento en bungalows. El índice de diversidad de Shannon-Weiner ( $H'$ ) mostró que el área de la marisma tenía una diversidad significativamente mayor en comparación con los otros sitios. El área de la marisma también tuvo la mayor riqueza de especies ( $D$ ) (2,89) y el índice de uniformidad de especies ( $E$ ) (0,38), respectivamente. El índice de similitud ( $CS$ ) de Sorensen indicó que la mayor similitud en especies (66,67%) se encontró entre las zonas de manglares y bungalows. Se encontraron un total de 6 especies residentes, 20 especies migratorias y 8 especies con poblaciones tanto residentes como migratorias, con



4 especies clasificadas como abundantes, 3 como comunes, 15 como moderadamente comunes y 12 como especies poco comunes identificadas. Además, el estado de conservación de las aves acuáticas es cada vez más importante, con 5 especies casi amenazadas (NT) ya identificadas según la UICN, 2016 y los Datos Rojos de Tailandia, 2007, que consisten en *Heteroscelus brevipes*, *Limosa limosa*, *Numenius arquata*, *Mycteria leucocephala* y *Vanellus cinereus*. Se recomienda continuar con el seguimiento del estado de conservación de los humedales de Bangpu para mantener la diversidad de aves acuáticas.

Behrouzi-Rad (2019) en su trabajo de investigación menciona que las variaciones de diversidad, estructura comunitaria e índices de biodiversidad de aves acuáticas son un buen indicador de la función ecológica de los ecosistemas de humedales. Contando la comunidad de aves acuáticas, usando el método de conteo total con un telescopio de 15 × 60 y un binocular Zeiss 10×4 en febrero de 2006, 2011 y 2016. Las especies amenazadas a nivel mundial son identificadas por la UICN (UICN, 2015) criterios y especies protegidas en Irán por el Departamento de Medio ambiente, Irán, reglas y estándares. Humedal de Hor-al-Azim. La comunidad de aves acuáticas estaba formada por dos tipos de lechos de agua, nadadores con 21 especies y aves costeras con 30 especies. El Número total de lechos de agua en Hor-al-Azim en febrero de 2006 tenía una superficie de 118.000 ha, 2011 con una superficie de 5000 ha., y 2016 con una superficie de 10.000 ha., se encontraban 18337 individuos pertenecientes a 51 especies, 2257 individuos con 33 especies y 3914 individuos con 43 especies respectivamente. La diversidad de especies de Margalef para todos los lechos de agua del humedal (nadadores acuáticos y aves playeras) en febrero de 2006, 2011 y 2016 fueron, 5.078, 4.139, y 5.093, respectivamente, para aves playeras fueron 3.296, 3.292 y 3.245 y para las aves acuáticas nadadoras, fueron 2.264, 1.830 y 0.648 respectivamente. El descenso de los lechos de agua ha sido del 87,7% desde 2006 a 2011, y

78,66% de 2006 a 2016. El número de las especies disminuyeron de 51 especies en 2006 a 35 especies en 2011 (la reducción fue del 31,38 %) y de 2006 a 2016 la reducción fue 8 especies (15,69%). Los cambios en los indicadores de biodiversidad también han sido considerables y esta sería la principal razón por la que se reduce el número de diversidad de aves y especies, además la desecación del humedal en 2006 a 2016. Por causa de cosecha agua en las tierras altas y construcción de presas en los ríos, es por ello que la superficie del humedal disminuyó de 118.000 ha a 10.000 ha, cuya reducción fue del 91,53%.

Varela y Velazques (2019) en su investigación manifiesta que tuvo como objetivo evaluar la calidad ambiental mediante la avifauna acuática en el Humedal La Segua, se llevó a cabo en San Antonio, La Sabana, Larrea y La Segua comunidades que conforman el mismo, donde se utilizó la técnica de la encuesta a una muestra de la población de cada comunidad para determinar las actividades productivas que en ellas se realizan, el 38% de los encuestados se dedican a la agricultura, 28% a trabajos en el hogar, 12% a otros (trabajos públicos), 11% negocio, 3% ganadería, pesca, acuicultura y el 2% a ninguna. Para determinar la diversidad de la avifauna se aplicaron los índices de Shannon-Wiener, Pielou y Simpson, siendo mayor la riqueza de especies en el microhábitat de cuerpo de agua, seguido de llanuras, vegetación acuática y zonas pobladas. La diversidad fue media de acuerdo al índice de Shannon-Wiener y de Pielou, este último es ligeramente heterogéneo en abundancia, mientras que la probabilidad con relación al índice de dominancia de Simpson es de 0,70, con diversidad alta en relación a la especie dominante *Phalacrocorax brasilianus*; en base a esto se determinó calidad ambiental del humedal La Segua que tuvo un valor de 0,65, demostrando que este complejo ecosistema se encuentra por encima de la “Calidad Ambiental Media”, que supone valores donde se expresa un estado mínimo admisible de acuerdo a Batelle-Colombus.

Murillo, Lopez, Escobar, Bonilla y Verdu (2017) manifiesta en su trabajo que los pequeños humedales se consideran un refugio para la biodiversidad, pero la importancia de los recursos naturales y Humedales lénticos artificiales para el mantenimiento de la diversidad de aves en zonas dominadas por el hombre. Los paisajes no son muy conocidos en el Neotrópico. Este estudio evaluó la influencia de los tipos y orígenes (naturales o artificiales) de lénticos humedales sobre la diversidad de aves de tres gremios (acuáticas, semiacuáticas y terrestres) en el Meta Piamonte, Colombia. Se estimó y analizó la riqueza de especies y la estructura y composición de cada gremio de aves, realizando una comparación entre y dentro de los tipos de humedales (pantanos, garzas, campos de arroz, lagos, lagos artificiales y piscifactorias) y orígenes (natural, mixto y artificial). En total, se registraron 275 especies de aves (196 terrestres, 60 acuáticas y 19 semiacuáticas). La riqueza de especies locales tuvo una amplia variación (39 a 144 especies), y la riqueza total y media fue significativamente diferente entre los tipos y orígenes de humedales, los lagos fueron el tipo de humedal más diverso y las garzas fueron los menos diversos. Origen mixto, los humedales tuvieron la mayor riqueza de especies. La garceta bueyera (*Bubulcus ibis*) fue la más abundante, mientras que las garzas y los arrozales mostraron la mayor abundancia total de aves. La diversidad de aves está fuertemente relacionada con el tipo y origen de los humedales, con variaciones significativas en composición de especies entre diferentes tipos, que muestran una alta heterogeneidad local y paisajística. Se sugiere que los pequeños humedales lenticos, ya sean naturales, mixtos o artificiales, son importantes para el mantenimiento de la diversidad de aves locales y regionales. Las acciones de conservación y gestión son necesarias para preservar la heterogeneidad de los humedales y las aves asociadas a ellos.

Deshkar, Rathod; Padate (2010) en su investigación manifiesta que los parámetros físicos y químicos clave de uno de los principales hábitats para las aves: los humedales se saben que influye en la congregación de especies de aves migratorias y residentes. El estudio presente trata de las interacciones entre estos factores abióticos y la diversidad de aves de uno de esos estanques en Zona semiárida de Gujarat, India. El estanque fue visitado dos veces al mes. Durante cada visita se realizó un censo aves acuáticas y también se recolectaron muestras de agua para documentar cambios en los parámetros fisicoquímicos a lo largo de las estaciones. La llegada de aves en la zona está relacionada principalmente con el aumento de la población de aves migratorias durante el invierno. Las variaciones de aves también se piensan que es por causa de los cambios de los factores físico-químicos.

### **2.1.2 Investigaciones nacionales**

Romero, García, Lino, Arenazas, Ticona, Vanzin y Sharp (2023) en su investigación demuestra que los humedales son características hidrológicas cruciales que brindan beneficios, incluidos los ecosistemas, servicios y conservación del hábitat, protección contra inundaciones asociadas con el aumento del nivel del mar y condiciones extremas, eventos, almacenamiento y tratamiento de agua, recreación y estética, entre otros. Perú es uno de los pocos países de América Latina que no han desarrollado un inventario nacional de humedales. Si bien esto puede en parte puede atribuirse a la disponibilidad limitada de publicaciones revisadas por pares en la literatura inglesa, una mayor cantidad de publicaciones relacionadas con los humedales peruanos están disponibles en español y son menos accesible a la población mundial. En este artículo desarrollamos una extensa revisión y síntesis de la literatura española, incluidas tesis universitarias, artículos revisados por pares e informes gubernamentales. Nuestro informe se centra en evaluar el estado del arte de los humedales peruanos en términos de evolución temporal, distribución geográfica,

instituciones creadas, temas de investigación (por ejemplo, calidad del agua, fauna, flora, microorganismos, etc.), y avanza hacia la conservación de los humedales. El análisis identificó 274 publicaciones en español relacionadas con los humedales (188 tesis, 83 revisadas por pares y 6 informes gubernamentales) y un aumento temporal de la difusión en las últimas dos décadas. Los informes abarcaron 161 humedales distintos distribuidos en todo el país; Sin embargo, la mayoría de las investigaciones se centraron únicamente en unos pocos cuerpos de humedales con una concentración desproporcionada en sólo tres regiones administrativas. Esto revela que la investigación relacionada con los humedales está distribuida de manera desigual en el Perú y resalta la necesidad de ampliar este conocimiento a sistemas y regiones subrepresentados. Aunque Perú ocupa el tercer lugar en América del Sur para las áreas de humedales protegidas (Ramsar), los estudios de caso han revelado que los humedales en el país son vulnerables a las actividades humanas. La legislación nacional reciente establecida en 2021 debería ayudar a abordar este desafío, ya que antes de este momento, existía un enfoque más descentralizado, mediante el cual cada región administrativa era responsable de la protección de sus propios humedales. Los hallazgos indican que la actividad de investigación debería incrementarse a nivel nacional para comprender mejor la función y beneficios de los humedales en todo el Perú, además del continuo desarrollo y aplicación de regulaciones diseñadas para proteger estos valiosos ecosistemas. Finalmente, desde un nacional Se necesita con urgencia un inventario de humedales peruanos, este análisis proporciona una línea de base para este desarrollo de conocimientos necesarios para una representación nacional adecuada, así como identificar lagunas en ellos.

Pulido, Málaga, Velarde, Dominga, Olivera y Acevedo (2021) en su investigación menciona que Los censos de aves en el Perú empezaron a principios del siglo XX con la realización de censos de aves marinas efectuados por la Compañía Peruana del Guano y

después por el IMARPE. Entre 1992 y 2016 se realizaron censos anuales, en 61 humedales, en 12 departamentos del Perú, registrándose un total de 151 especies entre residentes y migratorias. Los censos constituyen un gran aporte al conocimiento de las especies de aves acuáticas y a las sinergias entre instituciones y ornitólogos que a través del voluntariado recopilan importante información para la conservación de especies y el manejo de humedales en las vertientes andinas. Se analiza la composición taxonómica de las especies, la importancia de los censos, las rutas de migración de las aves desde la región Neártica, Austral y altoandinas y las áreas protegidas en la conservación de los humedales y la biodiversidad. El objetivo del presente trabajo es efectuar un análisis histórico de los censos y su contribución al conocimiento de las aves acuáticas realizados en las tres últimas décadas con especial referencia a la conservación de los humedales en las vertientes andinas en el Perú.

Hoyos (2021) realizó un trabajo en donde menciona que el crecimiento urbano desordenado constituye un grave problema para los ecosistemas debido a que van a sufrir perturbaciones, ya sean positivas o negativas, siendo las últimas las más comunes. En el caso de los humedales costeros el impacto antrópico es aún mayor sobre todo si se tiene en cuenta los resultados del último Censo Nacional que precisan más del 50 % del total de la población se encuentra asentada en la costa peruana, lo que genera que estos ecosistemas se vean vulnerables como resultado de las actividades antrópicas que se desarrollan en estas, impactándolas; trayendo como consecuencia la disminución de la cobertura del humedal y el deterioro de la calidad de dicho ecosistema. En el caso del humedal Huacho-Hualmay-Carquín, el crecimiento urbano desordenado ha ocasionado que determinadas zonas de este sean utilizadas como depósito de desmonte, uso de los chorrillos para lavado de ropa, arrojando constante de residuos sólidos, entre otros. La finalidad de la presente investigación fue determinar el estado de conservación del humedal en base a una evaluación multitemporal

de la cobertura vegetal en un periodo de 33 años (1986-2019), mediante el uso de imágenes satelitales de los sensores Landsat 5 TM y Landsat 8 OLI, así como la evaluación de rápida de componentes biológicos como la flora vascular y la ornitofauna; el análisis de la calidad de los cuerpos de agua y la identificación y análisis de los principales tensores ambientales que enfrenta el humedal. Los resultados obtenidos demuestran que el humedal ha sufrido una reducción de 7.14 ha, asimismo, presenta un registro preliminar de 45 especies de aves; en cuanto a flora vascular se encontraron 4 nuevos registros no reportados en estudios anteriores. La evidencia de altos valores de fósforo y nitrógeno total se debe al uso constante de detergentes convencionales y que la constante presencia de residuos sólidos genera la pérdida estética del paisaje y perturba a la fauna silvestre. De esta forma se concluye que el humedal a pesar de presentar una pequeña extensión a diferencia de otros humedales costeros guarda una singular diversidad de especies, faltando por estudiar otros componentes biológicos. Asimismo, se sienta una línea base para el desarrollo de una propuesta que busque conservar este ecosistema.

Iannacone et al., (2010) en su investigación realizó una documentación de la riqueza de aves del refugio de vida silvestre Pantanos de Villa, Chorrillos, Lima, Perú aperiódicamente entre noviembre del 2004 a agosto del 2007 mediante 10 censos por detección visual. La riqueza avifaunística fue de 58 especies, pertenecientes a 47 géneros y 26 familias y 12 órdenes. Los estimadores Jackknife de primer orden, de segundo orden y Chao-1 de la riqueza de especies indican que pueden registrarse al menos 25, 43 y 56 especies más y que se logró detectar el 69,8, 57,4 y 50,8%, respectivamente de las especies posibles a ocurrir en la zona de estudio. La mayor riqueza de especies se encontró en agosto del 2006 y el mayor valor del Índice de Shannon se encontró en septiembre del 2006. Los censos de noviembre del 2004, marzo del 2005 y junio del 2007 presentaron las más bajas similitudes de especies de aves según los índices de Morisita-Horn y de Sørensen. Por su

estacionalidad, 36 especies son residentes, 6 son migratorias locales, 3 son migratorias andinas y 16 son migratorias continentales. De las especies registradas 2 se encuentran en peligro, 1 es vulnerable y 1 en casi amenazado. Las especies más frecuentes y abundantes fueron ocho: *Phalacrocorax brasilianus* (Humboldt, 1805) (Phalacrocoracidae) (20,3%), *Leucophaeus pipixcans* (Wagler, 1831) (Laridae) (14,9%) *Egretta thula* (Molina, 1782) (Ardeidae) (12,7%), *Chroicocephalus cirrocephalus* (Vieillot, 1818) (Laridae) (9,8%), *Ardea alba* (Linnaeus, 1758) (Ardeidae) (5,6%), *Fulica ardesiaca* (Linnaeus, 1758) (Rallidae) (4,5%), *Coragyps atratus* (Beichstein, 1793) (Cathartidae) (3,7%) y *Gallinula chloropus* (Linnaeus, 1758) (Rallidae) (2,5%) que representan el 74% de la diversidad total de aves.

Cruz, Angulo, Burguer y Borgesa (2007) en su investigación se realizó en la laguna El Paraíso, departamento de Lima, Perú, de abril de 1999 a abril del 2000. Tuvo como objetivos la determinación de la diversidad específica en aves; la densidad poblacional de las principales familias de uso cinegético y la determinación de los microhábitats más importantes para los grupos evaluados. Se reportaron 81 especies de aves las cuales pertenecen a 62 géneros y a 35 familias. En esta cifra se reportan 19 especies nuevas para el área de Paraíso; el 46% de la diversidad de aves está dada por las familias Scolopacidae (14%), Ardeidae (10%), Laridae (7%), Anatidae (5%), Charadriidae (5%) y Columbidae (5%). La familia Rallidae es la más abundante y está representada por dos especies *Gallinula chloropus* “polla de agua” y *Fulica ardesiaca* “gallareta”, siendo la primera más numerosa. Asimismo, se dan las recomendaciones para la conservación del área.

## **2.2 Bases teóricas**

### **Calidad Ambiental**

La calidad ambiental de ecosistemas se refiere al estado y funcionamiento de los sistemas ecológicos en relación con su capacidad para mantener la biodiversidad y



proporcionar servicios ecosistémicos (Smith et al., 2022). Este concepto abarca factores como la integridad biótica, las condiciones físico-químicas y la resiliencia ante perturbaciones (Johnson, 2023).

La calidad ambiental de ecosistemas es el conjunto de propiedades inherentes del mismo que permite compararlo con otros, en función de su estado de conservación. Esta calidad se puede apreciar desde distintas perspectivas, por ejemplo, desde un punto de vista económico o productivo puede estar referido a la calidad y cantidad de recursos para el hombre que genera el ecosistema.

Para evaluar la calidad ambiental se utilizan diversos indicadores, incluyendo: Biodiversidad, Calidad del agua y aire, Estructura y función del suelo, Presencia de especies indicadoras, Niveles de contaminantes

La gestión sostenible de ecosistemas busca mantener o mejorar su calidad ambiental para asegurar la provisión continua de servicios ecosistémicos y la conservación de la biodiversidad (García & López, 2024).

La calidad de los humedales como ecosistemas depende de la integridad de los procesos funcionales, basados en la transferencia de materia y energía, que definen su calidad ambiental y que generan al ser humano una serie de servicios económicos y unos bienes o valores culturales, naturalísticos o científicos, a escala de paisaje los humedales poseen una gran relevancia funcional debido a que son ecosistemas complejos y dinámicos donde las interacciones entre suelo, agua y atmósfera, son muy significativas; para aquellas características especiales que dificultan la valoración de los impactos así como el estado ecológico, es necesario el desarrollo de métodos de evaluación.

### **Índice de calidad ambiental (Batelle Columbus)**

El índice de calidad ambiental (ICA) se puede considerar como una variable latente determinada por un conjunto de factores que afectan de manera positiva y negativa al entorno. El Índice de Calidad Ambiental (ICA) es determinado a partir de la medición de parámetros en sus respectivas unidades y posterior conversión, a través de funciones características de cada parámetro (escalares), en una escala intervalar entre 0 y 1; estos escalares pueden variar de conformidad con la naturaleza del parámetro y del ecosistema considerado. Las funciones en cuestión se corresponden con las funciones de transformación; el sistema propone una serie de gráficas para la obtención de estos índices de calidad. La escala de valoración de la calidad ambiental según la metodología elaborado por Batelle-Columbus para biodiversidad de aves. Donde en una gráfica; en el eje de las ordenadas (Y) se estima la calidad ambiental que va desde cero (0) hasta uno (1), “0” representa una calidad baja, “1” representa una calidad alta y 0,5 una calidad media; que supone valores donde se expresa un estado mínimo admisible, de tal forma que valores por debajo de este comprometen la homeostasis del ecosistema); mientras que en el eje de las abscisas (X) se localiza al número de especies por mil individuos.

### **Avifauna acuática**

La avifauna acuática comprende las especies de aves que habitan ecosistemas acuáticos como humedales, lagos, ríos y zonas costeras (Ramsar Convention Secretariat, 2021). Estas aves desempeñan roles ecológicos cruciales y son indicadores importantes de la salud de los ecosistemas acuáticos (Green & Elmberg, 2014).

Los humedales costeros se consideran uno de los ecosistemas más productivos. Por sus características físicas y químicas son ambientes ricos en flora y fauna, y de gran valor ecológico. Un grupo biológico que utiliza estos ecosistemas son las aves acuáticas residentes

y migratorias, las cuales son especies que dependen ecológicamente de los humedales y hacen uso de éstos de modo permanente o temporal para cubrir una determinada etapa de su ciclo de vida.

En estos ecosistemas, las aves acuáticas cumplen importantes funciones como consumidoras, aportadoras de materia orgánica y modificadora del ambiente circundante. Por otro lado, los humedales ofrecen a las aves abrigo, alimento y, entre las funciones ecológicas más importantes, sitios para la nidificación y migración anual.

### **Avifauna acuática y calidad ambiental.**

La medición de la calidad ambiental utilizando a las aves será del tipo cualitativo, relacionando la biodiversidad específica, abundancia, calidad visual del paisaje para dar una primera afirmación sobre la calidad del ambiente en estudio, ya que solamente un ambiente saludable será capaz de mantener en equilibrio los niveles tróficos del ecosistema y con ello existirá suficiencia de alimentos, espacios idóneos para la reproducción y hábitats adecuados para la migración de especies y además que los factores ambientales no están siendo perturbados. El humedal es un ecosistema que se constituye de seres vivos, productores y consumidores. Las aves vienen a ser de primer, segundo o tercer orden dependiendo de lo que se alimenten, entonces si surgen perturbaciones en alguno de los niveles tróficos, se rompe un eslabón de la cadena alimenticia dentro del ecosistema. Plantas, animales, microorganismos y factores ambientales están relacionados, lo que ocurra en una comunidad biótica en especial repercutirá en el resto de los seres vivos y por tanto en el ambiente.

### **Humedales**

La importancia ecológica de los humedales está en sus peculiaridades biológicas y fauna, así como en las funciones que desempeñan en el ciclo del agua y de la materia orgánica, reciclado de nutrientes, mantenimiento de redes tróficas y estabilización de sedimentos, teniendo un importante papel como depuradores naturales, contribuyendo así al mantenimiento de la calidad

de las aguas subterráneas y superficiales. Los humedales son estimados como los ecosistemas más productivos del planeta, debido a que cumplen funciones ecológicas fundamentales para el hombre como ser la regulación de los regímenes hidrológicos y la provisión de recursos de los cuales dependen las comunidades locales vecinas a estos ambientes.

La calidad de los humedales como ecosistemas depende de la integridad de los procesos funcionales, basados en la transferencia de materia y energía, que definen su identidad ecológica, donde las interacciones entre suelo, agua y atmósfera son muy significativas.

Los humedales son reconocidos como ecosistemas vitales que brindan servicios ecosistémicos esenciales, como el control de inundaciones, la recarga de acuíferos, la depuración de agua y el secuestro de carbono (Ramsar Convention Secretariat, 2013). Además, son hábitats cruciales para una amplia gama de especies de aves acuáticas, como anátidas, garzas, gaviotas y playeros (Weller, 1999). Estas aves desempeñan un papel fundamental en el funcionamiento de los humedales y son indicadores sensibles de su calidad ambiental (Kushlan, 1993).

La diversidad de avifauna acuática puede ser utilizada como un indicador biológico para evaluar la integridad ecológica de los humedales (Aznar et al., 2018). Las aves acuáticas son particularmente sensibles a los cambios en su hábitat, como la alteración del régimen hídrico, la contaminación del agua y la pérdida de vegetación (Kushlan, 1993). Por lo tanto, los cambios en la composición y abundancia de las especies de aves acuáticas pueden reflejar la calidad ambiental del humedal (Adamus & Brandt, 1990).

Varios estudios han demostrado la utilidad de las aves acuáticas como indicadores de la calidad ambiental en humedales. Por ejemplo, Adamus y Brandt (1990) desarrollaron un índice de evaluación de aves acuáticas (Waterbird Assessment Index) que utiliza la riqueza de especies, la abundancia y la diversidad funcional de las aves acuáticas para evaluar la integridad ecológica de los humedales. Otros estudios han utilizado métricas como

la riqueza de especies de aves acuáticas, la abundancia de especies clave o la presencia de especies indicadoras para evaluar la calidad ambiental de los humedales (Aznar et al., 2018; Guzmán-Álvarez & Navarro-Sigüenza, 2016; Kushlan, 1993).

### **Humedal Paraíso**

La Laguna El Paraíso se ubica en el distrito de Huacho, provincia de Huaura, departamento de Lima; aproximadamente a 136 km al norte de la ciudad de Lima y a 10 km al sur de la ciudad de Huacho, geográficamente se encuentra entre los paralelos 11°13' - 11°10' S; y los meridianos 77°36' - 77°35' W (Cruz, Angulo, Burger, & Borgesa, 2007).

El área en estudio comprende los dos cuerpos de agua que conforman la laguna y el entorno de estas; incluyendo la vegetación, los campos de cultivo y la playa arenosa adyacente llamada Playa Chica, comprendiendo un área aproximada de 690,42 ha (Cruz, Angulo, Burger, & Borgesa, 2007).

La Laguna El Paraíso es de agua salobre de 1,5 m de profundidad máxima, el nivel de agua esta influenciado por las mareas y por el agua proveniente de las filtraciones de la irrigación Santa Rosa. Presenta tres tipos de ambientes o hábitats acuáticos, playas marinas, lagunas y bañados costeros de agua salobre y zonas cenagosas (Scott y Carbonell, 1986). (Cruz, Angulo, Burger, & Borgesa, 2007)

El clima es desértico, cálido y húmedo y según el mapa ecológico del Perú el área de estudio pertenece a la zona de vida desierto desecado subtropical (ONERN, 1976). La vegetación en la laguna es típica de lagunas similares en la costa peruana reportándose un total de 33 especies de plantas vasculares, las cuales comprenden 31 géneros y 16 familias botánicas (Cruz, 2002). La fauna está representada principalmente por las aves; diferentes autores indican entre 81 y 106 especies de aves (Riveros et al., 1983; Castro, 1984; Castro et al., 1990; Velarde, 1998; Cruz, 2002). (Cruz, Angulo, Burger, & Borgesa, 2007)

## 2.3 Bases filosóficas

La relación entre sociedad-ciencia-tecnología y calidad de vida, se sitúa sobre un eje en el que no es posible alcanzar el último paso antes de haber realizado un esfuerzo del conjunto social para establecer las bases del desarrollo científico ordenado y sistemático que permita crear conocimiento. La biología es un ejemplo útil de cómo a partir de la creación de conocimiento y de su consistente transformación en tecnología, ha permitido elevar los índices de calidad de vida, logrando a su vez una optimización de uso de los recursos disponibles de cada país. Las ciencias biológicas, han impulsado el desarrollo en todos los ámbitos del quehacer humano entre ellos la producción de plantas y animales.

Sin embargo, no es posible concebir el avance tecnológico sin disponer de los sólidos cimientos que aportan las ciencias básicas por separado y multidisciplinariamente, que recoge la teoría y experimentación de dos o más áreas de investigación, dando lugar a acoplamientos perfectos, en cuyos vértices se produce estimulación de la creatividad. El diálogo, interdisciplinar entre ciencia y filosofía, produce un enriquecimiento mutuo entre ambos sistemas de pensamiento que permite al hombre situarse en una mejor posición desde la que afrontar la realidad con una perspectiva más amplia.

## 2.3 Definición de términos básicos

**Índice biológico:** Un valor numérico utilizado para describir la biota de un cuerpo de agua, sirviendo para indicar la calidad de estado biológico.

**Sensibilidad climática:** El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), refiere que la sensibilidad climática es el cambio de temperatura de equilibrio en la media global de la superficie después de una duplicación de la concentración atmosférica (equivalente) de CO<sub>2</sub>. En términos más generales, la sensibilidad climática de equilibrio se refiere al cambio de equilibrio de la temperatura en el aire superficial.

**Aclimatación:** La respuesta dinámica de un sistema a la adición o eliminación de una sustancia hasta alcanzar el equilibrio; también es un ajuste a un cambio en el medioambiente.

**Restauración:** Ayudar a restaurar una región, un ecosistema o un paisaje degradado, dañado o destruido con el objetivo de restablecer su trayectoria ecológica, preservar la resiliencia, conservar la diversidad biológica y restaurar la función del ecosistema y del paisaje.

**Humedales:** Las áreas cubiertas por agua incluyen marismas, humedales, marismas naturales y artificiales, algunas temporales y otras permanentes.

**Reserva municipal:** Los magistrados tienen la autoridad de reconocer los lugares ecológicos como áreas de reserva municipal.

**Reserva regional:** Área de conservación regional.

**Sumidero:** Es el proceso mediante el cual se absorben los gases contaminantes de la atmósfera.

**Turba:** La parte de la superficie de la Tierra rica en carbono es el resultado de la descomposición de especies vivas.

## **2.4 Hipótesis de investigación**

### **2.4.1 Hipótesis general**

Mediante la evaluación de la Calidad Ambiental de la diversidad de avifauna acuática se puede determinar el estado del humedal el Paraíso, Huacho - 2024

### **2.4.2 Hipótesis específicas**

Mediante la caracterización de la diversidad de la avifauna acuática se puede determinar la situación actual del humedal el Paraíso Huacho.

Mediante la evaluación de los parámetros físico-químicos y microbiológicos de los cuerpos de agua se puede determinar la situación actual del humedal el Paraíso Huacho.

Mediante el cálculo de la calidad ambiental a través de la metodología de Batelle-Columbus se puede determinar la situación actual del humedal el Paraíso Huacho.

## 2.5 Operacionalización de las variables

| VARIABLES                                  | DEFINICION CONCEPTUAL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | DIMENSIONES                                            | INSTRUMENTOS                                                                                                                                                                                                                                                                        | ESCALA DE MEDICION                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (X)<br>Calidad ambiental.                  | Se refiere al estado de salud y sostenibilidad de los entornos naturales, que incluye la calidad del aire, agua, suelo, biodiversidad, y otros elementos del medio ambiente que afectan a los seres vivos y los ecosistemas. Esta calidad se evalúa mediante una serie de indicadores que miden la presencia de contaminantes, el equilibrio ecológico, y la capacidad del entorno para soportar vida y actividades humanas sin degradarse. | Batelle-Columbus<br><br>Calidad de los cuerpos de agua | Estándar de calificación<br><br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Ph</li> <li>• Temperatura</li> <li>• Conductividad</li> <li>• Oxígeno disuelto</li> <li>• Nitrógeno total</li> <li>• Fósforo total</li> <li>• Sólidos suspendidos</li> <li>• Coliformes fecales</li> </ul> | Unidades.<br><br><ul style="list-style-type: none"> <li>• 0 -14</li> <li>• °C</li> <li>• uS.cm</li> <li>• mg.L</li> <li>• mg.L</li> <li>• mg.L</li> <li>• mg.L</li> <li>• NMP/100 ml</li> </ul> |
| (Y)<br>Diversidad de la avifauna acuática. | conjunto de especies de aves que viven en o cerca de cuerpos de agua como lagos, ríos, estuarios, marismas, y océanos. Estas aves dependen de estos ecosistemas acuáticos para alimentarse, reproducirse y, en muchos casos, para refugiarse. La avifauna acuática incluye una gran diversidad de especies con adaptaciones específicas para la vida en estos ambientes.                                                                    | Nº de especies                                         | Puntos de conteo y ficha de observación.                                                                                                                                                                                                                                            | <b>Unidades</b>                                                                                                                                                                                 |



## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1 Diseño metodológico**

##### **3.1.1 Tipo de investigación**

La presente investigación fue de tipo **exploratoria**. (Hernandez, 2014)

##### **3.1.2 Nivel de investigación**

De nivel de investigación **explicativo**. (Hernandez, 2014)

##### **3.1.3 Diseño**

De diseño es **no experimental**. (Hernandez, 2014)

##### **3.1.4 Enfoque**

El enfoque es cuantitativo y el alcance **explicativo** (Hernandez, 2014).

#### **3.2 Población y muestra**

##### **3.2.1 Población**

La población de estudio estuvo conformada por la extensión total del humedal del Paraíso.

##### **3.2.2 Muestra**

Se realizará a través de puntos de muestreo distribuidos en zigzag de acuerdo con el espacio que tiene el humedal y la accesibilidad para la visualización de las aves.

#### **3.3 Técnicas de recolección de datos**

La técnica que se utilizara en la presente investigación:

Observación: Para realizar el conteo de la floración algal se hicieron observaciones de las poblaciones usando la cámara.

Ficha de datos primarios: A través de este instrumento se recoge los datos primarios de la investigación y que se obtiene directamente de la realidad evaluada, como es el caso de los valores que arroja los diferentes instrumentos usados para evaluar los parámetros físico-químicos correspondiente a este estudio.

### **3.4 Técnicas para el procesamiento de la información**

Para procesar los datos se requiere de dos tipos de análisis estadístico:

Análisis descriptivo, el cual corresponde a los resultados de frecuencia y porcentajes de cada una de las variables y sus respectivas dimensiones, lo cual puede trabajarse en una hoja de cálculo Excel o en SPSS 25; se presentaron tanto tablas como gráficos de barras para denotar claramente los niveles hallazgos.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1 Análisis de resultados

**Tabla 1.** Distribución taxonómica de las especies observadas en el Humedal Paraíso.

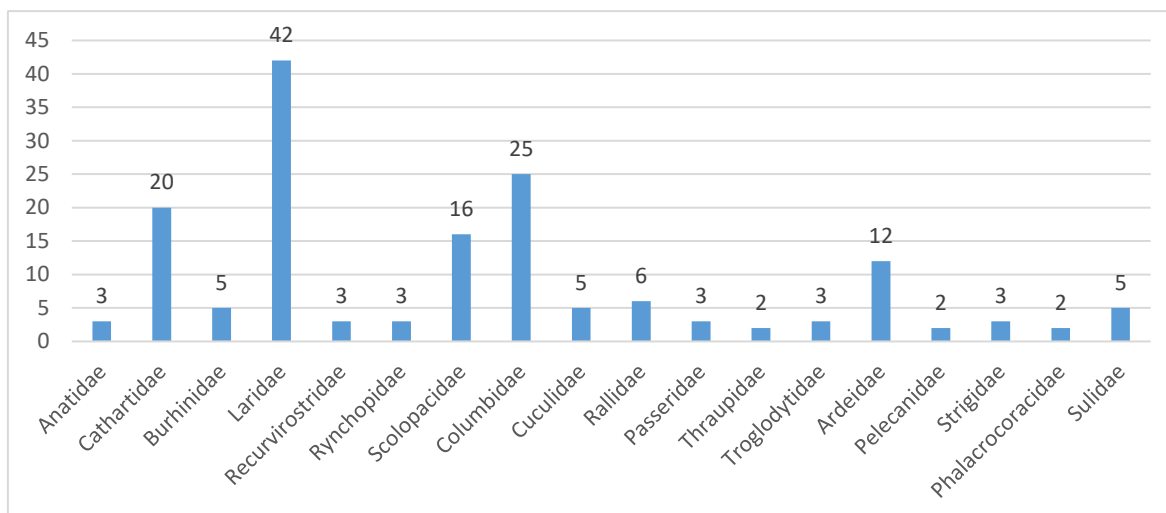
| ORDEN           | FAMILIA           | ESPECIE                        | NOMBRE COMUN            |
|-----------------|-------------------|--------------------------------|-------------------------|
| Anseriformes    | Anatidae          | <i>Anas cyanoptera</i>         | Pato colorado           |
|                 |                   | <i>Anas bahamensis</i>         | Pato gargantillo        |
|                 |                   | <i>Anas georgica</i>           | Pato jerga              |
| Cathartiformes  | Cathartidae       | <i>Cathartes aura</i>          | Gallinazo cabeza roja   |
|                 |                   | <i>Coragyps atratus</i>        | Gallinazo negro         |
|                 | Burhinidae        | <i>Burhinus superciliaris</i>  | Alcaraván peruano       |
|                 |                   | <i>Larus pipixcan</i>          | Gaviota de Franklin     |
|                 | Laridae           | <i>Larus belcheri</i>          | Gaviota de Belcher      |
|                 |                   | <i>Larus dominicanus</i>       | Gaviota dominicana      |
|                 | Recurvirostridae  | <i>Himantopus mexicanus</i>    | Cigüeñuela cuello negro |
| Charadriiformes | Rynchopidae       | <i>Rynchops niger</i>          | Rayador americano       |
|                 |                   | <i>Calidris alba</i>           | Playero blanco          |
|                 |                   | <i>Calidris mauri</i>          | Playero de lomo rojo    |
|                 | Scolopacidae      | <i>Calidris minutilla</i>      | Playero mínimo          |
|                 |                   | <i>Actitis macularia</i>       | Andarrios maculado      |
|                 |                   | <i>Tringa melanoleuca</i>      | Patiamarillo grande     |
|                 |                   | <i>Zenaida auriculata</i>      | Tórtola orejuda         |
| Columbiformes   | Columbidae        | <i>Zenaida asiatica</i>        | Tórtola aliblanca       |
|                 |                   | <i>Columbia livia</i>          | Paloma doméstica        |
|                 |                   | <i>Columbina cruziana</i>      | Tortolita peruana       |
|                 |                   | <i>Crotophaga sulcirostris</i> | Garrapatero ani         |
| Cuculiformes    | Cuculidae         | <i>Rallus sanguinolentus</i>   | Rascón garganta blanca  |
| Gruiformes      | Rallidae          | <i>Gallinula chloropus</i>     | Polla de agua           |
|                 |                   | <i>Passer domesticus</i>       | Gorrión común           |
| Passeriformes   | Passeridae        | <i>Volatinia jacarina</i>      | Viudita azul            |
|                 | Troglodytidae     | <i>Troglodytes aedon</i>       | Ratona común            |
|                 |                   | <i>Egretta alba</i>            | Garceta grande          |
| Pelecaniformes  | Ardeidae          | <i>Egretta thula</i>           | Garceta nívea           |
|                 |                   | <i>Bubulcus ibis</i>           | Garcilla bueyera        |
|                 | Pelecanidae       | <i>Pelecanus thagus</i>        | Pelecano peruano        |
| Strigiformes    | Strigidae         | <i>Asio flammeus</i>           | Búho orejudo            |
|                 |                   | <i>Phalacrocorax</i>           |                         |
| Suliformes      | Phalacrocoracidae | <i>olivaceus</i>               | Pato cuervo             |
|                 | Sulidae           | <i>Sula variegata</i>          | Piquero peruano         |

**Nota:** Elaboración propia

La tabla 1 muestra una síntesis de la distribución taxonómica de las especies de aves registradas en la Laguna El Paraíso. En ella se detallan 33 especies distribuidas en diez órdenes y quince familias, con el propósito de evidenciar la diversidad ornitológica del ecosistema. Cada registro está compuesto por el orden y la familia a la que pertenece la especie, su nombre científico en nomenclatura binomial y su correspondiente nombre común, facilitando tanto la identificación técnica como la divulgación general del grupo observado.

Destaca en la tabla la presencia de representantes del orden Charadriiformes, ampliamente diversificado en el humedal, el cual agrupa aves playeras como los playeros (*Calidris spp.*), gaviotas (*Larus spp.*) y la cigüeñuela (*Himantopus mexicanus*), todas asociadas a hábitats costeros, cuerpos de agua someros y zonas de limo. Asimismo, el orden Anseriformes incorpora especies de patos que utilizan los cuerpos de agua para alimentación, descanso y reproducción, tales como el pato colorado (*Anas cyanoptera*) y el pato gargantillo (*Anas bahamensis*).

Otros grupos relevantes son los Gruiformes, con especies como la polla de agua (*Gallinula chloropus*) y el rascón garganta blanca (*Rallus sanguinolentus*), comúnmente vinculadas a vegetación emergente como juncales y totorales. También se encuentran especies de los Pelecaniformes, como las garzas (*Egretta spp.* y *Bubulcus ibis*), cuya presencia está ligada a zonas de alimentación en aguas poco profundas. Finalmente, aves passeriformes como el gorrión común (*Passer domesticus*), la viudita azul (*Volatinia jacarina*) y la ratona común (*Troglodytes aedon*) ilustran la adaptación de ciertos grupos a ambientes semiurbanos o perturbados.



**Figura 1.** Numero de aves observadas en el periodo de evaluación.

El gráfico muestra la frecuencia de especies avistadas en la Laguna El Paraíso, agrupadas según su familia taxonómica. Se puede observar una marcada dominancia de la familia Laridae, con 42 registros, lo que evidencia la alta presencia de gaviotas y especies costeras generalistas adaptadas a ecosistemas de playa, zonas de influencia marina y áreas abiertas. Esta familia incluye especies como *Larus dominicanus*, *Larus belcheri* y *Larus pipixcan*, las cuales son comunes en ambientes litorales del Perú.

Le sigue en importancia la familia Columbidae con 25 individuos, integrada por especies como la tórtola orejuda (*Zenaida auriculata*) y la tortolita peruana (*Columbina cruziana*), lo que refleja una fuerte presencia de aves granívoras adaptadas tanto a hábitats naturales como a áreas periurbanas, indicando cierto nivel de sinantropía en la comunidad aviar del humedal.

En tercer lugar, se encuentra Cathartidae con 20 registros, representada por aves carroñeras como el gallinazo cabeza roja (*Cathartes aura*) y el gallinazo negro (*Coragyps atratus*), lo que puede estar asociado a la cercanía de áreas urbanas o rurales con presencia

de residuos orgánicos accesibles, o bien a eventos de mortalidad de fauna acuática en el humedal.

Otras familias de relevancia son Scolopacidae (16), que agrupa playeros y limícolas de zonas húmedas someras, y Ardeidae (12), conformada por garzas y garcetas, especies que dependen de aguas tranquilas para alimentarse de peces y anfibios. La presencia de estas familias indica la importancia funcional del humedal como sitio de forrajeo y descanso para aves zancudas.

En el rango medio de frecuencia se ubican familias como Cuculidae, Rallidae, Burhinidae y Pelecanidae, con entre 5 y 6 registros cada una, mientras que al extremo inferior del gráfico aparecen familias con solo 2 o 3 individuos, como Thraupidae, Strigidae y Phalacrocoracidae, que representan grupos de aves menos frecuentes o con requerimientos ecológicos más específicos.

**Tabla 2.** Distribución taxonómica de las especies observadas en el Humedal Paraíso, aves de hábitat acuático (marino, dulceacuícola o humedales).

| <b>Familia</b> | <b>Nº Especies</b> | <b>Hábitat Principal</b>      |
|----------------|--------------------|-------------------------------|
| Cathartidae    | 20                 | Terrestre/carrizales, riberas |
| Burhinidae     | 5                  | Ribereño/seco                 |
| Columbidae     | 25                 | Urbano/ribereño               |
| Cuculidae      | 5                  | Terrestre/arbustivo           |
| Passeridae     | 3                  | Urbano                        |
| Thraupidae     | 2                  | Terrestre                     |
| Troglodytidae  | 3                  | Terrestre (matorrales)        |
| Strigidae      | 3                  | Terrestre/bosques             |

**Nota:** Elaboración propia

El humedal El Paraíso, ubicado al norte de Lima Metropolitana, es un sistema de lagunas costeras, totorales y cuerpos de agua interconectados con el mar mediante canales

naturales y artificiales. Este ecosistema alberga una diversidad notable de aves acuáticas que dependen directamente del agua para su alimentación, descanso, reproducción o tránsito migratorio. A continuación, se describen las principales familias registradas en este tipo de hábitat:

1. Anatidae (3 especies), Esta familia incluye patos y gansos, aves adaptadas a ambientes dulceacuícolas. En El Paraíso, suelen habitar espejos de agua tranquilos o zonas con vegetación flotante como totorales y juncuales, donde se alimentan de vegetación acuática, invertebrados y pequeños peces.
2. Laridae (42 especies), Representan una de las familias más diversas en este humedal. Comprende gaviotas y gaviotines, altamente adaptables a ambientes marino-costeros. Se observan tanto en la franja litoral como en lagunas interiores, donde descansan, anidan y pescan, aprovechando la rica disponibilidad de alimento.
3. Recurvirostridae (3 especies), Incluye avocetas y stilts (como el zambullidor de cuello negro). Prefieren orillas fangosas, aguas someras y salobres. En El Paraíso, estas aves suelen hallarse en zonas con poca vegetación acuática, donde se alimentan filtrando pequeños invertebrados del lodo.
4. Rynchopidae (3 especies), Compuesta por aves como el rayador americano, con un pico adaptado para cortar la superficie del agua en vuelo. Se localizan principalmente en las zonas de desembocadura hacia el mar o canales tranquilos del humedal, donde cazan peces pequeños al atardecer.
5. Scolopacidae (16 especies), Familia de playeritos, chorlos y zarapitos. En El Paraíso, estas aves utilizan las orillas fangosas o zonas intermareales como estaciones de paso

durante sus rutas migratorias, especialmente en los meses de verano. Se alimentan sondeando el barro con sus picos largos.

6. Rallidae (6 especies), Compuesta por pollas de agua y rascones, estas aves habitan los sectores más densos de vegetación emergente, como totorales y cañaverales. Son especies crípticas, que se movilizan entre la vegetación palustre y se alimentan de semillas, insectos y materia vegetal.
7. Ardeidae (12 especies), Esta familia agrupa garzas y martinetes. Son comunes en todo el humedal, desde los cuerpos de agua abiertos hasta los márgenes vegetados. Se alimentan principalmente de peces, anfibios y crustáceos. Son altamente visibles por su hábito de caza paciente y su vuelo lento.
8. Pelecanidae (2 especies), Los pelícanos son visitantes frecuentes de las zonas costeras del humedal, especialmente en las lagunas más cercanas al mar. Vuelan en grupos, pescan en aguas abiertas y descansan sobre rocas o estructuras artificiales.
9. Phalacrocoracidae (2 especies), Familia de cormoranes, que suelen bucear para capturar peces. En El Paraíso se observan posados en rocas o ramas secas con las alas extendidas para secarse tras la pesca.
10. Sulidae (5 especies), Aves marinas como el piquero, observables principalmente en zonas rocosas o costeras del humedal. Su presencia suele ser estacional y relacionada con la disponibilidad de cardúmenes marinos en las cercanías.



**Tabla 3.** Distribución taxonómica de las familias de las especies observadas en el Humedal Paraíso, aves de hábitat terrestre o ribereño.

| <b>Familia</b>    | <b>Nº Especies</b> | <b>Hábitat Principal</b>       |
|-------------------|--------------------|--------------------------------|
| Anatidae          | 3                  | Acuático (dulceacuícola)       |
| Laridae           | 42                 | Acuático marino/costero        |
| Recurvirostridae  | 3                  | Acuático (humedales)           |
| Rynchopidae       | 3                  | Acuático (ríos/costas)         |
| Scolopacidae      | 16                 | Acuático (playas, humedales)   |
| Rallidae          | 6                  | Acuático (pantanos, totorales) |
| Ardeidae          | 12                 | Acuático (bofedales, riberas)  |
| Pelecanidae       | 2                  | Acuático marino                |
| Phalacrocoracidae | 2                  | Acuático marino/lagunar        |
| Sulidae           | 5                  | Acuático marino                |

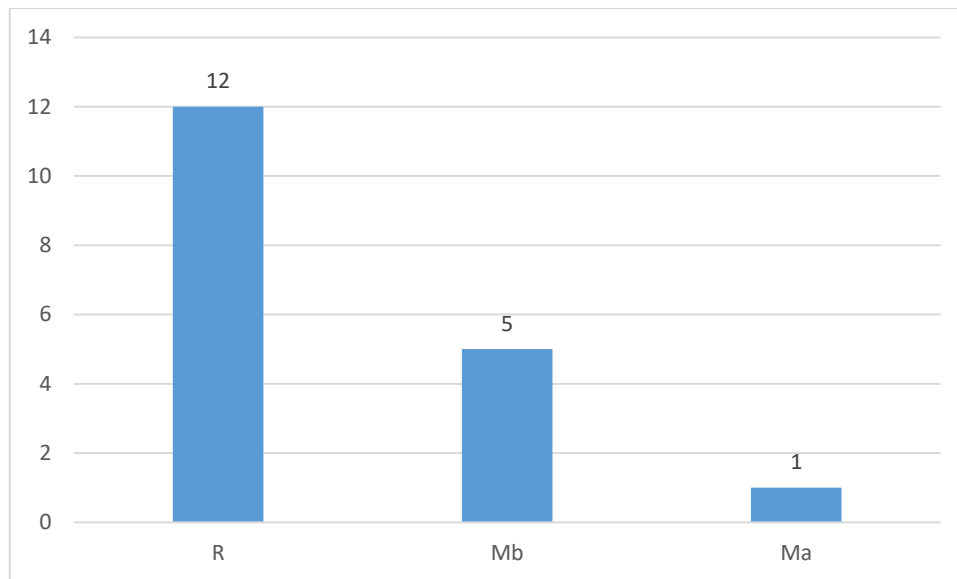
**Nota:** Elaboración propia

Aunque El Paraíso es un humedal costero, su complejidad ecológica incluye también ambientes terrestres y de borde que permiten la presencia de aves que no dependen directamente del agua. Estas especies utilizan los sectores adyacentes a las lagunas, totorales, playas de arena, suelos salinos, pastizales y hasta zonas agrícolas cercanas.

1. Cathartidae (20 especies), Familia de los buitres del Nuevo Mundo. En El Paraíso se observa principalmente el Gallinazo cabeza negra (*Coragyps atratus*) y el Gallinazo de cabeza roja (*Cathartes aura*), carroñeros que sobrevuelan el área buscando animales muertos. Se posan en postes, dunas o áreas elevadas cercanas al humedal.
2. Burhinidae (5 especies), Aves terrestres de hábitos crepusculares, como el alcaraván, que prefieren suelos áridos, playas secas o salitrales con escasa vegetación. En El Paraíso pueden encontrarse en sectores despejados, especialmente cerca de la playa o bordes arenosos.
3. Columbidae (25 especies), Incluye palomas y tortolitas. Estas aves se adaptan a ambientes urbanos, agrícolas y ribereños. En el entorno de El Paraíso pueden

observarse alimentándose de semillas en zonas de cultivo o pastizales y usando estructuras humanas para posarse o nidificar.

4. Cuculidae (5 especies), Abarca a los cuculíes y correcaminos. En el humedal esta familia puede estar representada por especies que se mueven entre arbustos, bordes de caminos o sectores con vegetación baja, alimentándose de insectos y pequeños invertebrados.
5. Passeridae (3 especies), Familia introducida representada por el gorrión común (*Passer domesticus*), muy adaptable a ambientes urbanos y rurales. En El Paraíso se asocia a zonas con influencia humana, como casetas de vigilancia, cercas o áreas con cultivos.
6. Thraupidae (2 especies), Incluye especies como los tangaras y fruteros, observables en matorrales o arbustos dispersos en el borde del humedal. Se alimentan de frutos, semillas e insectos.
7. Troglodytidae (3 especies), Los cucaracheros o ratonas son aves pequeñas que habitan zonas con matorrales densos y vegetación baja. En El Paraíso pueden hallarse en sectores secos o en bordes de los totorales, donde emiten cantos característicos.
8. Strigidae (3 especies), Familia de los búhos. Aunque mayormente nocturnos y difíciles de detectar, pueden usar los árboles cercanos al humedal o estructuras abandonadas como refugio. Controlan poblaciones de roedores y pequeños vertebrados.



**Figura 2.** Distribución de las familias de las especies según la categoría R: Especies residentes; Mb: Migratorias boreales; Ma: Migratorias australes y An: Migratorias altoandinas.

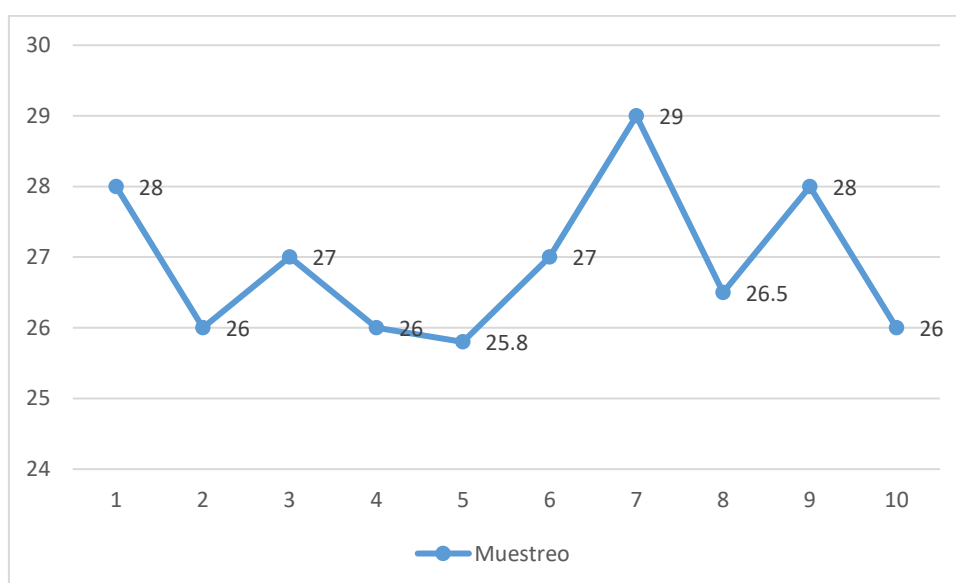
La figura representa la distribución de familias de aves registradas en el humedal El Paraíso, clasificadas según su condición de residencia o migración. Se identificaron tres categorías: especies residentes (R), migratorias boreales (Mb) y migratorias australes (Ma). La mayor proporción corresponde a las familias residentes, con un total de doce, lo cual indica que este humedal mantiene condiciones ecológicas estables a lo largo del año que permiten sostener poblaciones permanentes. Estas especies utilizan el ecosistema como sitio de alimentación, refugio y reproducción, constituyendo la base estructural y funcional del ensamblaje avifaunístico local.

Por otro lado, cinco familias fueron clasificadas como migratorias boreales. Estas aves arriban al humedal principalmente entre los meses de septiembre y abril, utilizando el área como un sitio de descanso, alimentación o tránsito durante sus desplazamientos desde el hemisferio norte. Esta dinámica resalta la importancia de El Paraíso como un punto estratégico en la ruta migratoria del Pacífico, aportando valor internacional al sitio como

área clave para la conservación de aves migratorias. Finalmente, se registró una familia correspondiente a aves migratorias australes, aquellas que se desplazan desde el sur del continente, principalmente durante la temporada invernal austral. Aunque en menor proporción, su presencia reafirma el rol del humedal como espacio funcional para distintos flujos migratorios a nivel continental.

En conjunto, la composición observada evidencia que el humedal El Paraíso no solo alberga una diversidad significativa de especies residentes, sino que también cumple un papel fundamental como hábitat temporal y estacional para aves migratorias. Esta condición refuerza la necesidad de proteger y gestionar adecuadamente este ecosistema, tanto por su valor ecológico local como por su importancia en redes migratorias de escala hemisférica.

#### **Parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua del humedal el Paraíso.**



**Figura 3.** Muestreo de temperatura en el Humedal El Paraíso

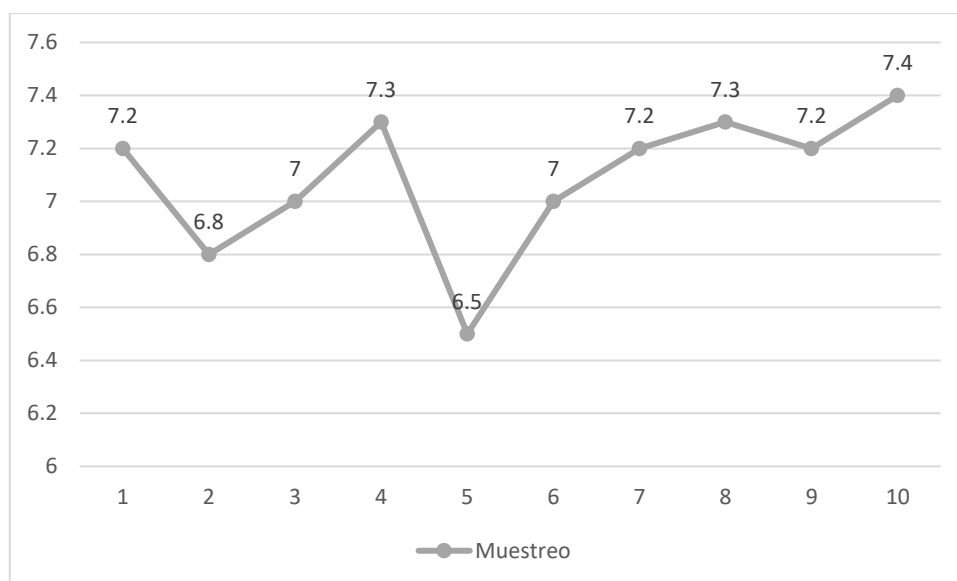
El gráfico muestra la variación de la temperatura superficial del agua en diez puntos de muestreo dentro del ecosistema acuático evaluado. Los valores registrados oscilan entre 25.8 °C y 29 °C, evidenciando una distribución relativamente homogénea, con ligeras

fluctuaciones que pueden atribuirse a diferencias en la exposición solar, profundidad, cobertura vegetal ribereña o circulación interna del cuerpo de agua.

El punto de muestreo 7 presenta la temperatura más alta con 29 °C, lo cual podría estar asociado a zonas de poca profundidad, baja cobertura vegetal o mínima renovación del agua, condiciones que favorecen la acumulación de calor solar. En contraste, el valor más bajo se registró en el punto 5, con 25.8 °C, posiblemente influenciado por la entrada de aguas subterráneas, mayor cobertura vegetal o zonas con mayor dinámica hidrológica.

La temperatura es un parámetro físico de gran relevancia ecológica, ya que influye directamente en la solubilidad del oxígeno, la tasa metabólica de los organismos acuáticos, la actividad bacteriana y los procesos de descomposición. Cambios abruptos o sostenidos en la temperatura pueden alterar la distribución de especies sensibles, favorecer organismos oportunistas y modificar la estructura de la comunidad acuática.

En general, las temperaturas observadas se encuentran dentro de rangos típicos para ecosistemas costeros subtropicales en temporada cálida, sin indicios de alteración térmica grave. No obstante, se recomienda realizar monitoreos estacionales, ya que las variaciones térmicas pueden ser más marcadas durante periodos de sequía prolongada o bajo influencia antrópica (por ejemplo, vertimientos térmicos o desvíos de caudales).



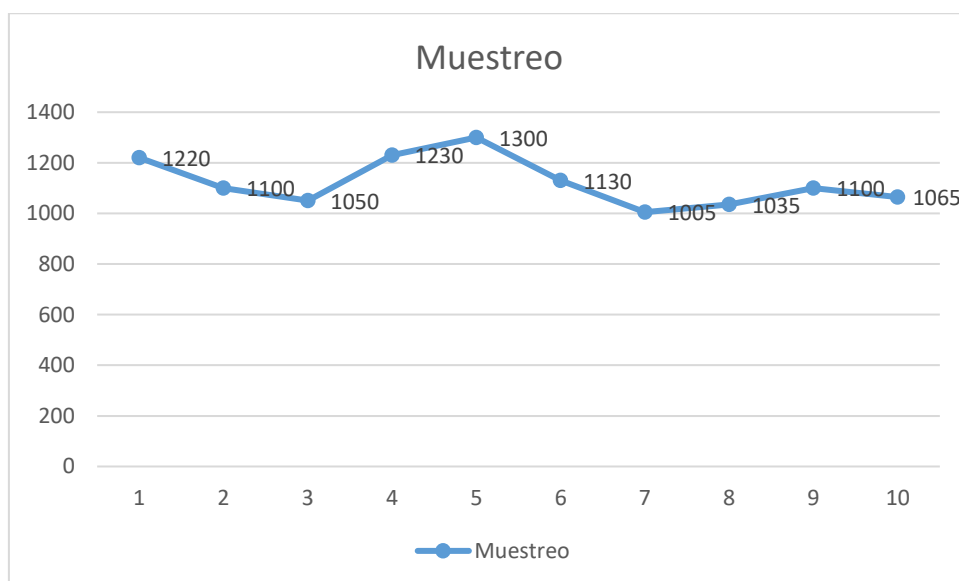
**Figura 4.** Comparación del parámetro de potencial de hidrogeno en el Humedal El Paraíso.

La figura muestra la variación del potencial de hidrógeno (pH) en diez puntos de muestreo dentro del área de estudio, comparando los valores obtenidos en campo con los límites establecidos por los Estándares de Calidad Ambiental (ECA-agua) vigentes según el Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM, específicamente para la categoría 3 (Conservación del ambiente acuático), que establece un rango permitido entre 6.5 como valor mínimo y 9.0 como valor máximo. En todos los puntos de muestreo, los valores de pH se mantuvieron dentro de este rango normativo, evidenciando condiciones de neutralidad y una ligera tendencia hacia la alcalinidad en algunos sectores.

El valor más bajo registrado fue de 6.5 en el punto de muestreo 5, coincidiendo exactamente con el umbral mínimo permitido por la normativa, lo cual indica una condición límite que podría ser indicativa de influencia de materia orgánica en descomposición, procesos de reducción o afloramientos de aguas subterráneas con menor oxigenación. Por otro lado, el valor más alto fue de 7.4 en el punto 10, muy por debajo del límite superior del ECA, lo cual sugiere que no existe evidencia de procesos de alcalinización excesiva, como

los que podrían ser inducidos por proliferación de algas o vertimientos con detergentes o residuos industriales.

En términos generales, el comportamiento del pH a lo largo de los puntos evaluados muestra estabilidad relativa, con oscilaciones suaves entre 6.5 y 7.4, propias de ecosistemas acuáticos con cierta capacidad de amortiguamiento natural. Esta estabilidad sugiere que, al momento del muestreo, el cuerpo de agua no presentaba impactos significativos de tipo ácido o básico, siendo compatible con las condiciones requeridas para la vida acuática. No obstante, se recomienda realizar evaluaciones periódicas para detectar posibles fluctuaciones estacionales que puedan alterar esta condición, especialmente durante la época seca o en escenarios de mayor presión antrópica.



**Figura 5.** Comparación del parámetro de conductividad eléctrica en el Humedal El Paraíso.

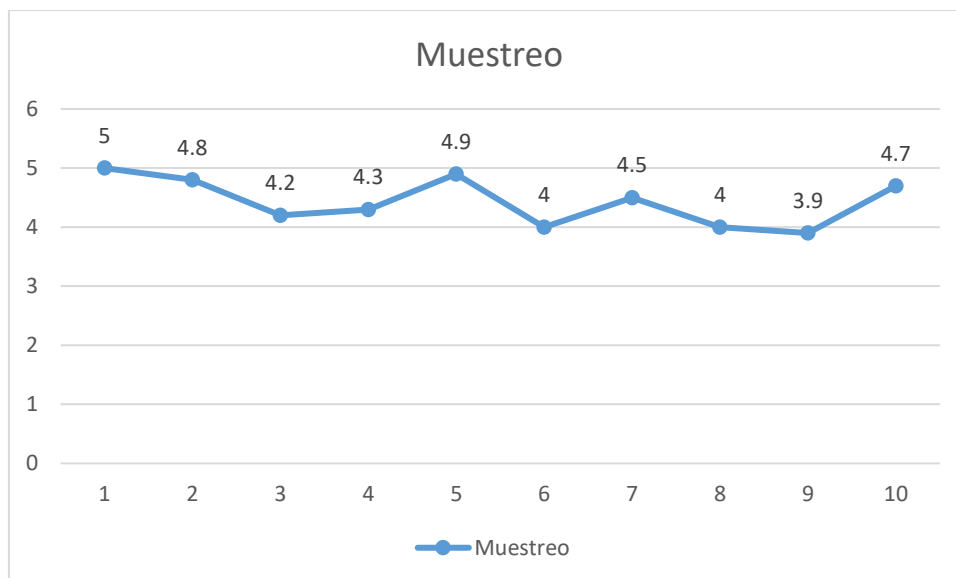
La figura muestra los valores de conductividad eléctrica (CE) registrados en diez puntos de muestreo del cuerpo de agua evaluado, comparados con el valor máximo permitido según los Estándares de Calidad Ambiental para agua (ECA 2017) establecidos por el

Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM para la categoría 3 (conservación del ambiente acuático), cuyo límite referencial es de 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . En todos los puntos monitoreados, se observa que los valores de CE exceden dicho límite, con registros que varían entre 1005 y 1300  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , evidenciando una condición constante de sobresaturación de sales disueltas en el agua.

El valor más elevado fue registrado en el punto 5 con 1300  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , mientras que el punto 7 presentó el valor más bajo (1005  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), el cual, si bien se aproxima al valor límite permitido, aún lo sobrepasa. Esta condición sugiere la existencia de fuentes continuas de aporte de solutos iónicos, tales como infiltraciones salinas, escorrentía agrícola, vertimientos domésticos o presencia natural de sales en el sustrato. La estabilidad de los valores por encima del ECA indica que el ecosistema presenta un grado de alteración fisicoquímica que podría afectar a largo plazo la biodiversidad acuática, especialmente a los organismos más sensibles a cambios osmóticos.

La conductividad eléctrica es un indicador indirecto de la concentración total de iones disueltos como cloruros, nitratos, sodio, calcio y magnesio, entre otros. Niveles elevados no solo afectan los procesos fisiológicos de la biota acuática, sino que también pueden alterar la composición de las comunidades ecológicas, favorecer especies tolerantes y limitar la funcionalidad ecosistémica. En este contexto, los resultados evidencian que el cuerpo de agua evaluado se encuentra fuera de los parámetros adecuados para su función ecológica natural, lo cual requiere acciones de monitoreo continuo, identificación de fuentes de ingreso de solutos y, de ser necesario, la implementación de estrategias de mitigación o restauración ambiental.





**Figura 6.** Comparación del parámetro de oxígeno disuelto en el Humedal El Paraíso.

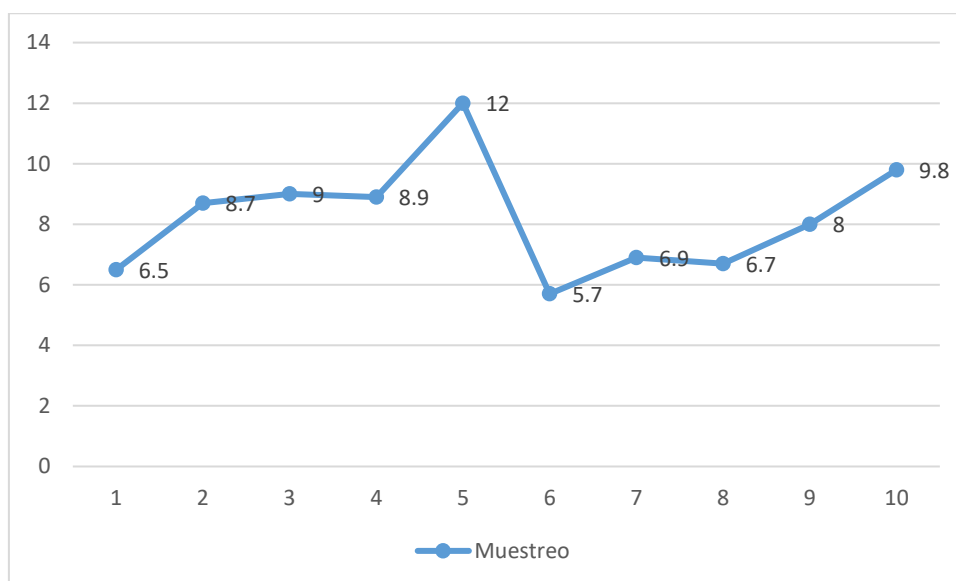
La figura muestra la concentración de oxígeno disuelto (OD) en diez puntos de muestreo, en comparación con el valor mínimo establecido por los Estándares de Calidad Ambiental para agua (ECA 2017) según el Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM para la categoría 3, destinada a la conservación del ambiente acuático. Según esta normativa, el valor mínimo permitido de OD es de 5.0 mg/L, el cual representa el umbral básico necesario para mantener procesos metabólicos y respiratorios en organismos acuáticos sensibles.

Los resultados del monitoreo revelan que todos los puntos evaluados se encuentran por debajo del valor normativo, con concentraciones que oscilan entre 3.9 mg/L y 5.0 mg/L. El punto 1 es el único que alcanza el valor exacto del estándar (5.0 mg/L), mientras que el punto 9 presenta el nivel más bajo (3.9 mg/L), evidenciando un estado de hipoxia moderada, que podría afectar el comportamiento, la reproducción y la supervivencia de peces, macroinvertebrados y otros organismos dependientes del oxígeno disuelto.

Estas concentraciones subóptimas podrían estar relacionadas con procesos de eutrofización, acumulación de materia orgánica, escasa renovación del agua o

contaminación por vertimientos domésticos o agrícolas. La presencia constante de niveles de OD por debajo del ECA indica una situación crítica que compromete la integridad ecológica del ecosistema acuático, reduciendo la diversidad biológica y favoreciendo especies más tolerantes a condiciones anóxicas o contaminadas.

En consecuencia, se recomienda implementar acciones de manejo orientadas a mejorar la oxigenación del cuerpo de agua, como la reducción de cargas orgánicas externas, control del ingreso de nutrientes y monitoreo de la dinámica hidrológica del sistema. Además, es fundamental realizar evaluaciones complementarias como demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y clorofila-a para confirmar la posible influencia de procesos eutróficos en la disminución del oxígeno disuelto.



**Figura 7.** Comparación del parámetro de sólidos totales en suspensión en el Humedal El Paraíso.

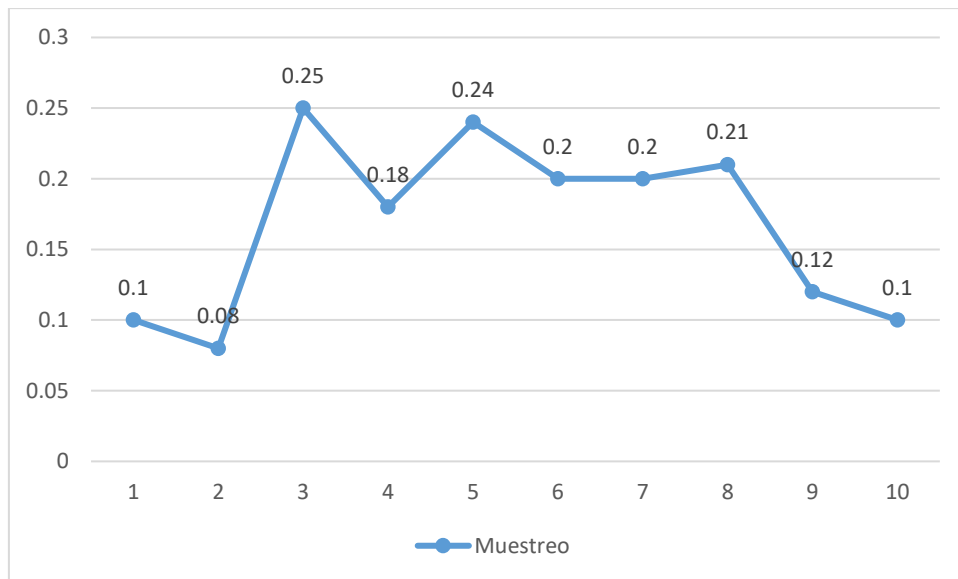
La figura muestra la concentración de sólidos totales en suspensión (STS) en diez puntos de muestreo, comparados con el valor máximo establecido por los Estándares de Calidad Ambiental para agua (ECA 2017), según el Decreto Supremo N.º 004-2017-

MINAM para la categoría 3, destinada a la conservación del ambiente acuático. El límite normativo para este parámetro es de 25 mg/L, considerado como umbral aceptable para evitar alteraciones en la turbidez, interferencia en la fotosíntesis acuática y acumulación de sedimentos que afecten a las especies bentónicas.

Los resultados obtenidos muestran que todos los puntos evaluados se encuentran por debajo del valor máximo permitido, con concentraciones que oscilan entre 5.7 y 12 mg/L. El valor más elevado se registró en el punto 5 con 12 mg/L, mientras que el punto 6 presentó la concentración más baja (5.7 mg/L). Esta distribución evidencia que el cuerpo de agua monitoreado presenta una baja carga de partículas suspendidas, lo que es favorable para la penetración de la luz y la estabilidad del hábitat acuático, permitiendo el desarrollo de procesos ecológicos como la fotosíntesis y la alimentación de especies filtradoras.

Desde una perspectiva ecológica, la concentración de sólidos suspendidos se relaciona con la erosión de suelos, el arrastre superficial y las descargas puntuales o difusas. Valores moderadamente bajos, como los observados en este estudio, pueden deberse a la ausencia de actividades extractivas, buen manejo de coberturas vegetales y escasa intervención antrópica directa. Además, este comportamiento contribuye a mantener condiciones óptimas para organismos como macroinvertebrados, peces y fitoplancton, cuya funcionalidad se ve afectada cuando las partículas suspendidas son excesivas.

En resumen, los niveles de sólidos totales en suspensión registrados en el presente monitoreo se encuentran dentro de los márgenes permitidos por la normativa ambiental y reflejan una condición favorable para la conservación del ecosistema acuático. Se recomienda continuar con el monitoreo periódico de este parámetro, especialmente durante temporadas de lluvias o eventos de crecida, donde la resuspensión de sedimentos puede modificar esta condición.



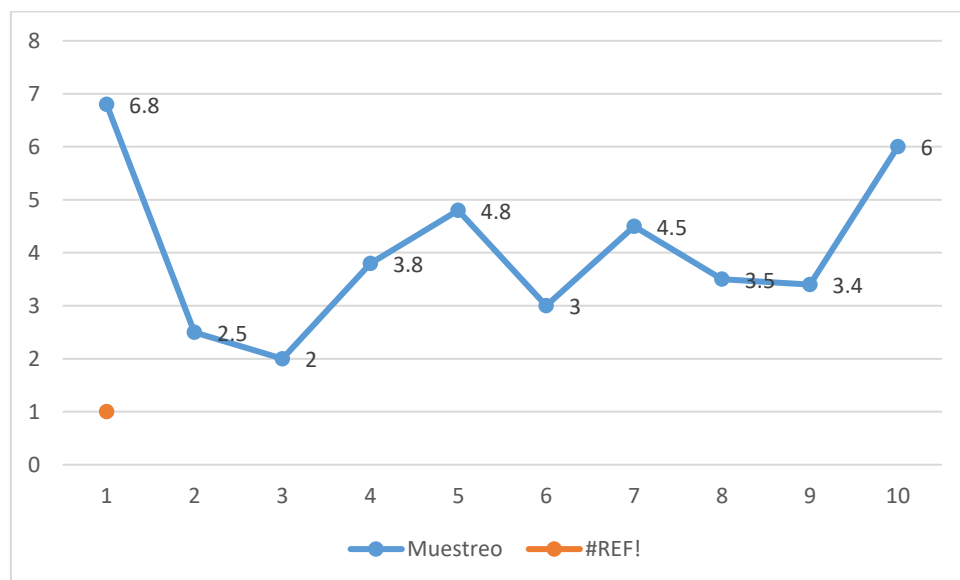
**Figura 8.** Comparación del parámetro fósforo total en el Humedal El Paraíso.

La figura ilustra los valores de fósforo total obtenidos en diez puntos de muestreo dentro del ecosistema acuático evaluado, comparados con el valor de referencia establecido por los Estándares de Calidad Ambiental para agua (ECA 2017), en su categoría 3, correspondiente a la conservación del ambiente acuático. Según esta normativa, el límite máximo permitido para fósforo total es de 0.05 mg/L, valor que busca evitar procesos de eutrofización y alteraciones en el equilibrio trófico de los ecosistemas acuáticos naturales.

En todos los puntos de muestreo, los valores observados superan ampliamente el umbral normativo, con concentraciones que oscilan entre 0.08 y 0.25 mg/L. El punto 3 presenta la concentración más alta con 0.25 mg/L, seguido por el punto 5 con 0.24 mg/L, mientras que el punto 2 muestra el valor más bajo (0.08 mg/L), que aun así excede lo permitido por la normativa. Este patrón indica una presencia significativa de nutrientes fosforados, probablemente originados por fuentes externas como escorrentías agrícolas ricas en fertilizantes, descargas domésticas no tratadas, o acumulación de materia orgánica en descomposición.

El fósforo total, al ser un nutriente limitante en sistemas acuáticos, puede inducir procesos de eutrofización cuando se encuentra en exceso, favoreciendo el crecimiento descontrolado de algas y macrófitas. Esto puede generar disminuciones en los niveles de oxígeno disuelto, alterar la transparencia del agua, e impactar negativamente sobre la fauna acuática sensible, especialmente en ambientes de baja renovación hídrica.

En términos ecológicos, los resultados obtenidos evidencian que el ecosistema presenta un riesgo elevado de alteración trófica, situación que requiere medidas urgentes de control de fuentes contaminantes y restauración. Se recomienda complementar estos datos con indicadores biológicos (como la concentración de clorofila-a o el índice de estado trófico), así como implementar monitoreos frecuentes y estrategias de gestión integradas orientadas a la reducción de nutrientes, especialmente en periodos de lluvias o de alta carga agrícola.



**Figura 9.** Comparación del parámetro nitrógeno total en el Humedal El Paraíso

La figura nos muestra las concentraciones de nitrógeno total en diez puntos de muestreo, en comparación con el valor referencial establecido por los Estándares de Calidad

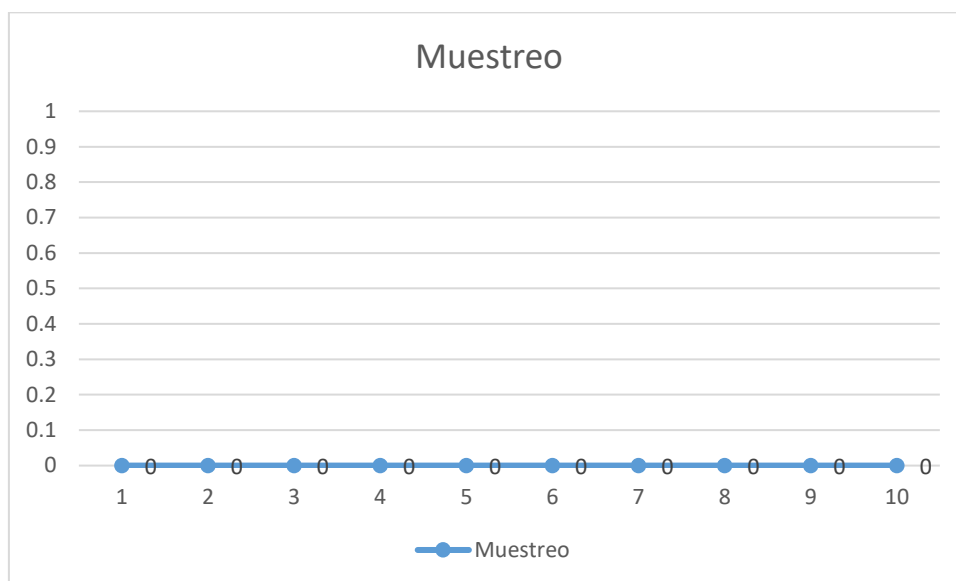
Ambiental para agua (ECA 2017), específicamente para la categoría 3, correspondiente a la conservación del ambiente acuático. Según esta normativa, el límite máximo permitido para nitrógeno total es de 0.3 mg/L, valor que busca prevenir fenómenos de eutrofización y proteger la integridad de los ecosistemas acuáticos naturales.

Los resultados obtenidos evidencian que todas las concentraciones medidas en campo superan ampliamente el valor normativo, con registros que oscilan entre 2.0 y 6.8 mg/L. El punto 1 presenta la concentración más alta (6.8 mg/L), mientras que el punto 3 muestra el valor más bajo (2.0 mg/L), superando en más de seis veces el límite establecido por el ECA. Estos resultados indican una carga crítica de compuestos nitrogenados, que muy probablemente provienen de fuentes difusas como escorrentía agrícola con fertilizantes nitrogenados, aguas residuales domésticas no tratadas, o actividad ganadera en las cercanías del cuerpo de agua.

Desde una perspectiva ecológica, el nitrógeno total agrupa diferentes formas del nutriente (amonio, nitrato y nitrito), las cuales, en concentraciones elevadas, favorecen procesos de eutrofización. Esto puede provocar proliferaciones algales masivas, disminución del oxígeno disuelto, afectación de organismos sensibles y desequilibrios en la estructura de la comunidad acuática. El patrón observado en el gráfico sugiere que la condición trófica del ecosistema se encuentra comprometida y que existe un riesgo considerable para la biodiversidad local.

Ante este panorama, se recomienda realizar acciones urgentes de control de fuentes de nitrógeno, priorizando la gestión de residuos orgánicos, mejora del tratamiento de aguas residuales y regulación del uso de fertilizantes. Asimismo, sería conveniente implementar monitoreos frecuentes y utilizar indicadores complementarios como clorofila-a, oxígeno

disuelto y estado trófico, que permitan una evaluación integral del impacto de la carga de nutrientes sobre el ecosistema.



**Figura 10.** Comparación del parámetro Coliformes termotolerantes en el Humedal El Paraíso.

La figura muestra los resultados del análisis de coliformes termotolerantes en diez puntos de muestreo, comparados con el valor máximo permitido por los Estándares de Calidad Ambiental para agua (ECA 2017), en su categoría 3, la cual establece un límite de 1000 NMP/100 mL (número más probable por cada 100 mililitros de agua). Este parámetro microbiológico es fundamental para evaluar la presencia de contaminación fecal reciente y su posible impacto sobre la salud ecológica y humana.

Los resultados obtenidos revelan que en todos los puntos evaluados el valor fue igual a 0 NMP/100 mL, lo que representa una condición microbiológica óptima y exenta de contaminación fecal detectable al momento del muestreo. Esta ausencia total de coliformes termotolerantes sugiere que el cuerpo de agua no se encuentra influenciado por descargas

directas de aguas residuales domésticas, excretas de animales o infiltración de contaminantes orgánicos recientes.

Desde el punto de vista ecológico, la ausencia de coliformes termotolerantes refuerza la hipótesis de que el ecosistema evaluado mantiene condiciones favorables para la conservación de la biota acuática, ya que este grupo bacteriano suele estar asociado a la presencia de patógenos y a la alteración de la calidad sanitaria del agua. Además, esta condición microbiológica permite inferir que el cuerpo de agua no representa riesgo sanitario inmediato para la fauna silvestre que entra en contacto con él, y es un indicador de bajo impacto antrópico directo. No obstante, es importante señalar que este resultado corresponde a una condición puntual en el tiempo, por lo que se recomienda mantener un programa de monitoreo microbiológico constante, especialmente durante épocas de lluvia o eventos que puedan favorecer el arrastre superficial de materia fecal hacia el sistema acuático.

#### **Aplicación de la metodología Battelle Columbus.**

**Tabla 4.** Índice de calidad por parámetro (IQ) evaluado en campo.

| <b>Parámetro</b>           | <b>Valor promedio de campo</b> | <b>IQ asignado</b> | <b>Justificación</b>                     |
|----------------------------|--------------------------------|--------------------|------------------------------------------|
| Oxígeno disuelto           | 4.5 mg/L                       | 70                 | Está entre 4.0–4.9 mg/L                  |
| Nitrógeno total            | 4.5 mg/L                       | 30                 | Mucho más alto que el límite de 0.3 mg/L |
| Fósforo total              | 0.17 mg/L                      | 30                 | Supera el límite de 0.1 mg/L             |
| Coliformes termotolerantes | 0 NMP/100 mL                   | 100                | Sin presencia detectable                 |
| pH                         | 7                              | 100                | Dentro del rango óptimo (6.5–8.5)        |
| Conductividad eléctrica    | 1200 $\mu$ S/cm                | 70                 | Entre 1001–1300 $\mu$ S/cm               |
| Sólidos en suspensión      | 9.0 mg/L                       | 100                | Por debajo de 25 mg/L                    |
| Temperatura                | 27.5 °C                        | 100                | Dentro del rango óptimo (20–28 °C)       |

**Nota:** Elaboración propia



**Tabla 5.** Peso asignado por parámetro (W) que fue evaluado en campo.

| <b>Parámetro</b>           | <b>Peso asignado</b> |
|----------------------------|----------------------|
| Oxígeno disuelto           | 0.2                  |
| Nitrógeno total            | 0.2                  |
| Fósforo total              | 0.15                 |
| Coliformes termotolerantes | 0.1                  |
| pH                         | 0.1                  |
| Conductividad eléctrica    | 0.1                  |
| Sólidos en suspensión      | 0.1                  |
| Temperatura                | 0.05                 |

**Nota:** Elaboración propia

**Tabla 6.** Peso asignado por parámetro (W) que fue evaluado en campo.

| <b>Parámetro</b>           | <b>IQ</b> | <b>Peso</b> | <b>IQ × Peso</b> |
|----------------------------|-----------|-------------|------------------|
| Oxígeno disuelto           | 70        | 0.2         | 14               |
| Nitrógeno total            | 30        | 0.2         | 6                |
| Fósforo total              | 30        | 0.15        | 4.5              |
| Coliformes termotolerantes | 100       | 0.1         | 10               |
| pH                         | 100       | 0.1         | 10               |
| Conductividad eléctrica    | 70        | 0.1         | 7                |
| Sólidos en suspensión      | 100       | 0.1         | 10               |
| Temperatura                | 100       | 0.05        | 5                |
| <b>TOTAL ICA:</b>          |           |             | <b>66.5</b>      |

**Nota:** Elaboración propia

**Tabla 7.** Clasificación de la categoría del valor obtenido del ICA.

| <b>ICA</b> | <b>Categoría de calidad</b> |
|------------|-----------------------------|
| 90–100     | Excelente                   |
| 70–89      | Buena                       |
| 50–69      | Regular                     |
| 25–49      | Pobre                       |
| 0–24       | Muy pobre                   |

**Nota:** Elaboración propia

Las tablas muestran el procedimiento y las puntuaciones individuales (IQ) y sus ponderaciones (pesos) asignadas a ocho parámetros clave evaluados en el humedal El Paraíso, aplicando la metodología Battelle-Columbus con enfoque en conservación ecológica. El análisis se fundamenta en los resultados obtenidos en campo y refleja la influencia relativa de cada parámetro sobre el estado global del ecosistema.

Se observa que los parámetros con mayor peso en la evaluación son el oxígeno disuelto y el nitrógeno total, cada uno con un peso del 20%, debido a su importancia directa en el funcionamiento trófico del humedal y su capacidad de reflejar procesos de eutrofización. El oxígeno disuelto obtuvo una puntuación de 70, indicando una condición subóptima pero aún funcional, mientras que el nitrógeno total recibió una puntuación crítica de 30, lo que señala una concentración excesiva que representa una amenaza directa al equilibrio ecológico.

El fósforo total, también vinculado a procesos eutróficos, recibió una puntuación de 30 y un peso de 15%, lo que refuerza su impacto negativo sobre la calidad del ecosistema. En contraste, parámetros como el pH (100), coliformes termotolerantes (100), sólidos en suspensión (100) y temperatura (100) muestran condiciones óptimas o muy favorables, reflejando una estructura físico-química relativamente estable en aspectos no tróficos.

La conductividad eléctrica, con una puntuación de 70, sugiere una condición de ligera mineralización por encima del valor óptimo, pero aún dentro de rangos ecológicamente tolerables. La distribución de los pesos evidencia una estrategia metodológica que privilegia la evaluación de aquellos parámetros que pueden alterar los procesos biológicos y ecológicos del humedal de forma crítica.

El resultado total del índice,  $ICA = 66.5$ , ubica al humedal dentro de una categoría de calidad ambiental regular, lo cual, desde un enfoque de conservación, debe interpretarse

como una situación de vigilancia prioritaria. Si bien no se evidencia una degradación severa, existen señales claras de presión antrópica sobre el sistema, especialmente por acumulación de nutrientes, que podrían desencadenar procesos de deterioro acelerado si no se toman medidas preventivas.

## 4.2 Contrastación de hipótesis

### Hipótesis específica 1:

H<sub>0</sub>: Mediante la caracterización de la diversidad de la avifauna acuática No se puede determinar la situación actual del humedal el Paraíso Huacho.

H<sub>1</sub>: Mediante la caracterización de la diversidad de la avifauna acuática Si se puede determinar la situación actual del humedal el Paraíso Huacho.

**Tabla 8.** Numero de aves presentes por especie el día de la evaluación de campo.

| Nº | ORDEN                 | FAMILIA          | ESPECIE                       | NOMBRE<br>COMUN     | UNIDADES |
|----|-----------------------|------------------|-------------------------------|---------------------|----------|
| 1  | Anseriformes          | Anatidae         | <i>Anas cyanoptera</i>        | Pato colorado       | 1        |
| 2  |                       |                  | <i>Anas bahamensis</i>        | Pato gargantillo    | 1        |
| 3  |                       |                  | <i>Anas georgica</i>          | Pato jerga          | 1        |
| 4  | Cathartiformes        | Cathartidae      | <i>Cathartes aura</i>         | Gallinazo           | 5        |
| 5  |                       |                  | <i>Coragyps atratus</i>       | cabeza roja         | 15       |
| 6  |                       | Burhinidae       | <i>Burhinus superciliaris</i> | Alcaraván peruano   | 5        |
| 7  | Laridae               |                  | <i>Larus pipixcan</i>         | Gaviota de Franklin | 12       |
| 8  |                       |                  | <i>Larus belcheri</i>         | Gaviota de Belcher  | 16       |
| 9  |                       |                  | <i>Larus dominicanus</i>      | Gaviota dominicana  | 14       |
| 10 | Charadriiformes       | Recurvirostridae | <i>Himantopus mexicanus</i>   | Cigüeñuela          | 3        |
| 11 |                       | Rynchopidae      | <i>Rynchops niger</i>         | Rayador americano   | 3        |
| 12 |                       | Scolopacidae     | <i>Calidris alba</i>          | Playero blanco      | 2        |
| 13 | <i>Calidris mauri</i> |                  | Playero de lomo rojo          | 2                   |          |

|    |                |                   |                                |                 |   |
|----|----------------|-------------------|--------------------------------|-----------------|---|
| 14 |                |                   | <i>Calidris minutilla</i>      | Playero mínimo  | 5 |
|    |                |                   |                                | Andarríos       |   |
| 15 |                |                   | <i>Actitis macularia</i>       | maculado        | 4 |
|    |                |                   |                                | Patiamarillo    |   |
| 16 |                |                   | <i>Tringa melanoleuca</i>      | grande          | 3 |
| 17 |                |                   | <i>Zenaida auriculata</i>      | Tórtola orejuda | 4 |
|    |                |                   |                                | Tórtola         |   |
| 18 |                |                   | <i>Zenaida asiatica</i>        | aliblanca       | 9 |
|    | Columbiformes  | Columbidae        |                                | Paloma          |   |
| 19 |                |                   | <i>Columbia livia</i>          | doméstica       | 5 |
|    |                |                   |                                | Tortolita       |   |
| 20 |                |                   | <i>Columbina cruziana</i>      | peruana         | 7 |
| 21 | Cuculiformes   | Cuculidae         | <i>Crotophaga sulcirostris</i> | Garrapatero ani | 5 |
|    |                |                   |                                | Rascón          |   |
| 22 | Gruiformes     | Rallidae          | <i>Rallus sanguinolentus</i>   | garganta blanca | 1 |
| 23 |                |                   | <i>Gallinula chloropus</i>     | Polla de agua   | 5 |
| 24 |                | Passeridae        | <i>Passer domesticus</i>       | Gorrión común   | 3 |
| 25 | Passeriformes  | Thraupidae        | <i>Volatinia jacarina</i>      | Viudita azul    | 2 |
| 26 |                | Troglodytidae     | <i>Troglodytes aedon</i>       | Ratona común    | 3 |
| 27 |                |                   | <i>Egretta alba</i>            | Garceta grande  | 4 |
| 28 |                | Ardeidae          | <i>Egretta thula</i>           | Garceta nívea   | 3 |
|    | Pelecaniformes |                   |                                | Garcilla        |   |
| 29 |                |                   | <i>Bubulcus ibis</i>           | bueyera         | 5 |
|    |                | Pelecanidae       |                                | Pelecano        |   |
| 30 |                |                   | <i>Pelecanus thagus</i>        | peruano         | 2 |
| 31 | Strigiformes   | Strigidae         | <i>Asio flammeus</i>           | Búho orejudo    | 3 |
|    |                | Phalacrocoracidae | <i>Phalacrocorax</i>           |                 |   |
| 32 | Suliformes     |                   | <i>olivaceus</i>               | Pato cuervo     | 2 |
|    |                | Sulidae           |                                | Piquero         |   |
| 33 |                |                   | <i>Sula variegata</i>          | peruano         | 5 |

**Nota:** Elaboración propia.

La diversidad de avifauna registrada en el humedal El Paraíso constituye un indicador ecológico clave para evaluar la salud y funcionalidad del ecosistema. Las aves acuáticas, por sus exigencias ecológicas específicas, movilidad, sensibilidad a los cambios ambientales y posición en la red trófica, actúan como excelentes bioindicadores de la integridad de los humedales. La presencia de un conjunto amplio de familias, tanto residentes como migratorias, sugiere que el humedal mantiene aún condiciones estructurales y funcionales que permiten el sostenimiento de ciclos vitales diversos, como la alimentación, la reproducción y el descanso migratorio.

La coexistencia de especies de diferentes gremios tróficos (filtradores, ictiófagos, omnívoros, insectívoros), junto con la presencia de aves migratorias boreales y australes, refleja no solo una heterogeneidad de microhábitats, sino también una oferta alimentaria y cobertural relativamente estable. Este patrón indica que, a pesar de ciertas presiones antrópicas o cambios fisicoquímicos identificados en el agua, el humedal aún conserva un grado de resiliencia suficiente para albergar comunidades de aves funcionalmente diversas.

No obstante, la riqueza avifaunística observada no debe ser interpretada como un estado estático de buena salud ecológica. Cambios sutiles o acumulativos en la calidad del agua, la disponibilidad de alimento, o la pérdida de hábitat de anidación pueden generar impactos significativos en la estructura de la comunidad avifaunística, especialmente en aquellas especies especialistas o con requerimientos ecológicos más restringidos. En ese sentido, el monitoreo de la diversidad, abundancia y comportamiento de las aves puede complementar de forma muy eficaz la evaluación de los parámetros físico-químicos del agua, permitiendo una interpretación ecológica más holística del estado del humedal.

En conclusión, la diversidad de avifauna observada en El Paraíso refuerza su importancia como sitio prioritario de conservación, y sugiere que, aunque existen presiones ambientales latentes, aún persiste un nivel funcional que debe ser protegido. La permanencia de esta diversidad dependerá en gran medida de la implementación de medidas de gestión ecosistémica que aseguren la integridad del hábitat, el control de la calidad del agua y la reducción de impactos humanos directos.

Ante todo, lo sustentado nos permite afirmar que mediante la caracterización de la diversidad de la avifauna acuática Si se puede determinar la situación actual del humedal el Paraíso Huacho, por ende se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

### Hipótesis específica 2:

H<sub>0</sub>: Mediante la evaluación de los parámetros físico-químicos y microbiológicos de los cuerpos de agua No se puede determinar la situación actual del humedal el Paraíso Huacho.

H<sub>1</sub>: Mediante la evaluación de los parámetros físico-químicos y microbiológicos de los cuerpos de agua Si se puede determinar la situación actual del humedal el Paraíso Huacho.

**Tabla 9.** Parámetros físico-químicos y microbiológicos evaluados de los 10 puntos de muestreos.

|    | pH  | Temperatura<br>°C | conductividad<br>μS /cm | Oxígeno<br>disuelto<br>mg/L | SST<br>mg/L | Fosforo<br>mg/L | Nitrogeno<br>mg/L | Coliformes<br>termotolerantes<br>NMP/ 100 ml |
|----|-----|-------------------|-------------------------|-----------------------------|-------------|-----------------|-------------------|----------------------------------------------|
| 1  | 7.2 | 28                | 1220                    | 5                           | 6.5         | 0.1             | 6.8               | 0                                            |
| 2  | 6.8 | 26                | 1100                    | 4.8                         | 8.7         | 0.08            | 2.5               | 0                                            |
| 3  | 7   | 27                | 1050                    | 4.2                         | 9           | 0.25            | 2                 | 0                                            |
| 4  | 7.3 | 26                | 1230                    | 4.3                         | 8.9         | 0.18            | 3.8               | 0                                            |
| 5  | 6.5 | 25.8              | 1300                    | 4.9                         | 12          | 0.24            | 4.8               | 0                                            |
| 6  | 7   | 27                | 1130                    | 4                           | 5.7         | 0.2             | 3                 | 0                                            |
| 7  | 7.2 | 29                | 1005                    | 4.5                         | 6.9         | 0.2             | 4.5               | 0                                            |
| 8  | 7.3 | 26.5              | 1035                    | 4                           | 6.7         | 0.21            | 3.5               | 0                                            |
| 9  | 7.2 | 28                | 1100                    | 3.9                         | 8           | 0.12            | 3.4               | 0                                            |
| 10 | 7.4 | 26                | 1065                    | 4.7                         | 9.8         | 0.1             | 6                 | 0                                            |

**Nota:** Elaboración propia.

La evaluación de la calidad del agua mediante parámetros físicoquímicos, microbiológicos y nutricionales permitió caracterizar de manera integral el estado del ecosistema acuático estudiado. A continuación, se presenta la interpretación de los principales indicadores obtenidos en campo y contrastados, cuando corresponde, con los Estándares de Calidad Ambiental para agua (ECA 2017) en su categoría 3 (conservación del ambiente acuático), según el Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM.

El potencial de hidrógeno (pH) presentó valores comprendidos entre 6.5 y 7.4 en los diez puntos de muestreo, manteniéndose en todo momento dentro del rango permitido por el

ECA (6.5 a 9.0). Esta estabilidad indica una condición levemente alcalina y adecuada para el desarrollo de comunidades biológicas sensibles. No se evidencian procesos de acidificación ni alcalinización excesiva, lo cual sugiere un buen amortiguamiento químico del ecosistema.

En cuanto a la conductividad eléctrica, los valores oscilaron entre 1050 y 1300  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , superando el límite máximo establecido por el ECA (1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) en todos los puntos de evaluación. Estos niveles elevados indican una carga significativa de sales disueltas, posiblemente relacionadas con escorrentía agrícola, intrusión marina o residuos domésticos. Esta condición representa una alteración del equilibrio iónico del ecosistema, afectando potencialmente la fisiología de la biota acuática más sensible.

El parámetro oxígeno disuelto (OD) reveló una situación crítica, con valores entre 3.9 y 5.0 mg/L. Solo un punto cumplió con el valor mínimo exigido por el ECA (5.0 mg/L), mientras que el resto presentó concentraciones por debajo del umbral. Esta deficiencia sugiere procesos de hipoxia que pueden estar asociados a altas cargas orgánicas, escasa renovación del agua o proliferación de algas, afectando negativamente la respiración de organismos acuáticos y el balance ecológico general.

Respecto a los sólidos totales en suspensión (STS), los valores obtenidos estuvieron entre 5.7 y 12 mg/L, significativamente por debajo del valor límite del ECA (25 mg/L). Esta condición refleja una baja turbidez y buena penetración de la luz en el cuerpo de agua, lo cual favorece los procesos fotosintéticos y la estabilidad de los hábitats bentónicos. Se considera un indicador positivo del estado físico del ecosistema.

En cuanto al fósforo total, todas las mediciones excedieron el valor normativo (0.05 mg/L), con concentraciones que oscilaron entre 0.08 y 0.25 mg/L. Este enriquecimiento de nutrientes plantea un riesgo de eutrofización, al promover el crecimiento desproporcionado



de algas y macrófitas, lo que puede derivar en desequilibrios tróficos y disminución del oxígeno disuelto.

El análisis de nitrógeno total evidenció un patrón similar, con valores muy por encima del límite establecido (0.3 mg/L), registrando concentraciones entre 2.0 y 6.8 mg/L. La combinación de fósforo y nitrógeno en exceso es característica de ecosistemas sometidos a presión antrópica, y puede derivar en estados avanzados de eutrofización si no se controla adecuadamente la carga de nutrientes.

El parámetro temperatura mostró valores entre 25.8 °C y 29 °C, sin presentar anomalías térmicas graves. Las variaciones observadas pueden explicarse por factores locales como profundidad, exposición solar, vegetación circundante o dinámica hidrológica. Estos valores son compatibles con ecosistemas costeros en época cálida y no representan, por sí solos, un riesgo ecológico inmediato.

Finalmente, los resultados del análisis de coliformes termotolerantes fueron óptimos, con valores iguales a 0 NMP/100 mL en todos los puntos evaluados. Esta condición indica la ausencia de contaminación fecal reciente y sugiere un bajo nivel de impacto por vertimientos orgánicos, constituyendo un indicador positivo de sanidad ambiental del ecosistema acuático.

A partir de estos análisis de los parámetros de calidad del agua evaluados, el humedal El Paraíso presenta un escenario mixto con indicios de resiliencia ecológica, pero también señales de alerta que, de no ser atendidas, podrían comprometer su funcionalidad a mediano y largo plazo. La presencia de una comunidad avifaunística diversa, un pH estable y una baja turbidez reflejan condiciones estructurales favorables para la vida acuática. Asimismo, la ausencia de coliformes termotolerantes sugiere que, al momento del muestreo, no existía contaminación fecal activa, lo que refuerza la calidad sanitaria del ecosistema.

Sin embargo, el exceso de nutrientes, particularmente nitrógeno y fósforo, junto con los bajos niveles de oxígeno disuelto, señalan un proceso incipiente de eutrofización. Esta condición podría intensificarse en los próximos años si no se controlan adecuadamente las fuentes de carga orgánica y de nutrientes, como las escorrentías agrícolas, residuos domésticos o actividades ganaderas cercanas. De continuar esta tendencia, se incrementaría el riesgo de floraciones algales, disminución del oxígeno, pérdida de biodiversidad y cambios en la estructura trófica del humedal.

En un escenario de inacción, el humedal podría evolucionar hacia un estado de desequilibrio ecológico, con efectos en cascada sobre la fauna acuática, las aves migratorias y los servicios ecosistémicos que actualmente provee, como la regulación hídrica, la retención de sedimentos y la oferta de hábitat para especies protegidas. Por el contrario, si se implementan estrategias de gestión integrada del territorio, monitoreo continuo y control de cargas contaminantes, el humedal El Paraíso tiene el potencial de mantenerse como un ecosistema clave para la conservación en la costa central del Perú, siendo refugio de biodiversidad y componente esencial de la red de humedales del litoral pacífico.

En base a todo lo sustentado nos permite afirmar que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, la cual sostiene que Mediante la evaluación de los parámetros físico-químicos y microbiológicos de los cuerpos de agua Si se puede determinar la situación actual del humedal el Paraíso Huacho.

### **Hipótesis específica 3:**

H<sub>0</sub>: Mediante el cálculo de la calidad ambiental a través de la metodología de Batelle-Columbus No se puede determinar la situación actual del humedal el Paraíso Huacho.

H<sub>1</sub>: Mediante el cálculo de la calidad ambiental a través de la metodología de Batelle-Columbus Si se puede determinar la situación actual del humedal el Paraíso Huacho.

**Tabla 10.** Valores obtenidos de la ponderación realizada en la metodología Batelle-Columbus

| <b>Parámetro</b>           | <b>Valor</b> | <b>Peso</b> | <b>IQ</b> | <b>IQ x Peso</b> |
|----------------------------|--------------|-------------|-----------|------------------|
| Oxígeno disuelto           | 4.5          | 0.2         | 70        | 14               |
| Nitrógeno total            | 4.5          | 0.2         | 30        | 6                |
| Fosforo total              | 0.17         | 0.15        | 30        | 4.5              |
| Coliformes termotolerantes | 0            | 0.1         | 100       | 10               |
| pH                         | 7            | 0.1         | 100       | 10               |
| Conductividad eléctrica    | 1200         | 0.1         | 70        | 7                |
| Solidos en suspensión      | 9            | 0.1         | 100       | 10               |
| Temperatura                | 27.5         | 0.05        | 100       | 5                |
| <b>TOTAL</b>               |              |             |           | <b>66.5</b>      |

**Nota:** Elaboración propia.

La tabla muestra las puntuaciones individuales (IQ) y sus ponderaciones (pesos) asignadas a ocho parámetros clave evaluados en el humedal El Paraíso, aplicando la metodología Battelle-Columbus con enfoque en conservación ecológica. El análisis se fundamenta en los resultados obtenidos en campo y refleja la influencia relativa de cada parámetro sobre el estado global del ecosistema.

Se observa que los parámetros con mayor peso en la evaluación son el oxígeno disuelto y el nitrógeno total, cada uno con un peso del 20%, debido a su importancia directa en el funcionamiento trófico del humedal y su capacidad de reflejar procesos de eutrofización. El oxígeno disuelto obtuvo una puntuación de 70, indicando una condición subóptima pero aún funcional, mientras que el nitrógeno total recibió una puntuación crítica de 30, lo que señala una concentración excesiva que representa una amenaza directa al equilibrio ecológico.

El fósforo total, también vinculado a procesos eutróficos, recibió una puntuación de 30 y un peso de 15%, lo que refuerza su impacto negativo sobre la calidad del ecosistema. En contraste, parámetros como el pH (100), coliformes termotolerantes (100), sólidos en

suspensión (100) y temperatura (100) muestran condiciones óptimas o muy favorables, reflejando una estructura físico-química relativamente estable en aspectos no tróficos.

La conductividad eléctrica, con una puntuación de 70, sugiere una condición de ligera mineralización por encima del valor óptimo, pero aún dentro de rangos ecológicamente tolerables. La distribución de los pesos evidencia una estrategia metodológica que privilegia la evaluación de aquellos parámetros que pueden alterar los procesos biológicos y ecológicos del humedal de forma crítica.

El resultado total del índice,  $ICA = 66.5$ , ubica al humedal dentro de una categoría de calidad ambiental regular, lo cual, desde un enfoque de conservación, debe interpretarse como una situación de vigilancia prioritaria. Si bien no se evidencia una degradación severa, existen señales claras de presión antrópica sobre el sistema, especialmente por acumulación de nutrientes, que podrían desencadenar procesos de deterioro acelerado si no se toman medidas preventivas.

### **Hipótesis General**

$H_0$ : Mediante la evaluación de la Calidad Ambiental de la diversidad de avifauna acuática No se puede determinar el estado del humedal el Paraíso, Huacho - 2024

$H_1$ : Mediante la evaluación de la Calidad Ambiental de la diversidad de avifauna acuática Si se puede determinar el estado del humedal el Paraíso, Huacho - 2024

La evaluación integrada realizada en el humedal El Paraíso demuestra que es posible determinar el estado ambiental de un ecosistema costero mediante un enfoque multidimensional, combinando tres líneas complementarias de análisis: (1) la diversidad de avifauna acuática, (2) los parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua, y (3) la aplicación del Índice de Calidad Ambiental (ICA) bajo la metodología Battelle-Columbus.

La diversidad de aves acuáticas actúa como bioindicador funcional de la salud del humedal. Su presencia, abundancia y riqueza taxonómica reflejan la disponibilidad de hábitats, alimento, agua de calidad y estabilidad ecológica. En el caso de El Paraíso, la coexistencia de especies residentes, migratorias boreales y australes indica una estructura trófica aún operativa, aunque su sostenibilidad dependerá del mantenimiento de condiciones ambientales adecuadas.

En segundo lugar, los parámetros físico-químicos y microbiológicos permitieron caracterizar el entorno abiótico del ecosistema. Valores como pH, sólidos en suspensión y temperatura se encontraron dentro de rangos ecológicos saludables. No obstante, las concentraciones elevadas de fósforo total y nitrógeno total, junto con niveles de oxígeno disuelto por debajo del umbral óptimo, evidenciaron presiones tróficas asociadas a procesos incipientes de eutrofización. Estos parámetros no solo afectan la calidad del agua, sino que también alteran las cadenas alimenticias de las aves y otros organismos acuáticos.

Finalmente, la aplicación de la metodología Battelle-Columbus permitió integrar cuantitativamente estos indicadores en un índice único, ponderado según su importancia ecológica. El ICA obtenido (66.5) ubica al humedal en una categoría de calidad ambiental regular, lo que coincide con la presencia de síntomas de presión antrópica moderada y subraya la necesidad de acciones preventivas para evitar su degradación.

Por tanto, este enfoque combinado valida que la evaluación conjunta de la diversidad avifaunística, los parámetros ambientales y un índice integrador como el ICA proporciona una base sólida, científica y verificable para determinar el estado ecológico del humedal El Paraíso. Esta metodología no solo permite diagnosticar, sino también establecer líneas de base para monitoreo, gestión adaptativa y conservación a largo plazo.

Ante lo sustentado nos permite afirmar que Mediante la evaluación de la Calidad Ambiental de la diversidad de avifauna acuática Si se puede determinar el estado del humedal el Paraíso, Huacho – 2024, por ende, se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la alterna.

## CAPÍTULO V

### DISCUSIÓN

#### 5.1 Discusión de resultados

La evaluación de la calidad del agua mediante parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y nutricionales permitió caracterizar de manera integral el estado del ecosistema acuático estudiado. A continuación, se presenta la interpretación de los principales indicadores obtenidos en campo y contrastados, cuando corresponde, con los Estándares de Calidad Ambiental para agua (ECA 2017) en su categoría 3 (conservación del ambiente acuático), según el Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM. El potencial de hidrógeno (pH) presentó valores comprendidos entre 6.5 y 7.4 en los diez puntos de muestreo, manteniéndose en todo momento dentro del rango permitido por el ECA (6.5 a 9.0). Esta estabilidad indica una condición levemente alcalina y adecuada para el desarrollo de comunidades biológicas sensibles. No se evidencian procesos de acidificación ni alcalinización excesiva, lo cual sugiere un buen amortiguamiento químico del ecosistema. En cuanto a la conductividad eléctrica, los valores oscilaron entre 1050 y 1300  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , superando el límite máximo establecido por el ECA (1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) en todos los puntos de evaluación. Estos niveles elevados indican una carga significativa de sales disueltas, posiblemente relacionadas con escorrentía agrícola, intrusión marina o residuos domésticos. Esta condición representa una alteración del equilibrio iónico del ecosistema, afectando potencialmente la fisiología de la biota acuática más sensible. El parámetro oxígeno disuelto (OD) reveló una situación crítica, con valores entre 3.9 y 5.0 mg/L. Solo un punto cumplió con el valor mínimo exigido por el ECA (5.0 mg/L), mientras que el resto presentó concentraciones por debajo del umbral. Esta deficiencia sugiere procesos de hipoxia que pueden estar asociados a altas cargas orgánicas, escasa renovación del agua o proliferación

de algas, afectando negativamente la respiración de organismos acuáticos y el balance ecológico general. Respecto a los sólidos totales en suspensión (STS), los valores obtenidos estuvieron entre 5.7 y 12 mg/L, significativamente por debajo del valor límite del ECA (25 mg/L). Esta condición refleja una baja turbidez y buena penetración de la luz en el cuerpo de agua, lo cual favorece los procesos fotosintéticos y la estabilidad de los hábitats bentónicos. Se considera un indicador positivo del estado físico del ecosistema. En cuanto al fósforo total, todas las mediciones excedieron el valor normativo (0.05 mg/L), con concentraciones que oscilaron entre 0.08 y 0.25 mg/L. Este enriquecimiento de nutrientes plantea un riesgo de eutrofización, al promover el crecimiento desproporcionado de algas y macrófitas, lo que puede derivar en desequilibrios tróficos y disminución del oxígeno disuelto. El análisis de nitrógeno total evidenció un patrón similar, con valores muy por encima del límite establecido (0.3 mg/L), registrando concentraciones entre 2.0 y 6.8 mg/L. La combinación de fósforo y nitrógeno en exceso es característica de ecosistemas sometidos a presión antrópica, y puede derivar en estados avanzados de eutrofización si no se controla adecuadamente la carga de nutrientes. El parámetro temperatura mostró valores entre 25.8 °C y 29 °C, sin presentar anomalías térmicas graves. Las variaciones observadas pueden explicarse por factores locales como profundidad, exposición solar, vegetación circundante o dinámica hidrológica. Estos valores son compatibles con ecosistemas costeros en época cálida y no representan, por sí solos, un riesgo ecológico inmediato. Finalmente, los resultados del análisis de coliformes termotolerantes fueron óptimos, con valores iguales a 0 NMP/100 mL en todos los puntos evaluados. Esta condición indica la ausencia de contaminación fecal reciente y sugiere un bajo nivel de impacto por vertimientos orgánicos, constituyendo un indicador positivo de sanidad ambiental del ecosistema acuático. A partir de estos análisis de los parámetros de calidad del agua evaluados, el humedal El Paraíso presenta un escenario mixto con indicios de resiliencia ecológica, pero también señales de



alerta que, de no ser atendidas, podrían comprometer su funcionalidad a mediano y largo plazo. La presencia de una comunidad avifaunística diversa, un pH estable y una baja turbidez reflejan condiciones estructurales favorables para la vida acuática. Asimismo, la ausencia de coliformes termotolerantes sugiere que, al momento del muestreo, no existía contaminación fecal activa, lo que refuerza la calidad sanitaria del ecosistema.

Sin embargo, el exceso de nutrientes, particularmente nitrógeno y fósforo, junto con los bajos niveles de oxígeno disuelto, señalan un proceso incipiente de eutrofización. Esta condición podría intensificarse en los próximos años si no se controlan adecuadamente las fuentes de carga orgánica y de nutrientes, como las escorrentías agrícolas, residuos domésticos o actividades ganaderas cercanas. De continuar esta tendencia, se incrementaría el riesgo de floraciones algales, disminución del oxígeno, pérdida de biodiversidad y cambios en la estructura trófica del humedal. En un escenario de inacción, el humedal podría evolucionar hacia un estado de desequilibrio ecológico, con efectos en cascada sobre la fauna acuática, las aves migratorias y los servicios ecosistémicos que actualmente provee, como la regulación hídrica, la retención de sedimentos y la oferta de hábitat para especies protegidas. Por el contrario, si se implementan estrategias de gestión integrada del territorio, monitoreo continuo y control de cargas contaminantes, el humedal El Paraíso tiene el potencial de mantenerse como un ecosistema clave para la conservación en la costa central del Perú, siendo refugio de biodiversidad y componente esencial de la red de humedales del litoral pacífico.

La calidad del agua constituye un componente crítico para la salud y permanencia de las comunidades de aves acuáticas que utilizan el humedal El Paraíso como sitio de alimentación, descanso, reproducción o tránsito migratorio. Las condiciones fisicoquímicas y microbiológicas registradas durante la evaluación muestran una dualidad: por un lado, parámetros como el pH neutro a ligeramente alcalino, la baja concentración de sólidos en

suspensión y la ausencia de coliformes termotolerantes configuran un ambiente estructuralmente favorable para la presencia avifaunística. Estas condiciones permiten la adecuada visibilidad y acceso al alimento (peces, macroinvertebrados, vegetación acuática), además de reducir el riesgo sanitario directo para las aves residentes y migratorias. No obstante, la elevada concentración de nutrientes como el fósforo y nitrógeno total y sumado a ello los bajos niveles de oxígeno disuelto evidencian un proceso de enriquecimiento trófico que podría tener efectos negativos en la avifauna en el mediano plazo. Un ecosistema eutrofizado tiende a sufrir proliferaciones algales que reducen la disponibilidad de oxígeno y alteran las comunidades de peces e invertebrados, principales fuentes de alimento para garzas (Ardeidae), patos (Anatidae), gaviotas (Laridae) y zambullidores. Además, la pérdida de transparencia del agua y el colapso de la vegetación sumergida podrían afectar a especies que requieren hábitats específicos para anidar o forrajear, como los Rallidae y algunas limícolas migratorias (Scolopacidae). En un escenario más severo, la disminución sostenida de la calidad del agua podría reducir la capacidad del humedal para albergar poblaciones de aves sensibles, limitando su uso como estación migratoria en la ruta del Pacífico y afectando los ciclos biológicos de especies protegidas o de interés ecológico. La pérdida de funcionalidad trófica y estructural del ecosistema podría generar una simplificación de la comunidad avifaunística, favoreciendo especies generalistas o tolerantes a condiciones deterioradas y desplazando a especies especialistas.

Por ello, el monitoreo ambiental y la gestión de nutrientes en el sistema acuático son fundamentales no solo para preservar la integridad del humedal, sino también para asegurar la permanencia de su diversidad avifaunística, la cual representa un valor ecológico, paisajístico y conservacionista de alto nivel dentro de los humedales costeros del Perú.

Además, al emplear la metodología Battelle Columbus, se llegó a observar que los parámetros con mayor peso en la evaluación son el oxígeno disuelto y el nitrógeno total,

cada uno con un peso del 20%, debido a su importancia directa en el funcionamiento trófico del humedal y su capacidad de reflejar procesos de eutrofización. El oxígeno disuelto obtuvo una puntuación de 70, indicando una condición subóptima pero aún funcional, mientras que el nitrógeno total recibió una puntuación crítica de 30, lo que señala una concentración excesiva que representa una amenaza directa al equilibrio ecológico. El fósforo total, también vinculado a procesos eutróficos, recibió una puntuación de 30 y un peso de 15%, lo que refuerza su impacto negativo sobre la calidad del ecosistema. En contraste, parámetros como el pH (100), coliformes termotolerantes (100), sólidos en suspensión (100) y temperatura (100) muestran condiciones óptimas o muy favorables, reflejando una estructura físico-química relativamente estable en aspectos no tróficos. La conductividad eléctrica, con una puntuación de 70, sugiere una condición de ligera mineralización por encima del valor óptimo, pero aún dentro de rangos ecológicamente tolerables. La distribución de los pesos evidencia una estrategia metodológica que privilegia la evaluación de aquellos parámetros que pueden alterar los procesos biológicos y ecológicos del humedal de forma crítica. El resultado total del índice,  $ICA = 66.5$ , ubica al humedal dentro de una categoría de calidad ambiental regular, lo cual, desde un enfoque de conservación, debe interpretarse como una situación de vigilancia prioritaria. Si bien no se evidencia una degradación severa, existen señales claras de presión antrópica sobre el sistema, especialmente por acumulación de nutrientes, que podrían desencadenar procesos de deterioro acelerado si no se toman medidas preventivas. Resultados y conclusiones similares a este trabajo encontraron Qiu, Zhang y Ma (2024) los cuales en su investigación manifiesta que los humedales, como hábitats centrales para sustentar la diversidad de aves acuáticas, brindan una variedad de servicios ecosistémicos a través de funcionamiento diverso de los ecosistemas. La degradación de los humedales y la pérdida de hábitats de

humedales socavan la relación entre funcionamiento de la biodiversidad-ecosistema (BEF), afectando la diversidad de hábitats y aves acuáticas.

la conservación de la diversidad de aves acuáticas está estrechamente vinculado al funcionamiento adecuado de los ecosistemas de humedales (ciclo de nutrientes, almacenamiento de energía y productividad). Además Xiuzhong, Christopher, Anderson, Yuyu y Guangchun (2021) mencionan que las aves son sensibles al cambio ambiental y, por tanto, buenos indicadores de la biodiversidad y la salud de los ecosistemas. Debido a que las aves desempeñan una variedad de roles funcionales, comprender sus patrones de diversidad es importante para informar y apoyar la gestión de la conservación. Estos hallazgos indican que la diversidad de aves acuáticas en esta región y otras puede estar sensible al cambio climático. Así mismo coincidimos con Romero, García, Lino, Arenazas, Ticona, Vanzin y Sharp (2023) los cuales demuestran que los humedales son características hidrológicas cruciales que brindan beneficios, incluidos los ecosistemas, servicios y conservación del hábitat, protección contra inundaciones asociadas con el aumento del nivel del mar y condiciones extremas, eventos, almacenamiento y tratamiento de agua, recreación y estética, entre otros.

## **CAPÍTULO VI**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **6.1 Conclusiones**

- Se concluye que la diversidad de avifauna acuática observada en el humedal El Paraíso permite determinar su estado ecológico general, ya que la presencia de especies residentes, migratorias boreales y australes revela una estructura funcional activa y una relativa capacidad del ecosistema para sostener ciclos biológicos esenciales. Esta diversidad, sin embargo, podría verse comprometida en el futuro si las condiciones ambientales que la sostienen continúan siendo presionadas por cargas tróficas y alteraciones físico-químicas.
  
- Se concluye que la caracterización de la avifauna acuática registrada durante el estudio permite establecer una línea base del estado actual del humedal, indicando que, si bien aún existe una riqueza significativa de especies, el equilibrio del ecosistema es vulnerable a los cambios en la calidad del agua. La composición taxonómica encontrada sugiere la existencia de hábitats aún funcionales, pero también advierte sobre la necesidad de preservar las condiciones que permiten la permanencia de especies sensibles.
  
- Se concluye que la evaluación de los parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua ha permitido identificar claramente las condiciones actuales del humedal El Paraíso. Los resultados evidencian estabilidad en variables como pH, sólidos suspendidos, temperatura y sanidad microbiológica. Sin embargo, los niveles elevados de nitrógeno y fósforo, junto con el oxígeno disuelto por debajo del valor

óptimo, indican un riesgo ecológico por procesos de eutrofización que podrían afectar la calidad del hábitat de forma progresiva.

- Se concluye que el cálculo de la calidad ambiental mediante la metodología Battelle-Columbus ha permitido integrar cuantitativamente los distintos parámetros ambientales evaluados, dando como resultado un Índice de Calidad Ambiental (ICA) de 66.5. Este valor ubica al humedal en una categoría de calidad ambiental regular, lo que valida que este enfoque metodológico es útil, eficiente y técnicamente apropiado para determinar el estado ecológico actual del ecosistema y establecer criterios de intervención ambiental.

## **6.2 Recomendaciones**

- Se recomienda realizar muestreos en diferentes épocas del año (seca y lluviosa) para observar las variaciones en la calidad del agua, la composición de la avifauna y la intensidad de los procesos tróficos, lo cual permitirá obtener un diagnóstico más completo y establecer patrones temporales de cambio.
- Debido a los niveles elevados de nitrógeno y fósforo encontrados, se sugiere realizar un estudio de origen de carga contaminante (agrícola, doméstica o ganadera) mediante análisis de cuenca y herramientas geoespaciales, a fin de diseñar estrategias de control y mitigación focalizadas.
- Para robustecer la evaluación ecológica, se recomienda incluir organismos bentónicos (macroinvertebrados), fitoplancton o índices de clorofila-a como indicadores biológicos complementarios, lo cual fortalecerá la interpretación del estado trófico y las condiciones del hábitat.

- Se recomienda replicar el enfoque multicriterio del ICA con la participación de actores locales (municipio, SERNANP, ONGs), ajustando los pesos y prioridades a contextos específicos, lo que fomentará decisiones de conservación más consensuadas y contextualizadas.
- Futuros trabajos deberían sistematizar registros pasados (literatura, monitoreos antiguos, listas de observación ciudadana) para comparar tendencias de pérdida, aparición o migración de especies, lo que permitirá evaluar con mayor precisión la efectividad de las acciones de conservación y el estado ecológico a largo plazo.



## REFERENCIAS

### 7.1 Fuentes documentales

- Adamus, P. R., & Brandt, K. (1990). Impacts on quality of inland wetlands of the United States: A survey of indicators, techniques, and requirements of data. Environmental Protection Agency.
- Aznar, J. C., Dussart, E., & Iriondo, M. (2018). Waterbird assemblages as indicators of the effectiveness of the Ramsar convention for promoting the conservation of wetlands. *Ecological Indicators*, 84, 505-513. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.09.016>
- García, A., & López, M. (2024). Gestión sostenible de ecosistemas: Retos y oportunidades. *Revista de Ecología Aplicada*, 15(2), 45-60.
- Green, A. J., & Elmberg, J. (2014). Ecosystem services provided by waterbirds. *Biological Reviews*, 89(1), 105-122. <https://doi.org/10.1111/brv.12045>
- Guzmán-Álvarez, J. R., & Navarro-Sigüenza, A. G. (2016). Waterbirds as indicators of ecosystem health in wetlands in México. *Humedales Mexicanos*, 1(2), 1-17.
- Johnson, R. (2023). Evaluación de la calidad ambiental en ecosistemas terrestres. Editorial Científica.
- Kushlan, J. A. (1993). Waterbirds as indicators of wetland change: A caveat. En D. M. Finlayson & G. M. Hickey (Eds.), *Waterbird population estimates in the Asia-Pacific region* (pp. 19-24). Asian Wetland Bureau Publication.
- Ramsar Convention Secretariat. (2013). *The Ramsar Convention Manual: A guide to the Convention on Wetlands (Ramsar, Iran, 1971) (6th ed.)*. Ramsar Convention Secretariat.
- Smith, J., Brown, T., & Davis, E. (2022). Indicadores de calidad ambiental en ecosistemas acuáticos. *Journal of Ecosystem Health*, 8(3), 210-225.
- Weller, M. W. (1999). *Wetland birds: Habitat resources and conservation implications*. Cambridge University Press.

## 7.2 Fuentes bibliográficas

- Behrouzi-Rad. (2019). Changes in Community Structure and Species Diversity of Water Birds as Ecological Indexes of Hor-Al-Azim Marsh. *Journal of Aquatic Research and Marine Sciences*, 1-11.
- Cruz, Angulo, Burger, & Borgesa. (2007). Evaluación de aves en la laguna El Paraiso, Lima, Perú. *Rev. peru. biol*, 139-144.
- Cruz, Angulo, Burguer, & Borgesa. (2007). Evaluación de aves en la laguna El Paraiso, Lima, Perú. *Revista Biologia* , 139-144.
- Deshkar, S., Rathod, J., & Padate, G. (2010). AVIFAUNAL DIVERSITY AND WATER QUALITY ANALYSIS OF AN INLAND WETLAND. *Journal of Wetlands Ecology*, 1-32.
- He, K., Song, A., Zhang, Z., Ramdat, N., Wang, J., Wu, W., & Chen, X. (2023). Restored coastal wetlands with low degree of separation and high patch connectivity attract more birds. *Frontiers in Marine Science*, 1-11.
- Hernandez, R. (2014). *Metodologia de la Investigación*. Mexico: sexta edición por McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Hoyos, A. (2021). Determinación del estado de conservación del humedal Huacho-Hualmay-Carquín, provincia de Huaura, departamento de Lima. Huacho: UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE.
- Iannacone, Atasi, Bocanegra, Camacho, Montes, Santos, . . . Alayo. (2010). Diversidad de aves en el humedal Pantanos de Villa, Lima, Perú: periodo 2004-2007. *Biota Neotrop*, 295-304.
- Murillo, Lopez, Escobar, Bonilla, & Verdu. (2017). The value of small, natural and man-made wetlands for bird diversity in the east Colombian Piedmont. *Aquatic Conserv: Mar Freshw Ecosyst*, 1-11.

- Pulido, Málaga, Velarde, Dominga, Olivera, & Acevedo. (2021). Censo de aves acuáticas y conservación de humedales en las vertientes altoandinas del Perú. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 244-257.
- Qiu, J., Zhang, Y., & Ma, J. (2024). Wetland habitats supporting waterbird diversity: Conservation perspective on biodiversity-ecosystem functioning relationship. *Journal of Environmental Management*, 1-18.
- Romero, Garcia, Lino, Arenazas, Ticona, Vanzin, & Sharp. (2023). Peruvian Wetlands: National Survey, Diagnosis, and Further Steps toward Their Protection. *Sustainability*, 1-25.
- Varela, & Velzaques. (2019). CALIDAD AMBIENTAL MEDIANTE LA DIVERSIDAD DE AVIFAUNA ACUÁTICA EN EL HUMEDAL LA SEGUA. Ecuador: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ.
- Wanna, Donla, Yokchom, & Soi-Ampornkul. (2020). The diversity, population, ecology and conservation status of waterbirds in the wetland of Bangpu Nature Education Center, Thailand . *BIODIVERSITAS*, 3910 - 3918.
- Xiuzhong, L., Christopher, J., Anderson, Yuyu, W., & Guangchun, L. (2021). Waterbird diversity and abundance in response to variations in climate in the Liaohe Estuary, China. *Ecological Indicators*, 1-10.

### **7.3 Fuentes hemerográficas**

Fraume. (2006). *Diccionario Ambiental*. . Bogotá, Colombia.: Editorial, Eco Ediciones

### **7.4 Fuentes electrónicas**

BirdLife International. (2022). Waterbirds. <https://www.birdlife.org/birds/waterbirds/>

## **ANEXOS**

## Anexo 1

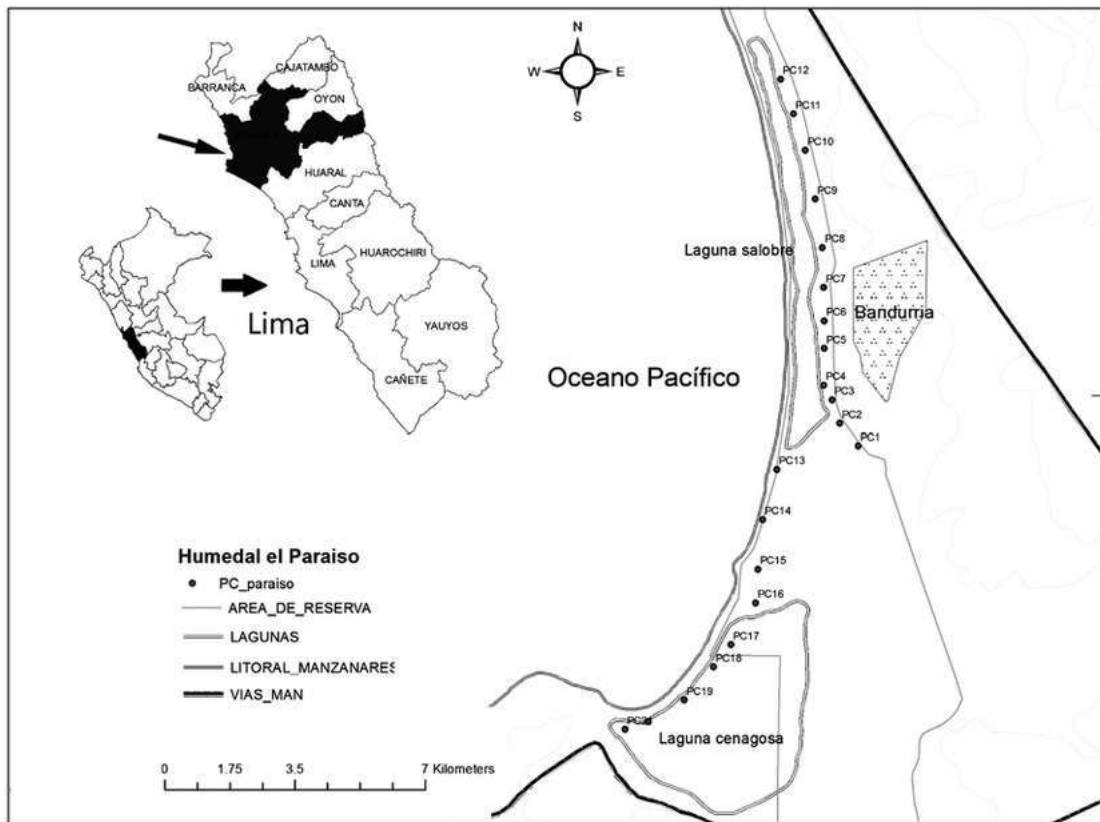
### Matriz de consistencia

| Titulo                                                                                                 | Problemas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Objetivos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Hipótesis                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Variables                                                                            | Dimensiones                                                                         | Método y Técnicas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Calidad Ambiental mediante la diversidad de avifauna acuática en el humedal el Paraíso, Huacho - 2024. | <p>Problema general</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cómo la evaluación de la avifauna acuática puede mostrar la situación actual de la calidad ambiental del humedal del Paraíso – Huacho?</li> </ul> <p>Problemas específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cuál es la diversidad de la avifauna acuática en el humedal el Paraíso Huacho?</li> <li>¿Cómo la evaluación de los parámetros físico-químicos y microbiológicos de los cuerpos de agua nos permite determinar la situación del</li> </ul> | <p>Objetivo general</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluar la calidad ambiental mediante la avifauna acuática en el humedal el Paraíso Huacho.</li> </ul> <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar la diversidad de la avifauna acuática en el humedal el Paraíso Huacho.</li> <li>Evaluar los parámetros físico-químicos y microbiológicos de los cuerpos de agua del humedal el Paraíso Huacho.</li> <li>Calcular la calidad ambiental mediante la</li> </ul> | <p>Hipótesis general</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mediante la evaluación de la Calidad Ambiental de la diversidad de avifauna acuática se puede determinar el estado del humedal el Paraíso, Huacho - 2024</li> </ul> <p>Hipótesis específicas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mediante la caracterización de la diversidad de la avifauna acuática se puede determinar la situación actual del humedal el Paraíso Huacho.</li> <li>Mediante la evaluación de los parámetros físico-químicos y microbiológicos de los cuerpos de agua se</li> </ul> | <p>(X)<br/>Calidad ambiental.</p> <p>(Y)<br/>Diversidad de la avifauna acuática.</p> | <p>Batelle-Columbus</p> <p>Calidad de los cuerpos de agua</p> <p>Nº de especies</p> | <p>Diseños metodológicos</p> <p>La presente investigación es de tipo aplicada. (Hernández, 2014). De nivel de investigación explicativo. (Hernández, 2014). De diseño es no experimental. (Hernández, 2014). El enfoque es cuantitativo y el alcance explicativo. (Hernández, 2014)</p> <p>Población y muestra</p> <p>Población: La población de estudio estará conformada por la extensión total del humedal del Paraíso.</p> <p>Muestra: Se realizará a través de puntos de muestreo distribuidos en zigzag de acuerdo con el espacio que tiene el humedal y la accesibilidad para la visualización de las aves.</p> |

|  |                                                                                                                                                                            |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>humedal el Paraíso Huacho?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuál es el nivel de calidad ambiental mediante la metodología de Batelle- Columbus?</li> </ul> | metodología de Batelle- Columbus | <p>puede determinar la situación actual del humedal el Paraíso Huacho.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mediante el cálculo de la calidad ambiental a través de la metodología de Batelle- Columbus se puede determinar la situación actual del humedal el Paraíso Huacho.</li> </ul> |  | <p>Técnicas e instrumentos de recolección de datos</p> <p>La técnica que se utilizara en la presente investigación:<br/>Observación: Para realizar el conteo de la floración algal se hicieron observaciones de las poblaciones usando la cámara.<br/>Ficha de datos primarios: A través de este instrumento se recoge los datos primarios de la investigación y que se obtiene directamente de la realidad evaluada, como es el caso de los valores que arroja los diferentes instrumentos usados para evaluar los parámetros físico-químicos correspondiente a este estudio.<br/>Técnicas para el procesamiento de la información<br/>Para procesar los datos se requiere de dos tipos de</p> |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  |  |  |  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--|--|--|--|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  |  |  |  | <p>análisis estadístico:</p> <p>Análisis descriptivo, el cual corresponde a los resultados de frecuencia y porcentajes de cada una de las variables y sus respectivas dimensiones, lo cual puede trabajarse en una hoja de cálculo Excel o en SPSS 25; se presentaron tanto tablas como gráficos de barras para denotar claramente los niveles hallazgos.</p> |
|--|--|--|--|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## Mapa del humedal El Paraíso – Huacho



## Anexo 3

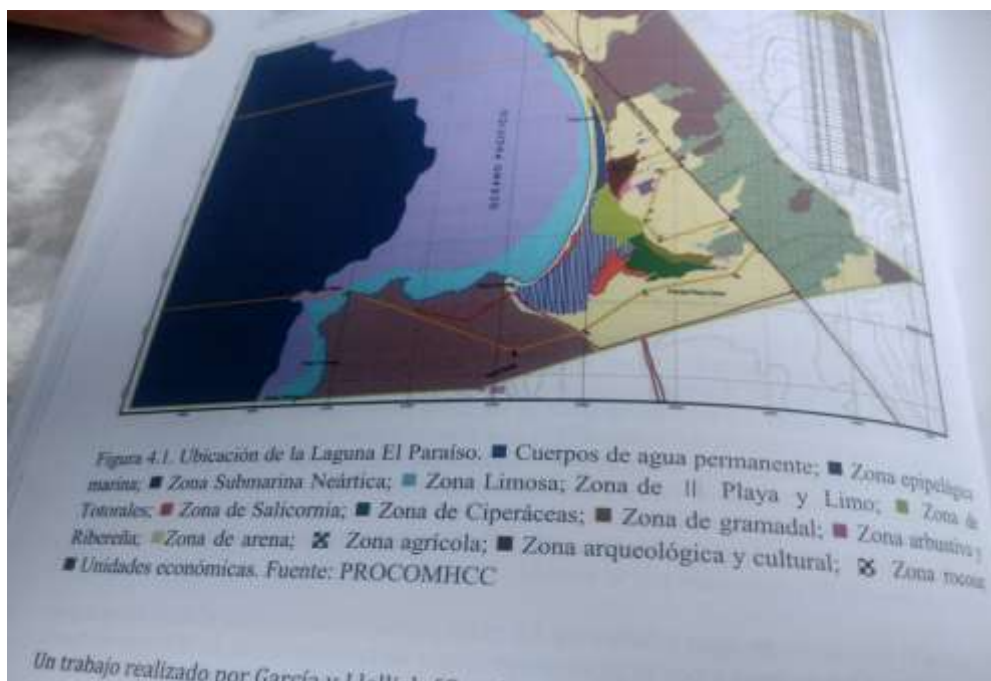
### Vista satelital del humedal El Paraíso - Huacho





## Anexo 4

### Croquis y zonificación de la Laguna



## Anexo 5

### Vista de la cabaña de observación de aves



## **Anexo 6**

### **Parihuanas alimentándose.**



## **Anexo 7**

### **Piqueros en pleno vuelo**



## **Anexo 8**

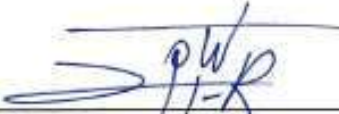
### **Bandada de gaviotas descansando**



## **Anexo 9**

### **Presencia de aves carroñeras**





**Dr. CALDERON DE LOS RIOS, HELBER DANILO**  
**ASESOR**



**Dr. VASQUEZ MEDINA, PEDRO JAMES**  
**PRESIDENTE**



**Dr. FERNANDEZ HERRERA, FREDESVINDO**  
**SECRETARIO**



**Dr. NUNJA GARCIA JOSE VICENTE**  
**VOCAL**



**Dr. CARDENAS SALDAÑA, LUIS ALBERTO**  
**VOCAL**