



UNIVERSIDAD DE LAMBAYEQUE
FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TESIS

**DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LOS
HUMEDALES DE ETEN UTILIZANDO MACROINVERTEBRADOS
ODONATA, COLEÓPTERA, DÍPTERA Y HEMÍPTERA DURANTE
SEPTIEMBRE 2019 – ABRIL 2020**

**PRESENTADA PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO
AMBIENTAL**

Autor:

Bazán Carranza, Dalia

Asesor:

Mg. Flores Mino Betty Esperanza

Línea de Investigación:

Contaminación Ambiental y Biotecnología

Chiclayo – Perú

2020

FIRMA DEL ASESOR Y JURADO DE TESIS

Mg. Flores Mino Betty Esperanza
ASESOR

Mg. Enrique Santos Nauca Torres
PRESIDENTE

Ing. Jorge Tomás Cumpa Vásquez
SECRETARIO

Mg. Flores Mino Betty Esperanza
VOCAL

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida, a mi madre Rosa quien me brindó su apoyo incondicional en cada etapa de mi vida, a mi amado hijo Dominic quien me impulsa a ser mejor cada día, a mis amigos y amigas que siguen siendo parte de mi vida y que a pesar de la distancia aún siguen a mi lado.

Dalia

AGRADECIMIENTO

Al Mg. Cesar Alberto Cabrejos Montalvo por ser un buen maestro, amigo y apoyo en el proceso de identificación de macroinvertebrados, brindado facilidades para el uso de equipos y del laboratorio.

A los profesores miembros del jurado de tesis Mg. Betty Esperanza Flores Mino, Mg Enrique Santos Nauca Torres y al Ing. Jorge Tomás Cumpa Vásquez por sus sugerencias y correcciones durante la revisión de la presente investigación.

Dalia

Resumen

Los “Humedales de Eten” es un ecosistema que posee una gran importancia ecológica, declarado como Área Ecológica de Interés Regional, sin embargo, afronta diversos problemas ambientales gracias a diferentes presiones antrópicas. A lo largo del tiempo se han realizado diferentes investigaciones en el área, sin embargo, es importante tener más información sobre sus componentes biológicos utilizando índices de integridad biótica, estos relacionan variables biológicas, ambientales y actividades humanas, es por ello que el objetivo principal de la investigación fue determinar la calidad del agua de los Humedales de Eten utilizando macroinvertebrados del orden Odonata, Coleóptera, Díptera y Hemíptera como bioindicadores, por lo que fueron establecidas 5 estaciones de muestreo, en 2 épocas de estudio, de menor nivel de agua (septiembre 2019) y mayor nivel de agua (abril 2019), donde se realizó la caracterización ambiental y fisicoquímica del agua teniendo como resultados un estado ambiental “Bueno” y una temperatura del agua media de 24.24°C, un pH promedio de 8.1, la conductividad eléctrica de 11853 $\mu\text{S}/\text{cm}$, un DBO_5 de 125 mgO_2/L y el oxígeno disuelto de 5.33 mgO_2/L ., y utilizando el método de recolección cuantitativo empleando una red Surber, se logró recolectar 11552 individuos de los cuales fueron identificados 13 especies de macroinvertebrados agrupados en 9 familias y 4 órdenes. Se realizó la caracterización ambiental y se utilizaron las métricas biológicas de Shannon Wiener, BMWP/Col, ASPT y SWAMPS para determinar la calidad agua del humedal de Eten dando como resultado un agua con un alto grado de contaminación.

Palabras clave: Bioindicadores, fisicoquímicos, macroinvertebrados, humedales, Eten.

Abstract

The "Eten Wetlands" is an ecosystem that has great ecological importance, declared an Ecological Area of Regional Interest, however, it faces various environmental problems thanks to different anthropic pressures. Over time, different investigations have been carried out in the area, however, it is important to have more information about its biological components using biotic integrity indices, these relate biological, environmental variables and human activities, which is why the main objective of The research was to determine the water quality of the Eten Wetlands using macroinvertebrates of the order Odonata, Coleóptera, Díptera and Hemíptera as bioindicators, for which 5 sampling stations were established, in 2 study periods, with a lower water level (September 2019) and higher water level (April 2019), where the environmental and physicochemical characterization of the water was performed, resulting in an "Good" environmental state and an average water temperature of 24.24 ° C, an average pH of 8.1, conductivity electric of 11853 $\mu\text{S} / \text{cm}$, a BOD5 of 125 mgO_2 / L and dissolved oxygen of 5.33 mgO_2 / L ., and using the quantitative collection method Using a Surber network, 11,552 individuals were collected, of which 13 macroinvertebrate species grouped into 9 families and 4 orders were identified. The environmental characterization was carried out and the biological metrics of Shannon Wiener, BMWP / Col, ASPT and SWAMPS were used to determine the water quality of the Eten wetland, resulting in water with a high degree of contamination.

Key words: Bioindicators, physicochemicals, macroinvertebrates, Wetlands, Eten.

Índice

Resumen.....	V
Abstract.....	VI
I. Introducción.....	1
II. Marco teórico	4
2.1. Antecedentes bibliográficos.....	4
2.1.1. Ámbito internacional.....	4
2.1.2. Ámbito nacional.....	6
2.2. Bases teóricas.....	7
2.2.1. Humedales costeros e importancia.....	7
2.2.2. El departamento de Lambayeque y los Humedales de Eten.	7
2.2.3. Macroinvertebrados de sistemas lenticos como bioindicadores.	9
2.3. Definición de términos básicos.....	11
2.4. Hipótesis	13
III. Materiales y métodos	13
3.1. Variables y operacionalización	13
3.1.2. Variable independiente – calidad del agua.....	13
3.1.3. Variable dependiente – macroinvertebrados como bioindicadores.....	14
3.1.4. Operacionalización de variables.	15
3.2. Tipo de estudio y diseño de investigación	16
3.2.1. Tipo de estudio.....	16
3.2.2. Diseño de investigación.	16
3.3. Población y muestra en estudio.....	16
3.3.1. Población.....	16
3.3.2. Ubicación del área de estudio.	16
3.3.2. Muestra.	18
3.4. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos.	18
3.4.2. Diseño de estudio.	18
3.4.3. Periodo de estudio.....	20
3.4.4. Metodología de caracterización ambiental.....	20
3.4.5. Metodología de caracterización fisicoquímica del agua.	20
3.4.6. Metodología de colecta e identificación de taxas.....	20

3.4.7. Instrumentos de recolección de datos.	21
3.4.7.1. Equipos.	21
3.4.7.1. Instrumentos.....	21
3.5. Procesamiento de datos y análisis estadístico	21
3.5.1. Caracterización ambiental.....	21
3.5.2. Caracterización fisicoquímica del agua.	21
3.5.3. Composición de macroinvertebrados del humedal.	22
3.5.4. Riqueza específica (S).....	22
3.5.5. Abundancia y densidad e individuos.....	23
3.5.6. Estructura comunitaria.	23
3.5.6.1. Índice de diversidad de Shannon – Wiener (H').....	23
3.5.6.1. Índice de equidad de Pielou (J').....	23
3.5.7. Métricas de bioindicación.	24
3.5.7.1. Métricas simples.	24
3.5.7.1.1. Diversidad de Shannon - Wiener (H').	24
3.5.7.2. Índices bióticos.	24
3.5.7.2.1. Índice de monitoreo biológico adaptado para Colombia (Bmwp/Col).	24
3.5.7.2.2. Puntaje promedio por taxón (ASPT).....	26
3.5.7.2.3. Puntaje de contaminación en los humedales del cisne usando macroinvertebrados acuáticos (SWAMPS).	26
3.5.8. Determinación de la calidad de agua de los Humedales de Eten.	28
IV. Resultados.....	29
4.1. Efectuar la caracterización ambiental y fisicoquímica del agua con los parámetros de temperatura, pH, conductividad, DBO ₅ y oxígeno disuelto en periodos de menor y mayor nivel de agua.....	29
4.1.1. Caracterización ambiental.....	29
4.1.2. Caracterización fisicoquímica del agua	29
4.2. Realizar la identificación taxonómica de los macroinvertebrados encontrados en el muestreo durante ambos periodos de estudio	32
4.2.1. Época de menor nivel de agua – septiembre 2019.....	35
4.2.2. Época de mayor nivel de agua – abril 2020.	37
4.2.3 Riqueza específica (S).....	39
4.2.4. Abundancia y densidad de individuos.....	39
4.2.5. Estructura comunitaria.	41
4.2.5.1. Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H').....	41

4.2.6.2. Índice de equidad de Pielou (J').....	42
4.3. Utilizar las métricas biológicas para determinar la calidad del agua del Humedal de Eten.....	42
4.3.1. Métricas simples.	42
4.3.1.1. Diversidad de Shannon-Wiener.	42
4.3.2. Índices bióticos.	43
4.3.2.1. Índice de monitoreo biológico adaptado para Colombia (BMWP/Col).....	43
4.3.2.2. Puntaje promedio por taxon (ASPT).....	43
4.3.2.3. Puntaje de contaminación en los Humedales del Cisne usando macroinvertebrados acuáticos (SWAMPS).	44
V. Discusión.....	44
VI. Conclusiones.....	54
VIII. Referencias bibliográficas.....	55
IX. Anexos	59

Índice de tablas

Tabla 1. Operacionalización de variables	15
Tabla 2. Ubicación de las estaciones de muestreo en los Humedales de Eten (Chiclayo, Perú)	18
Tabla 3. Parámetros según el Decreto Legislativo N°015-2015- MINAM.....	22
Tabla 4. Clasificación de la calidad del agua de acuerdo a Shannon- Wiener (H').....	24
Tabla 5. Puntaje de las familias de macroinvertebrados acuáticos para el índice BMWP/Col.....	24
Tabla 6. Clases de calidad del agua, valores del BMWP/Col, significado y colores.....	25
Tabla 7. Valores de ASPT y escala de calidad del agua.	26
Tabla 8. Valor del grado de sensibilidad para SWAMPS	26
Tabla 9. Categoría de calidad del agua asociada al valor de SWAMPS.....	28
Tabla 10. Valoración ambiental de las estaciones de muestreo de los Humedales de Eten (Chiclayo, Perú) en los meses de septiembre 2019 y abril 2020	29
Tabla 11. Composición y abundancia de los macroinvertebrados en los Humedales de Eten (Chiclayo, Perú) en septiembre 2019 y abril 2020.	32
Tabla 12. Riqueza y abundancia de macroinvertebrados en los Humedales de Eten - septiembre 2019	35
Tabla 13. Riqueza y abundancia de macroinvertebrados en los Humedales de Eten - abril 2020.....	37
Tabla 14. Diversidad de Shannon – Wiener y calidad de agua de los Humedales de Eten.	42
Tabla 15. Valores del BMWP/Col y calidad del agua de los Humedales de Eten.....	43
Tabla 16. Valores del ASPT y calidad de agua de los Humedales de Eten.	43
Tabla 17. Valores del SWMPS y calidad de agua de los Humedales de Eten.	44

Índice de figuras

Figura 1. Tipo de estudio y diseño de investigación.....	16
Figura 2. Mapa de ubicación de los Humedales de Eten.	17
Figura 3. Mapa de ubicación de las estaciones de muestreo.....	19
Figura 4. Temperatura del agua de los Humedales de Eten septiembre 2019 - abril 2020.....	30
Figura 5. pH del agua de los Humedales de Eten septiembre 2019 - abril 2020.	30
Figura 6. Conductividad del agua de los Humedales de Eten septiembre 2019 - abril 2020.....	31
Figura 7. DBO ₅ del agua de los Humedales de Eten septiembre 2019 - abril 2020.....	31
Figura 8. Oxígeno disuelto del agua de los Humedales de Eten septiembre 2019 - abril 2020.....	32
Figura 9. Riqueza de especies de macroinvertebrados de los Humedales de Eten.	33
Figura 10. Riqueza por familias de macroinvertebrados de los Humedales de Eten.	34
Figura 11. Porcentaje de la abundancia de macroinvertebrados de los Humedales de Eten.....	34
Figura 12. <i>Ischnura</i> spp.....	36
Figura 13. <i>Tropisternus</i> sp.	36
Figura 14. Familia <i>Psychodidae</i> (pupa) y <i>Odontomyia</i> sp. (adulto).	38
Figura 15. <i>Odontomyia</i> sp.....	38
Figura 16. <i>Trichocorixa reticulata</i>	39
Figura 17. Riqueza específica de macroinvertebrados por estaciones de muestreo.....	39
Figura 18. Abundancia de macroinvertebrados por estaciones de muestreo.	40
Figura 19. Abundancia de individuos del género <i>Trichocorixa reticulata</i>	40
Figura 20. Densidad de macroinvertebrados por estaciones de muestreo.....	41
Figura 21. Índice de diversidad de Shannon - Wiener (H') - Humedales de Eten.	41
Figura 22. Índice de equidad de Pielou (J') - Humedales de Eten.....	42

I. Introducción

El agua es el recurso natural que se encuentra en mayor cantidad en nuestro planeta, siendo esencial para el desarrollo de los seres vivos, sin embargo, está amenazado por la continua contaminación y por la disminución de los recursos hídricos como consecuencia del calentamiento global. (Gómez, 2018).

Los humedales figuran entre los medios más productivos del mundo dado que son fuentes de diversidad biológica, de agua y productividad primaria de las que innumerables especies vegetales y animales dependen para subsistir. Las interacciones y procesos entre los componentes físicos, biológicos y químicos de un humedal hacen posible que se obtengan recursos forestales, pesquería, vida silvestre, etc. y, que desempeñe funciones como el control de inundaciones y protección del litoral, asimismo pueden abastecer y depurar el agua, regular el clima y poseen un gran potencial para el desarrollo del turismo (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2016).

Sin embargo las últimas investigaciones sobre los ecosistemas de humedales continentales y costeros han concluido que están desapareciendo a un ritmo mayor que el de ningún otro ecosistema, y como resultado las poblaciones de especies dependientes de los humedales están disminuyendo y muchas de ellas se encuentran en peligro de extinción, esto a consecuencia de la disminución de la calidad del agua, asimismo se prevé que el deterioro se intensifique a medida de que el cambio climático, el desarrollo económico y la expansión e intensificación de la agricultura persistan, ocasionando así crecientes amenazas a la salud, los humedales y el desarrollo sostenible (Convención de Ramsar sobre los Humedales, 2018).

En la región Lambayeque, provincia de Chiclayo, se encuentran los “Humedales de Eten” que se ubican en las jurisdicciones de Monsefú, Ciudad Eten y Santa Rosa abarcando una extensión aproximada de 200 hectáreas; esta zona ha sido declarada como Área Ecológica de Interés Regional a través de ordenanza N°004- 2005, gracias a que alberga a una gran cantidad de aves, mamíferos, peces, reptiles y anfibios; comprende una gran riqueza cultural ya que en zonas aledañas al humedal se aprecian vestigios de manifestaciones de culturas prehispánicas (Gobierno Regional de Lambayeque, 2005).

También posee una comunidad de aves típica de humedales costeros, y mantienen regularmente una población significativa de una o más especies amenazadas a nivel mundial u otras especies cuya conservación es de interés global, así como la presencia regular de especies en “Peligro Crítico” o “En Peligro” por lo cual es considerada como un área de importancia para la conservación de aves (Angulo, Schulenberg y Puse, 2010, p. 75), y se puede considerar

que goza de un alto potencial para ser explotado con fines turísticos y recreativos llevando así beneficios económicos a las comunidades más cercanas.

A pesar de ello, en estos últimos años ha ido incrementando la degradación de los ecosistemas de humedales en el Perú (Ministerio del Ambiente, 2015), y específicamente los Humedales de Eten afrontan diversos problemas como la desembocadura de aguas servidas, contaminación por residuos sólidos, casería no regulada, desarrollo de actividades agrícolas y ganaderas de manera intensiva, extracción no regulada de Junco (*Scirpus spp.*) y Titora (*Typha angustifolia*). (Angulo, Schulenberg y Puse, 2010).

Esta degradación afecta significativamente la calidad de agua, convirtiéndose en un gran problema pues constituye un impedimento para lograr el uso eficiente del recurso, comprometiendo la salud, la producción agrícola y la conservación del medio ambiente (Autoridad Nacional del Agua, 2013), no obstante la propia interacción del ser humano y sus actividades, directa o indirectamente, originan alteraciones negativas en las características del agua ocasionando su contaminación, por ello El Congreso de la República (2005) a través de la Ley General del Ambiente menciona que se debe preservar, conservar, mejorar y restaurar la calidad del aire, el agua y los suelos y demás componentes del ambiente, identificando y controlando los factores de riesgo que la afecte.

Por lo que, para lograr la conservación y el uso racional de los humedales se propone que luego de realizar un intervalo de referencia donde se establezca la ubicación y las características ecológicas de los humedales, se debe realizar una evaluación del estado y las tendencias de los humedales considerando también sus amenazas para finalmente realizar acciones de monitoreo del estado y el manejo emprendiendo acciones para corregir los cambios en las características ecológicas. (Secretaría de la convención de Ramsar, 2010, p. 52)

En el área ya han sido realizadas algunas investigaciones para determinar la diversidad ornitológica del humedal, analizando así los tipos de ecosistemas, sin embargo es importante complementar esta información con el conocimiento de sus componentes biológicos, utilizando índices de integridad biótica ya que estos relacionan variables biológicas, ambientales y actividades humanas, con ello se conocería de manera profunda el estado de la calidad del agua del humedal, y así se tendría un apoyo mayor para que se puedan dictar medidas de conservación en aquellos ecosistemas que presenten un deterioro o pérdida de la diversidad de sus factores bióticos y en su calidad hídrica.

Sin embargo, hasta ahora el monitoreo ambiental de los cuerpos de agua solo se ha enfocado en determinar parámetros físicos, químicos y bacteriológicos, proporcionando datos cuantitativos sobre la calidad del agua, los que son necesarios para determinar si el agua es apta

para satisfacer diferentes necesidades humanas. (Peralta y Huamantínco, 2014) No obstante, estos análisis solo proporcionan una parte del escenario ambiental, y no caracterizan adecuadamente la salud del ecosistema evaluado, esto gracias a que los efectos por las alteraciones sobre la comunidad biótica pueden persistir mucho después de que los valores de los parámetros fisicoquímicos hayan vuelto a la normalidad, es por ello que, si se desea obtener una visión más amplia de la calidad del agua de un ecosistema en específico, se habría que realizar un seguimiento fisicoquímico continuo, lo que demandaría un costo elevado. (Gálvez y Pérez, 2019)

Una solución más integral consiste en aplicar el biomonitoreo, ya que este permite establecer con más precisión qué factores afectan al ecosistema, y puede ser realizado con bacterias, protozoarios, algas, macroinvertebrados, macrófitas y peces. (Ministerio del Ambiente, 2014) estos, actúan como bioindicadores y logran identificar si un cambio de la estructura de la comunidad respecto a las condiciones naturales puede denotar una perturbación sufrida tiempo atrás o que aún está afectando a la comunidad. (Gálvez y Pérez, 2019)

En el caso de los macroinvertebrados, estos poseen una especial importancia en los ecosistemas acuáticos, ya que constituyen el componente de biomasa animal más importante y juegan un papel fundamental en la transferencia de energía ya que consumen la materia orgánica fabricada por los organismos fotosintéticos y la materia orgánica del ecosistema terrestre para luego transferirla a los grandes vertebrados del ecosistema representando así su principal fuente de alimentación. (Ladrera, Rieradevall y Prat, 2013, p. 2)

De este grupo, los insectos acuáticos son los más utilizados para establecer índices biológicos, ya que se encuentran ampliamente distribuidos en todo el mundo y tienen una gran variedad de respuestas al estrés ambiental. (Prat, Ros y Peters, 2015) Además, poseen una relativamente escasa capacidad de desplazamiento lo que permite un efectivo análisis espacial de la contaminación, esto sumado a que algunos grupos poseen largos ciclos de vida, garantizan el análisis temporal del ecosistema, permitiendo así una evaluación integral y efectiva de las perturbaciones. (Gálvez y Pérez, 2019)

Sin embargo, estos son utilizados principalmente en ambientes loticos considerando en su mayoría a las familias pertenecientes a los órdenes de Ephemeroptera, Plecóptera y Trichoptera (EPT), insectos que no se pueden utilizar en ambientes lenticos debido a que no suelen habitar en estos ecosistemas. (Gálvez y Pérez, 2019) Por esta razón, fueron considerados como indicadores de la calidad del agua grupos de insectos para sistemas lénticos como son los humedales, siendo el caso de los órdenes Odonata, Coleóptera, Díptera y Hemíptera. (Peralta y Huamantínco, 2014)

Es por ello que, para la presente investigación se formuló la pregunta ¿Cuál es la calidad de agua de los Humedales de Eten en relación a la diversidad y estructura de macroinvertebrados de los órdenes Odonata, Coleóptera, Díptera y Hemíptera?, respondiendo a esta interrogante se planteó como hipótesis que el agua de los Humedales de Eten se encontrará contaminada debido al impacto negativo que han ocasionado las diversas presiones antrópicas a lo largo del tiempo.

Asimismo, para resolver la interrogante antes mencionada y consolidar la hipótesis planteada, esta investigación tuvo como objetivo general el determinar la calidad del agua de los Humedales de Eten utilizando macroinvertebrados del orden Odonata, Coleóptera, Díptera y Hemíptera como bioindicadores. Además, fueron planteados los siguientes objetivos específicos: Efectuar la caracterización ambiental y fisicoquímica del agua con los parámetros de temperatura, pH, conductividad, DBO₅ y oxígeno disuelto en periodos de menor y mayor nivel de agua; realizar la identificación taxonómica de los macroinvertebrados encontrados en el muestreo durante ambos periodos de estudio y utilizar las métricas biológicas para determinar la calidad del agua del Humedal de Eten.

La importancia del presente estudio reside en que forma parte de las limitadas investigaciones sobre macroinvertebrados en ecosistemas de humedales y viene a ser la primera investigación a nivel regional, de tal manera que así se podrá contribuir con la conservación de esta área ecológica de interés regional denominada “Humedales de Eten”.

II. Marco teórico

2.1. Antecedentes bibliográficos

2.1.1. Ámbito internacional.

Orejuela (2017) llevo a cabo una investigación titulada “*Las Libelulas (Odonata) como posibles indicadores del estado de conservación de los humedales urbanos presentes en la comuna 22 de Santiago de Cali*”, cuyo objetivo fue evaluar el potencial de los adultos de Odonata como grupo bioindicador del estado de conservación de los humedales presentes en la comuna 22, como resultado de la investigación se obtuvieron valores de pH que oscilaron entre 7.74 y 9.07, la mayor temperatura del agua registrada fue 27.80°C y la menor de 25.89°C; y fueron identificadas 30 especies distribuidas en 4 familias de las cuales *Libellulidae* y *Coenagrionidae* fueron las más diversas, determinando que el estado de conservación de los humedales se encontraba en el rango de intermedio y preservado.

En otra investigación Olivero y Rodríguez (2019), realizaron un “*Análisis de los componentes socioeconómicos, macroinvertebrados acuáticos, flora arbórea y de residuos sólidos ordinarios presentes en el conjunto caminos del peñón, intersección humedal el Yulo*”

(Ricaurte – Cundinamarca 2018)”, teniendo como resultado el registro de 48 macroinvertebrados acuáticos pertenecientes a 10 familias de las cuales las más abundante fue la *Chironomidae* y *Elmidae*, y utilizando índices bióticos determinaron que la calidad del agua estaba entre dudosa y crítica, evidenciándose contaminación.

Por otro lado, Grosman et al (2019), efectuaron el estudio “*Destino: La barrancosa. Una invitación a conocer lagunas pampeanas, en Argentina*”, con el fin de que se dé a conocer su dinámica, sus bienes y servicios ecológicos, su fragilidad, su pertenencia e identificación con el paisaje folclórico pampeano, sus organismos constituyentes, sus relaciones tróficas, sus vínculos con el hombre actual y del pasado y así propiciar el acercamiento y respeto hacia la Naturaleza y sus diferentes formas de vida, en el estudio se realizó un muestreo para identificar los invertebrados que habitan en esta área, dando como resultados que de la clase Insecta se encontraron el orden Díptera y Coleóptera, de los cuales la familia *Chironomidae* presentaron la mayor densidad de individuos.

De igual manera Fernández y Florencia (2019), ejecutaron la investigación “*Relación entre los atributos de ensamblajes pleustónicos y la complejidad de hábitat generada por macrófitas en el río Paraná Medio*”, para ello se recolectaron muestras en seis humedales en la llanura aluvial, como resultado fueron identificados 53 taxones entre los cuales se encontraron el Hemíptera, coleóptera, y díptera. Y se concluyó que las macrófitas son generadores de hábitats para diversos y abundantes macroinvertebrados del río Paraná.

En otro estudio Cedeño y Moreira (2019), realizaron el estudio de la “*Calidad de agua mediante macroinvertebrados acuáticos en el Humedal La Segua*”, con el fin de determinar la calidad de agua de este humedal, para ello se establecieron 5 estaciones de muestreo y como resultado del monitoreo se colectaron 1061 individuos identificados en 5 órdenes y 23 familias, dentro de los órdenes se identificaron el Odonata, Hemíptera, Coleóptera, Díptera y Ephemeroptera, y según las métricas de bioindicación se concluyó que el agua de este Humedal se encontraba con una contaminación moderada y una calidad regular.

Asimismo Bustos y Huertas (2019) llevaron a cabo la investigación “*Determinación de la calidad de agua del Humedal Gualí mediante el uso de macroinvertebrados acuáticos en el Municipio de Funza - Cundinamarca, Colombia*” dicha investigación se desarrolló en tres estaciones de estudio en temporada de lluvia y sequía, en donde la identificación taxonómica dio como resultado 709 macroinvertebrados que corresponden a 5 órdenes y 12 familias pertenecientes a los orden Díptera, Coleóptera, Tricladida, Basommatophora y Amphipoda, determinando que la calidad del agua es baja a consecuencia del fuerte grado de contaminación

ambiental, esto se evidencia, en que uno de los espejos de agua se encuentra totalmente eutrofizado.

2.1.2. Ámbito nacional.

Por otra parte, Peralta y Huamantínco (2014) en su trabajo “*Diversidad de la entomofauna acuática y su uso como indicadores biológicos en Humedales de Villa, Lima, Perú*”, se evaluó la entomofauna acuática durante las épocas de menor y mayor nivel de agua. Registrando 53 especies de insectos acuáticos, agrupadas en 5 órdenes y 27 familias, de las cuales el orden Díptera presentó la mayor riqueza con 22 especies agrupadas en 11 familias, de las cuales Chironomidae presentó la mayor riqueza, en segundo lugar, el orden Coleóptera con 14 especies en 4 familias, siendo Dytiscidae e Hydrophilidae las de mayor riqueza, el orden Hemíptera presentó 9 especies en 8 familias, siendo Veliidae la de mayor riqueza, el orden Odonata presentó 7 especies en 3 familias, siendo Libellulidae la de mayor riqueza y finalmente el orden Ephemeroptera presentó la menor riqueza con solo una especie, de la familia Baetidae.

Igualmente, Fora (2017), llevó a cabo el estudio de “*Diversidad y distribución de la artropofauna en la quebrada de las Brujas, distrito de Sama – Tacna*”, con el objetivo de evaluar la diversidad y distribución de los artrópodos en esta quebrada, como resultado del muestreo se registraron 7 838 individuos pertenecientes a 51 familias y 16 órdenes, de las cuales la orden Díptera y Coleóptera fueron las más abundantes, distribuidos en 4 zonas de vida como son (arenal, cactáceas, hidrófitas y herbáceas), concluyendo que esta zona presenta una alta diversidad.

En otra investigación, Román (2018), realizó un estudio de los “*Insectos acuáticos como bioindicadores del estado ecológico de los humedales de Ventanilla – Callao*”, cuyo objetivo fue evaluar los insectos acuáticos como bioindicadores para calcular el estado ecológico de los Humedales de Villa, para ello se realizó la caracterización ambiental, caracterización físico química del agua, composición de la entomofauna acuática, riqueza específica por estaciones de muestreo, abundancia de individuos por estación de muestreo, también se determinó la estructura comunitaria utilizando los índices de Shanon-Winner (H') y Pielou (J'), y para determinar la calidad ambiental de las estaciones de muestreo se utilizaron métricas simples H' e índices bióticos BMWP/COL, ASPT, SWAMPS, IIBLI, IBI, WWMI, como resultado se registraron 4022 individuos en 25 especies, los cuales pertenecen a los órdenes Odonata, Ephemeroptera, Coleóptera, Hemíptera y Díptera, dando como resultado que la calidad del agua se encuentra de moderadamente poluída a fuertemente poluída.

Asimismo, Peralta (2019). Ejecutó un estudio titulado “*Situación de la calidad de agua de la laguna Huacachina en base a indicadores biológicos*”, con el fin de evaluar la calidad de

agua en base a indicadores biológicos relacionados con los parámetros físico químicos; para ello se establecieron 4 estaciones de muestreo donde se analizaron parámetros físico químicos de temperatura, transparencia, oxígeno disuelto, DQO, pH y conductividad, y se realizó la toma de muestra de microalgas y macroinvertebrados; como resultados de los análisis fisicoquímicos se obtuvo que el registro de mayor temperatura del agua obtuvo un valor de 31°C, la transparencia fue más notable en la estación de invierno, el DQO vario entre 16.7 mgO₂/L y 14 mg O₂/L y el oxígeno disuelto entre 7 mg O₂/L y 2.7 mg O₂/L, en el caso de las microalgas se registró un total de 28 especies y en macroinvertebrados 20 especies pertenecientes a las familias Chironomidae, Thiaridae y Planorbidae, asimismo los índices de bioindicación arrojaron como resultado que el agua de la Laguna es de estado Muy Crítico.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Humedales costeros e importancia.

Los humedales son ecosistemas altamente productivos que se caracterizan por mantener una alta diversidad biológica, así como cumplir múltiples funciones ecológicas, como asegurar una provisión constante de agua, prevención y regulación en caso de inundaciones y sequías reteniendo los excedentes de agua, prevención y control de la erosión, captura de nutrientes y tóxicos actuando como sumideros de carbono atmosférico y provisión de recursos naturales para el sustento económico y de satisfacción de necesidades. (Pro Naturaleza, 2010, p. 23).

Además, proveen inspiración cultural, espiritual y son un gran potencial para la promoción del turismo. Sin embargo, a menudo son considerados terrenos baldíos por lo que existe poca conciencia acerca de los servicios que proporcionan. (Ramsar, 2015).

Actualmente la exactitud de los datos sobre el área de los humedales es incierta ya que los humedales naturales están disminuyendo a largo plazo en todo el mundo, entre 1970 y 2015 han disminuido en un 35%, esto afecta gravemente a la diversidad ya que especies dependientes de ellos como son los peces, aves marino costeras y tortugas experimentan una grave reducción, y una cuarta parte de ellas están amenazadas de extinción. A pesar de los múltiples desafíos, los ecosistemas de humedales son resilientes, por ello se deben tomar medidas necesarias para reducir las presiones e introducir un manejo eficaz y así poder frenar o revertir algunos de los problemas y poder recuperar tan importante ecosistema. Convención de Ramsar sobre los Humedales. (2018)

2.2.2. El departamento de Lambayeque y los Humedales de Eten.

En el Departamento de Lambayeque y de acuerdo a la Ordenanza Regional N.º 004-2005-GR. LAMB. /CR se menciona que:

El Humedal de Eten es un ecosistema formado por la desembocadura del Río Reque, abarca los distritos de Monsefú, Ciudad Eten y Santa Rosa, en la actualidad abarca un área aproximada de 200 has y comprende las siguientes características físicas: Temperatura Media Anual de 19.9 °C a 23.9 °C, con variaciones estacionales; la precipitación es escasa entre 5 y 27 mm anuales y la Humedad Relativa Promedio es de 75.55%; el paisaje fisiográfico que domina la zona está caracterizado por áreas planas a ligeramente onduladas; los suelos van de medianos a profundos; presentan una textura franco arenosa con 58% de arena, 24% de limo 18 % de arcilla y 3.7% de materia orgánica; se aprecian terrenos fangosos debido a los sedimentos de la erosión eólica.

Asimismo, la zona de vida corresponde a desierto desecado Premontano Tropical (dd-PT), cuya característica es la escasa vegetación, con especies adaptadas a suelos salinos o salobres, predominando la grama salada (*Distichlis spicata* y *Sporobolus vitginicus*), que se encuentra ocupando las áreas cercanas al humedal; así mismo se resalta la presencia de grama china (*Sorghum halepense*), tomatillo, verbena (*Lantana sp*) y junco (*Scirpus lacustris*). Entre las especies arbustivas se encuentran el chope (*Cryptocarpus pyriformis*), chilco (*Baccharis sp*) y pájaro bobo (*Tessaria integrifolia*); entre la especie arbórea el algarrobo (*Prosopis pallida*) y faique (*Acacia macracantha*).

Este ecosistema alberga diversas especies de fauna entre aves, mamíferos, peces, reptiles y anfibios, destacando 29 especies de aves, de las cuales 18 especies son residentes y 11 especies son migratorias; estas aves pertenecen a 12 familias. Entre las especies con mayor presencia, se ha observado al Pelicano peruano (*Pelicanus thagus*), camanay (*Sula nebouxii*), piquero común (*Sura variegata*), guanay (*Phalacrocorax bougaunvilli*), chita (*Phalacrocorax olivaceus*), garza blanca pequeña (*Egretta thula*), garza blanca grande (*Egretta alba*), garza bueyera (*Bubulcus ibis*), águila pescadora (*Pandion haliaetus*), ostrero americano (*Haematopus pallaitus*), chorlo semipalmado (*Charadius semipalmatus*), playero manchado (*Actitis macularia*), cigüeñela (*Himntopus mexicanus*), gaviota peruana (*Larus belcheri*), gaviota dominicana (*Larus dominicanus*), gaviotín común (*Sterna hrundo*) y gaviotín peruano (*Sterna lorata*), entre otras.

La presencia de mamíferos es escasa, encontrándose; zorro (*Dusicyon sechurae*), zorrillo (*Conepatus semistriatus*) y ratón (*Oryzomys spp*). Se aprecian reptiles como: lagartija (*Tropidurus occipitalis*), macanche (*Boa constrictor ornotti*), pacaso (*Iguana iguana*); asimismo, se encuentran variedad de peces, destacando lifes, pocoches y lizas.

Se aprecian manifestaciones de culturas pre hispánicas, dispersas en una superficie aproximada de 50 ha, las que se ubican en la parte norte del Dren 5000, conocidas como la

Huaca Salinas y Huaca Fecheche, y se cree que tales vestigios correspondan a un cementerio inca.

Las principales vías de acceso se ubican en la parte norte del área y van a lo largo de la Carretera Chiclayo – Monsefú - Eten, vía asfaltada que se encuentra en buen estado. Otra vía es a través de la carretera asfaltada Monsefú – Santa Rosa, tomando la trocha del desvío a la altura del Dren 5000 y un tercer y último acceso es siguiendo por la carretera Eten – Puerto a la altura de la Capilla del Niño del Milagro. (Gobierno Regional de Lambayeque, 2005).

Gracias a esta riqueza ecológica desde hace años se ha ido apreciando un interés de investigación en el área, y, gracias a algunos estudios se ha logrado dar a conocer parte de la importancia del Humedal, entre ellos se puede mencionar a Reque (2004) que hace referencia a los ecosistemas del Humedal y menciona que se dividen en, estuario que corresponde a la desembocadura del río Reque hacia el mar, laguna que mide aproximadamente 2.5 km lineales con un ancho que varía desde los 20 m a 200 m, y tiene una profundidad máxima de 2m, la cual es alimentada por agua proveniente del estuario y por las filtraciones de la capa freática, laguna que Bernilla y Cayetano (2009) la identifican como un “espejo de agua”, y mencionan que al margen derecho del río Reque se ubican algunos espejos de agua persistentes y uno cambiante ubicado al margen izquierdo. Estas investigaciones fueron orientadas específicamente en la riqueza ornitológica del humedal y aun no existen investigaciones sobre la riqueza en macroinvertebrados acuáticos del humedal.

2.2.3. Macroinvertebrados de sistemas lenticos como bioindicadores.

Las aguas continentales del Perú se clasifican como loticas y lenticas, en los Humedales de Eten los espejos de agua, se consideran ambientes lenticos, y de acuerdo a sus características físico – químicas albergan una serie de organismos que usualmente están agrupados en comunidades, desarrollando roles como productores, consumidores primarios, secundarios, terciarios y descomponedores. Ministerio el ambiente (2014).

Entre estos organismos encontramos a los macroinvertebrados y según el Ministerio del Ambiente (2014) forman parte del el grupo de los Macroinvertebrados todos los animales invertebrados que tienen un tamaño superior a 500 μ , del mismo modo Oscoz (2009) afirmó que son considerados como macroinvertebrados acuáticos a aquellos invertebrados que en algún momento de su ciclo vital han vivido en hábitats acuáticos y que usualmente son retenidos por mallas de luz entre 200 μ y 500 μ , esto comprende una gran cantidad de especies de distintos Phyla como los anélidos, moluscos, platelmintos, nematodos y artrópodos, que se encuentran distribuidos en diversas formas y hábitats, asimismo todas las comunidades son

capaces de responder al cambio, ya que se trata de especies con un largo ciclo vital, pueden indicar efectos de contaminación en el tiempo.

Entre ellos, los artrópodos (los insectos) son los seres más abundantes y diversos que existen y los órdenes Odonata, Coleóptera, Díptera y Hemíptera se suelen encontrar en sistemas lentos como los humedales. (Domínguez y Fernández, 2009).

Los Odonatos, son conocidos vulgarmente como libélulas o caballitos del diablo, Ellenrieder y Garrison (2007) describe su morfología y afirma que son insectos cazadores, ya que poseen grandes ojos compuestos para poder detectar a su presa de manera visual, el tórax del adulto está inclinado oblicuamente de manera que los dos pares de alas se encuentran desplazados hacia atrás y los tres pares de patas espinosas hacia adelante, formando una canastilla de alimentación funcional en la cual atrapan a otros insectos durante el vuelo. Los adultos generalmente vuelan cerca de quebradas, ríos, lagunas y otros cuerpos de agua dulce o salobre, mientras que las ninfas habitan una diversidad de hábitats acuáticos. Springer et al. (2010).

Son insectos hemimetábolos cuyo periodo larval es acuático, ponen sus huevos en la vegetación flotante o emergente, la fase de huevo dura entre una semana a dos meses, el estadio ninfal es generalmente el de mayor duración, la mayoría de especies de Odonata tardan más de un año antes de transformarse en adulto (Springer et al, 2010) durante este periodo suelen vivir en márgenes de lagos y corrientes lentas y poco profundas, este orden comprende especies que son capaces de subsistir en agua desde limpia a ligeramente eutrofizada. (Martínez y Pascual, 2009).

Según Zarazaga (2015) otro orden que se utiliza como bioindicador y que se caracteriza por vivir en aguas limpias es el Coleóptera, constituyendo uno de los 11 órdenes de insectos holometábolos conocidos, se conocen 179 familias y cerca de 400000 especies, es uno de los insectos más extensos y más complejos debido a que la gran mayoría es semiacuático, estas especies están condicionadas por la cantidad de oxígeno disuelto y la temperatura del agua, características que hacen que sean buenos indicadores de contaminación. Por otro lado, el orden Díptera se caracteriza por tener representantes que habitan en aguas desde muy limpias a contaminadas, su hábitat es muy variado se encuentran en ríos, arroyos, quebradas, lagos de toda profundidad, depósitos de agua de todo tipo, en orificios de troncos viejos y hasta en las costas marinas. (Oscóz,2009)

Finalmente, el orden Hemíptera que comúnmente es llamado “chinche de agua”, la mayoría son insectos predadores que suelen vivir en la película superficial del agua, son cosmopolitas y se caracterizan por tener un “pico” chupador insertado cerca del extremo

anterior de la cabeza, los hemiólitros son de consistencia dura en su posición basal, las alas posteriores son membranosas y usualmente presentan polimorfismo alar en la mayoría de las familias. Asimismo, este orden no resiste a las corrientes rápidas por lo que suele vivir en remansos de ríos, quebradas, lagos, ciénagas y pantanos. E indican una calidad de agua que va desde regular a mala. (Arcos y Padilla, 2011).

Teniendo estos conocimiento y realizando el análisis de la diversidad y estructura de los macroinvertebrados, estos pueden ser utilizados para evaluar la calidad del agua ya que de esta manera se estará estudiando la calidad biológica del medio acuático, y se podrá considerar que tiene una buena calidad biológica, cuando este goce de las características naturales principales para que se desarrollen estas comunidades, por lo que un organismo puede ser considerado un bioindicador cuando se encuentra permanentemente en un ecosistema de características definidas y cuando su población es porcentualmente superior al resto de los organismos con los que comparte el habitat. (Instituto Tecnológico Geominero de España, 1996)

Los macroinvertebrados son uno de los componentes biológicos más aceptado ya que su utilización para evaluar la calidad del agua es posible gracias a que el ciclo de vida de los taxones suele ser largo y suelen poseer un escaso poder de locomoción, por lo que resultaran muy afectados cuando se den situaciones que alteren las condiciones del medio acuático donde habitan.

2.3. Definición de términos básicos

-Bentos o fauna bentónica.

Se refiere a todos aquellos organismos que viven en el fondo de lagos y ríos adheridos a sustratos como rocas, piedras, plantas acuáticas y residuos vegetales, o enterrados en el sustrato. (Roldán y Ramírez, 2008)

-Bioindicador:

Aquellos organismos o comunidades en los que su existencia, sus características estructurales, su funcionamiento y sus reacciones, dependen del medio en que se desarrollan y cambian al modificarse las condiciones ambientales. (Capó, 2007)

-Calidad del agua:

Grupo de concentraciones, especificaciones, sustancias orgánicas e inorgánicas, composición y estado de la biota encontrada en el cuerpo de agua, de igual modo esta calidad muestra variaciones espaciales y temporales debido a factores internos y externos. (Red Interamericana de Academias de Ciencias, 2019)

-Calidad biológica:

Al evaluar la calidad de las aguas mediante el estudio de la composición y estructura de comunidades de organismos. (Instituto Tecnológico Geominero de España, 1996).

-Calidad ambiental:

Características cuantitativas o cualitativas inherentes al medio ambiente en general o al medio en particular, junto con la capacidad relativa de este para satisfacer las necesidades del hombre y de los ecosistemas. (Grijalbo, 2016)

-Conductividad eléctrica:

Mide la capacidad de transmitir una corriente eléctrica, esta capacidad varía en función de la concentración de sales o la temperatura, a mayor temperatura aumenta el transporte iónico. (Aguilar, 2018)

-Contaminación del agua:

Introducción por el ser humano y sus actividades, directa o indirectamente, de sustancias o energía, que da por resultado efectos negativos. (Campos, 2003)

- Demanda bioquímica de oxígeno:

Sirve para calcular aproximadamente la proporción fácilmente degradable del contenido total orgánico del agua. (Renneberg, 2008)

-Hemimetábolos:

Que tienen una metamorfosis incompleta: tras la eclosión de los huevos, aparecen las ninfas, que son similares a los adultos, pero sin gónadas ni alas, después de varias mudas se transforman en adultos alados y sexualmente maduros. (Bergillos y Rivas, 2013)

-Holometábolos:

Que tienen metamorfosis completa, esto es, una fase de pupa después de tres estadios larvarios para llegar a adulto. (Millán et al, 2014)

-Humedales:

“Extensiones de marismas, pantanos y turberas o superficies cubiertas de agua, sean estas de régimen natural o artificial, permanente o temporal, estacadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros”. (Ramsar, 2015)

-Insectos:

Pertencen al grupo de los artrópodos, tienen sus patas articuladas, no poseen huesos ni columna vertebral, constan de 6 patas, generalmente cuando son adultos adquieren 2 pares de alas, su cuerpo se divide en tres partes: Cabeza, tórax y abdomen. (Godoy y Rojas, 2003)

-Macroinvertebrados:

Se consideran macroinvertebrados a todos los animales invertebrados que poseen un tamaño superior a 500 μm y que constituyen un grupo dominante en los ríos, zona litoral y en el fondo de lagos y lagunas. (Ministerio del Ambiente, 2014)

-Macroinvertebrados acuáticos:

Organismos invertebrados habitantes, en algún momento de su ciclo vital, de hábitats acuático, y que son retenidos por mallas de luz entre 200 y 500 μm . (Oscosz, 2009)

- Oxígeno disuelto:

Gas relevante esencial para la vida acuática, siendo su solubilidad consecuencia de varios factores como son temperatura, presión, salinidad etc. (Marín, 2019)

- pH:

Medida de la concentración que existe en una solución de acidez o alcalinidad lo cual se manifiesta por la concentración de iones de hidronio o potenciales de hidrógenos presentes en determinadas sustancias. (Chile, 2016)

-Sistemas lenticos:

“Aquellos de aguas quietas o estancadas como lagos, charcas y represas. Y se clasifican en 3 zonas: Litoral, que presenta abundante vegetación acuática, lo que favorece el desarrollo de gran número de especies de macroinvertebrados acuáticos; la zona limnética, de aguas abiertas donde solo unas pocas especies flotantes pueden vivir allí; y la profunda, que por lo general está desprovista de luz y el oxígeno existente es poco, lo que limita el número de especies en ella”. (Roldán y Ramírez, 2008)

- Temperatura:

Medida que se establece por la absorción de radiación en las capas superiores del líquido, estando ligada a la energía cinética media de sus moléculas. (Marín, 2019)

2.4. Hipótesis

El agua de los Humedales de Eten se encontrará contaminada debido al impacto negativo que han ocasionado las diversas presiones antrópicas a lo largo del tiempo.

III. Materiales y métodos

3.1. Variables y operacionalización

3.1.2. Variable independiente – calidad del agua.

En el humedal de Eten las presiones antrópicas intervienen en el estado de la calidad del agua, y la existencia de los macroinvertebrados dependen de él. Por lo que, en esta ocasión, la variable independiente es “Calidad del agua”, término que se define según su uso final, por lo que, por lo que su determinación encierra una serie de factores, índices y parámetros, y en

esta oportunidad se utilizaran métricas de bioindicación para la determinación de la calidad ambiental del agua utilizando la comunidad de macroinvertebrados como bioindicadores.

3.1.3. Variable dependiente – macroinvertebrados como bioindicadores.

“Los macroinvertebrados como bioindicadores”, se considera en esta categoría ya que la presencia de estos depende de la calidad del agua. Además, se suelen encontrar en diversos sistemas como el mar, ríos, arroyos, lagunas y humedales, la presente investigación se desarrollará en un sistema lentic (humedal), para lo cual diferentes autores (Gernes y Helgen, 2002; Peralta, 2007; Rosenberg et al, 2008 y Domínguez y Fernández, 2009) proponen utilizar insectos acuáticos de los órdenes Odonata, Coleóptera, Díptera y Hemíptera, gracias a que por su biología es posible encontrarlos en este sistema.

3.1.4. Operacionalización de variables.

Tabla 1. Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Dimensiones	Indicador	Unidad de medida	Nivel de medición	Técnica/instrumento
INDEPENDIENTE	Calidad del agua.	Macroinvertebrados de sistemas lenticos	Limpia – Fuertemente poluída Aguas muy limpias – aguas fuertemente contaminadas Excelente – Pobre Buena calidad - polución	- Matriz de evaluación de Humedales - Parámetros Físicoquímicos - Riqueza específica por estación de muestreo - Abundancia y densidad de individuos por estación de muestreo - Estructura comunitaria: Índice de diversidad de Shannon – Wiener - Índice de equidad de Pielou	Cuantitativo	Observación - Matriz de evaluación ambiental de humedales
		Los macroinvertebrados de los órdenes Odonata, Coleóptera, Díptera y Hemíptera son utilizados en sistemas lenticos como indicadores de la calidad de agua.	Odonata Coleóptera Díptera Hemíptera	Agua limpia o ligeramente eutrofizada Agua limpia donde las concentraciones de oxígeno son alto y temperatura media. Agua limpia, estancada y/o contaminada Calidad de Agua de Regular a Mala	Métricas de bioindicación: - Métricas simples Diversidad de Shannon – Wiener - Índices bióticos BMWP/Col ASPT SWAMPS	Cuantitativo intervalo Cualitativo Ordinal Cuantitativo intervalo Cuantitativo intervalo

Fuente: Elaboración propia.

3.2. Tipo de estudio y diseño de investigación

3.2.1. Tipo de estudio.

La presente investigación es tipo descriptiva, ya que se determinó el estado de la calidad del agua de los Humedales de Eten, en dos periodos (de mayor y de menor nivel de agua)

El estudio se puede graficar de la siguiente manera:

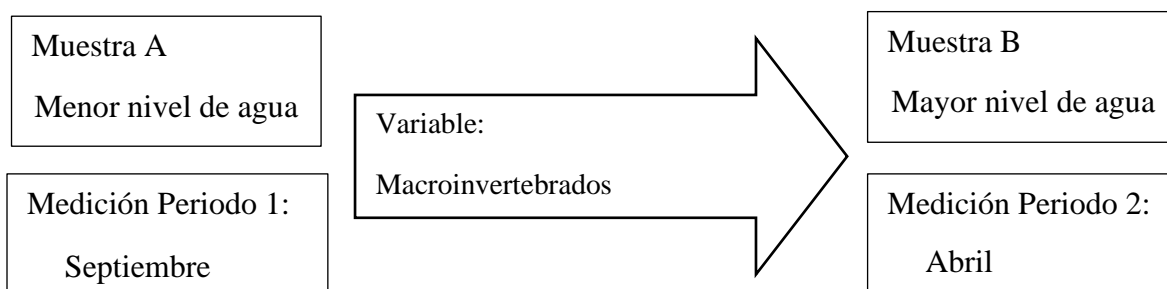


Figura 1. Tipo de estudio y diseño de investigación.

3.2.2. Diseño de investigación.

El estudio se realizó en dos diferentes periodos (de mayor y menor nivel del agua), la toma de muestras se realizó el día 15 de cada mes, iniciando en septiembre y posteriormente en abril, y para la determinación de la calidad del agua se utilizaron métricas simples e índices bióticos para cada periodo de estudio.

3.3. Población y muestra en estudio

3.3.1. Población.

La población del presente estudio está comprendida por el agua de los Humedales de Eten, conformada por las filtraciones del río Reque y las mareas altas.

3.3.2. Ubicación del área de estudio.

Los Humedales de Eten se encuentran a 17 km en dirección suroeste de la ciudad de Chiclayo y se localiza en los 6° 53' 41'' LS/ 79° 53' 41'' LO (extremo Norte) y los 6° 55' 19'' LS/ 79° 52' 22'' LO (extremo Sur) y tiene una altitud entre los 0 y 15 m.s.n.m.

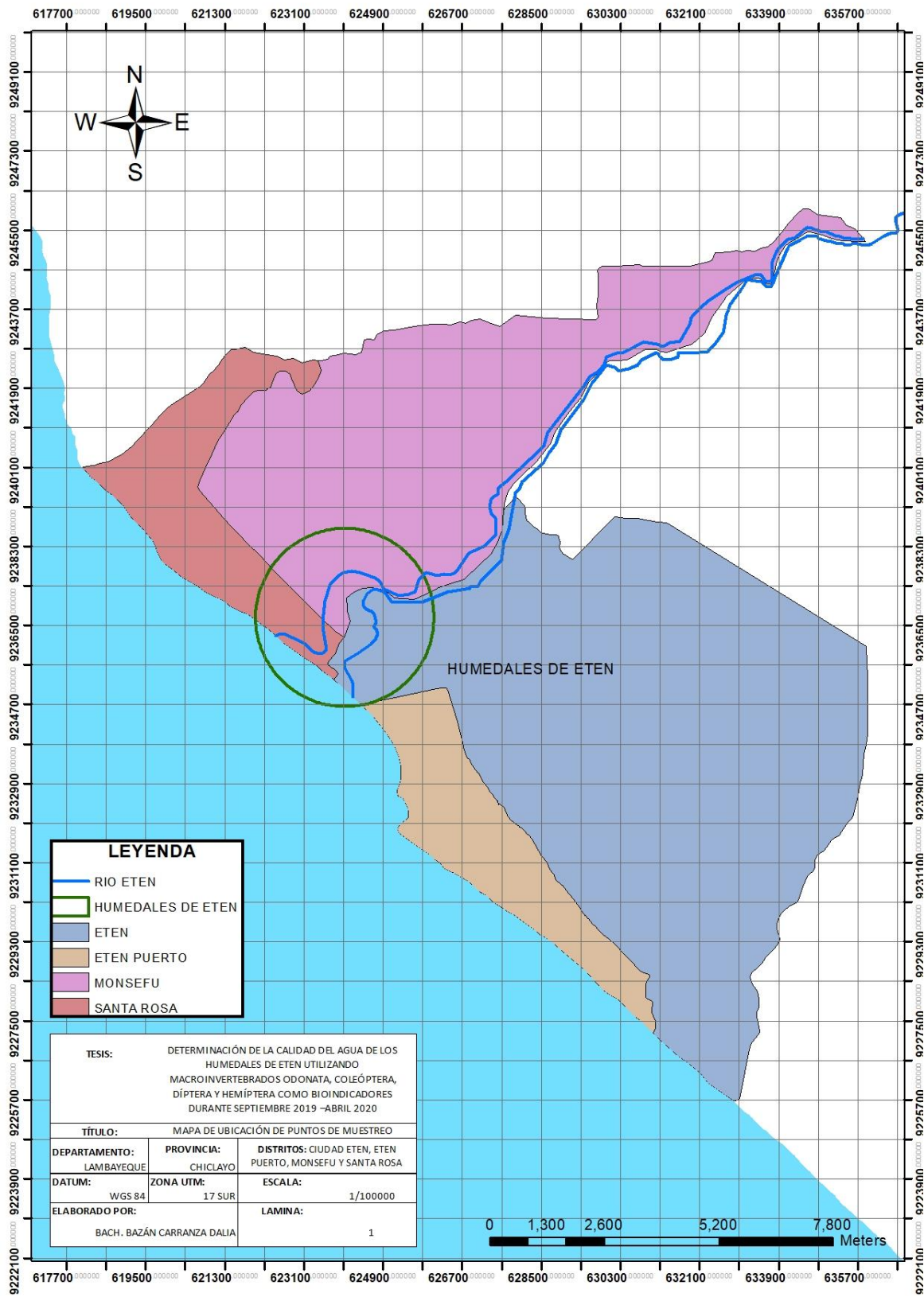


Figura 2. Mapa de ubicación de los Humedales de Eten.

3.3.2. Muestra.

Se tomaron muestras en ambos periodos de estudio sumando un total de 25 litros de agua, extraída de los Humedales de Eten, asimismo, se determinó que el muestreo es de tipo probabilístico de azar simple ya que cada taxa de macroinvertebrados perteneciente a la población tiene la posibilidad de ser recolectado en las muestras.

3.4. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos.

3.4.2. Diseño de estudio.

Tabla 2. *Ubicación de las estaciones de muestreo en los Humedales de Eten (Chiclayo, Perú)*

Estación	Área total de cada	Coordenadas	
	Estación	Latitud	Longitud
P-1	3m ²	622788	9236743
P-2	3m ²	622898	9236461
P-3	3m ²	622948	9236446
P-4	3m ²	623111	9236399
P-5	3m ²	623144	9236435

Fuente: Elaboración propia

El presente estudio se realizó en los Humedales de Eten para lo cual se establecieron 5 estaciones de muestreo en el espejo principal del humedal (Figura 3), cada estación de muestreo tuvo un área total de 3m².

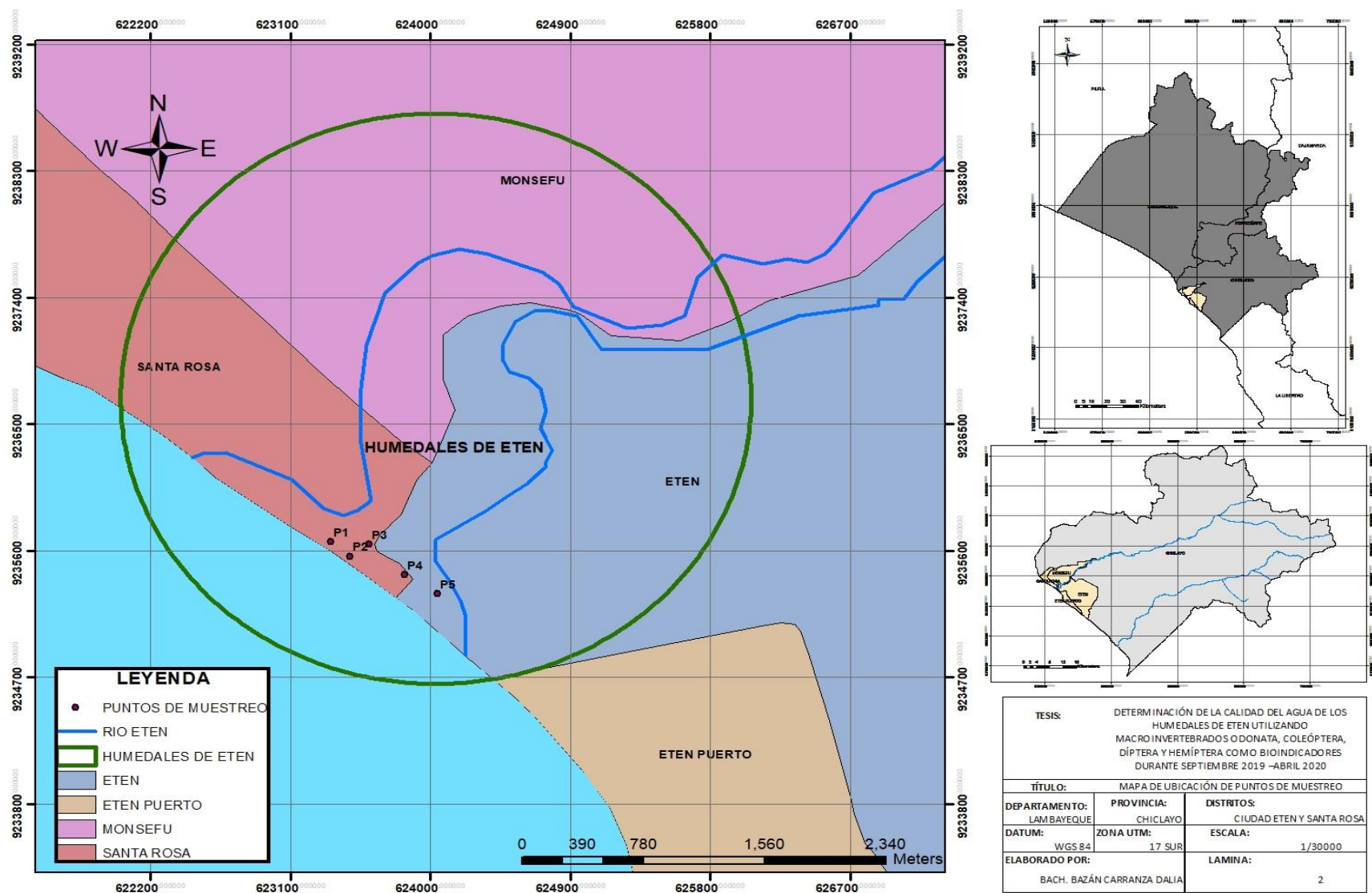


Figura 3. Mapa de ubicación de las estaciones de muestreo.

3.4.3. Periodo de estudio.

Para la determinación del periodo de estudio se tomó en cuenta la hidrología del río Reque, ya que a él se le atribuye la formación del humedal, este río forma parte del conjunto que desembocan en la vertiente del pacífico y usualmente a lo largo del año posee un caudal irregular y escaso, mayormente durante el invierno, sin embargo, este aumenta notablemente en la época de verano debido a las precipitaciones causadas por el “Evento del Niño”. Por ello se vio conveniente dividir el estudio en dos periodos, de menor y mayor nivel de agua.

El periodo de menor nivel de agua comprende meses desde junio a noviembre, y el periodo de mayor nivel de agua comprende meses desde diciembre a mayo. Teniendo conocimiento de ello las muestras fueron tomadas en el mes de septiembre (periodo de menor nivel de agua) y en el mes de abril (periodo de mayor nivel del agua).

3.4.4. Metodología de caracterización ambiental.

Se realizó la determinación de la caracterización ambiental utilizando la “Matriz de Evaluación de Humedales” propuesta por Moss (2006) la cual permitió valorar el estado y/o condición de cada punto de muestreo. (Ver Anexo N° 1 Y Anexo N°2).

3.4.5. Metodología de caracterización fisicoquímica del agua.

En cada estación de muestreo se recolectaron muestras de agua, que posteriormente fueron llevadas a un laboratorio para determinar los principales parámetros fisicoquímicos como son: temperatura, pH, conductividad, demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) oxígeno disuelto.

3.4.6. Metodología de colecta e identificación de taxas.

Se utilizó el Método de recolección cuantitativo para la colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas (Macroinvertebrados) (Ministerio del Ambiente, 2014) siguiendo la técnica de muestreo en aguas de poca corriente o estancada utilizando una Red Surber la cual consta de un marco metálico de 30 x 30 cm, al cual está sujeta una red de unos 80 cm de longitud y con una abertura de malla de 500 μ m, este marco se colocó sobre el fondo y la red se agitó vigorosamente para así generar una corriente de arrastre, a continuación se removió el material del fondo, para que así se queden atrapados los organismos en la red, esta operación se debe realizar hasta tres veces en cada estación de muestreo, esta técnica nos permitirá calcular el número de organismos por m². El material colectado se vació luego en un recipiente con alcohol al 70% para luego realizar la clasificación taxonómica en el laboratorio y se deberá hacer un conteo general de todos los organismos de la muestra. (Anexo 9, Anexo 10 y Anexo 11)

3.4.7. Instrumentos de recolección de datos.

3.4.7.1. Equipos.

- Microscopio
- Termómetro
- Laptop – TOSHIBA satélite C45 – A
- Cámara Powershot sx410 is 20mp 40x
- GPS Garmin MAP 64s

3.4.7.1. Instrumentos.

- Equipo de protección personal
- Red de muestreo Surber
- Alcohol 70%
- Formol 4%
- Bandejas
- Pinzas entomológicas
- 10 frascos de plástico con tapón hermético de 1 litro
- 30 frascos de vidrio de 500 ml.
- 100 Viales
- Etiquetas de papel vegetal u otro resistente al agua
- Hojas de campo y cartografía
- Guías de identificación de macroinvertebrados
- Matriz de evaluación ambiental de humedales

3.5. Procesamiento de datos y análisis estadístico

3.5.1. Caracterización ambiental.

Se sistematizaron los datos físicos divididos entre periodos de muestreo y luego de realizar la caracterización ambiental utilizando la “Matriz de Evaluación de Humedales”, propuesta por Moss (2006), en cada estación de muestreo y en las diferentes épocas de estudio los datos fueron registrados en tablas dinámicas utilizando el programa Microsoft Excel.

3.5.2. Caracterización fisicoquímica del agua.

Los resultados del análisis fisicoquímico del agua fueron registrados en tablas dinámicas utilizando el programa Microsoft Excel. Para su interpretación se tomará como referencia el Decreto Legislativo N°015-2015-MINAM, y para los Humedales de Eten se utilizará los parámetros para la categoría 4: Conservación del ambiente acuático, que están

referidos a aquellos cuerpos de agua superficiales que forman parte de ecosistemas frágiles, áreas naturales protegidas y/o zonas de amortiguamiento y que cuyas características requieren ser protegidas. (Ministerio del Ambiente,2015).

Tabla 3. *Parámetros según el Decreto Legislativo N°015-2015- MINAM*

Parámetro	Categoría 4	
	Ecosistemas marino costeros	
	Estuarios	Marinos
pH	6.8-8.5	6.8-8.6
Conductividad	Sin valor	Sin valor
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	15	10
Oxígeno Disuelto (Valor mínimo)	>=4	>=4

Fuente: Ministerio del Ambiente (2015)

Según el DL N°015-2015 – MINAM, establece que la categoría 4, perteneciente a ecosistemas marino costeros se divide en estuarios y marinos, donde se dispone que para el ecosistema de estuario se considera una buena calidad de agua siempre que esta se encuentre en los rangos de pH entre 6.8 y 8.5, un DBO₅ de hasta 15 mg/L y un oxígeno disuelto mayor o igual a 4 mg/L. Asimismo para el ecosistema marino se determinó que el pH se debe encontrar entre los 6.8 y 8.6, el DBO₅ de hasta 10 mg/L y un oxígeno disuelto mayor o igual a 4 mg/L; por ultimo en ambos ecosistemas no se ha establecido un valor para el parámetro de conductividad.

3.5.3. Composición de macroinvertebrados del humedal.

Se identificaron los taxas hasta el nivel más fino posible, de preferencia en orden, familia y especie, utilizando las guías de identificación “*Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia*” de Roldán (1988), “*Guía de campo macroinvertebrados de la cuenca del Ebro*” de Oscoz (2009) e “*Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos*” de Hanson, P., Springer, M., y Ramírez, A. (2010), los resultados fueron expuestos de manera espacial y temporal (periodos de mayor y menor nivel del agua) en los meses de septiembre y abril y los datos sistematizados utilizado el programa Microsoft Excel.

3.5.4. Riqueza específica (S)

Se determinó utilizando el índice de Margalef, realizando un conteo total de las especies identificadas por cada estación de muestreo establecida *S* y su relación con el número total de individuos observados “*n*”. (Ramírez, 2006)

Índice de Margalef

$$R_1 = \frac{S - 1}{\ln(n)}$$

Donde:

R_1 = Índice de Margalef

S = Especies por estación de muestreo

“n” = Número total de individuos observados

3.5.5. Abundancia y densidad e individuos.

La abundancia se determinó mediante el conteo del número de individuos por cada taxón identificado y para la densidad de individuos se dividió la abundancia entre el área a muestrear de cada estación considerando las tres replicas utilizando Microsoft Excel.

3.5.6. Estructura comunitaria.

3.5.6.1. Índice de diversidad de Shannon – Wiener (H').

Se utilizó para obtener la abundancia proporcional de especies, el índice asume que todas las especies están representadas en la muestra ya que los individuos son seleccionados al azar. (Ramírez, 2006)

$$H' = - \sum_{i=1}^s (p_i)(\log p_i)$$

Donde:

H' = Índice de diversidad de Shannon – Wiener

S = Número de especies

p_i = Abundancia proporcional de la especie i

3.5.6.1. Índice de equidad de Pielou (J').

Mide la proporción de la diversidad observada en relación a la máxima diversidad esperada. El resultado de J' se limita entre 0 y 1. (Ramírez, 2006)

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

Donde:

J' = Índice de equidad de Pielou

H' = Diversidad d Shannon Wiener observada

H'_{max} = Máxima diversidad de Shannon Wiener esperada

3.5.7. Métricas de bioindicación.

Para la determinación de la calidad del agua de las 5 estaciones se utilizaron métricas simples e índices bióticos.

3.5.7.1. Métricas simples.

3.5.7.1.1. Diversidad de Shannon - Wiener (H').

Tabla 4. Clasificación de la calidad del agua de acuerdo a Shannon- Wiener (H')

H' (Log_2)	Calidad del agua
> 3	Limpia
1 – 3	Moderadamente poluída
< 1	Fuertemente poluída

Fuente: Segnini, 2003

Donde nos indica que, si el valor es menor que 1 la calidad de agua será fuertemente poluída, si el valor se encuentra en el rango de 1 y 3 esta se encontrará moderadamente poluída, y finalmente si el valor es mayor que 3 la calidad de agua será limpia.

3.5.7.2. Índices bióticos.

3.5.7.2.1. Índice de monitoreo biológico adaptado para Colombia ($Bmwp/Col$).

Este índice combina el número total de taxa con un valor de tolerancia, el nivel taxonómico mínimo requerido es el de Familia y el resultado final se obtiene sumando todos los valores de tolerancia de cada una de las familias. (Roldán, 2003)

Tabla 5. Puntaje de las familias de macroinvertebrados acuáticos para el índice $BMWP/Col$

Familias	Puntajes
<i>Anomalopsychidae, Atriplectididae, Blephariceridae, Calamoceratidae, Ptilodactylidae, Chordodidae, Gomphidae, Hydridae, Lampyridae, Lymnessiidae, Odontocerida, Oligoneuriidae, Perlidae, Polythoridae, Psephenidae.</i>	10
<i>Ampullariidae, Dytiscidae, Ephemeridae, Euthyplociidae, Gyrinidae, Hydrobiosidae, Leptophlebiidae, Philopotamidae, Polycentropodidae, Xiphocentronidae.</i>	9
<i>Gerridae, Hebridae, Helicopsychidae, Hydrobiidae, Leptoceridae, Lestidae, Palaemonidae, Pleidae, Pseudothelpusidae, Saldidae, Simuliidae, Veliidae.</i>	8
<i>Baetidae, Caenidae, Calopterygidae, Coenagrionidae, Corixidae, Dixidae, Dryopidae, Glossosomatidae, Hyalellidae, Hydroptilidae, Hydropsychidae,</i>	7

<i>Leptohyphidae, Naucoridae, Notonectidae, Planariidae, Psychodidae, Scirtidae.</i>	
<i>Aeshnidae, Ancyliidae, Corydalidae, Elmidae, Libellulidae, Limnichidae, Lutrochidae, Megapodagrionidae, Sialidae, Staphylinidae.</i>	6
<i>Belostomatidae, Gelastocoridae, Hydropsychidae, Mesoveliidae, Nepidae, Planorbiidae, Pyralidae, Tabanidae, Thiaridae.</i>	5
<i>Chrysomelidae, Stratiomyidae, Haliplidae, Empididae, Dolichopodidae, Sphaeriidae, Lymnaeidae, Hydraenidae, Hydrometridae, Noteridae</i>	4
<i>Ceratopogonidae, Glossiphoniidae, Cyclobdellidae, Hydrophilidae, Physidae, Tipulidae.</i>	3
<i>Culicidae, Chironomidae, Muscidae, Sciomyzidae</i>	2
<i>Tubificidae</i>	1

Fuente: Roldán, 2003

Donde el menor puntaje es 1 y se le otorga a la familia que indica mayor contaminación, y así consecutivamente hasta llegar al puntaje 10, siendo este el de mayor valor el cual se les adjudica a las familias que indican menor contaminación.

Tabla 6. Clases de calidad del agua, valores del BMWP/Col, significado y colores.

Clase	Calidad del agua	BMWP/Col	Significado	Color
I	Buena	150 - 101	Aguas muy limpias	Azul
II	Aceptable	61 – 100	Aguas ligeramente contaminadas	Verde
III	Dudosa	36 – 60	Aguas moderadamente contaminadas	Amarrillo
IV	Critica	16 – 35	Aguas muy contaminadas	Naranja
V	Muy critica	< 15	Aguas fuertemente contaminadas	Rojo

Fuente: Roldán, 2003

Según el índice BMWP/Col existen 5 clases de calidad de agua, donde la calidad de clase I indica una calidad de agua buena, que debe encontrarse en el rango de 150 y 101, y tiene un significado de aguas muy limpias y se le dará una coloración azul; la clase II indica una calidad de agua aceptable, oscilando entre 61 y 100 puntos, con un significado de aguas ligeramente contaminadas y se le proporcionará una coloración verde; en la clase III se obtiene una calidad de agua dudosa, donde el rango debe hallarse entre 36 y 60, teniendo un significado de aguas modernamente contaminadas, y se otorgara una coloración amarilla, asimismo la clase IV indica una calidad de agua critica, con un rango entre 16 y 35 puntos, considerando un

significado de aguas muy contaminadas y se le dará una coloración naranja, y finalmente la clase V que indica una calidad de agua muy crítica, que se obtiene teniendo valores menores a 15 puntos, que representa a aguas fuertemente contaminadas otorgándole una coloración roja.

3.5.7.2.2. Puntaje promedio por taxón (ASPT).

Este índice representa la tolerancia promedio de los taxa dentro de la comunidad, el nivel taxonómico mínimo requerido es el de Familia y el valor final se obtiene por la división del valor de BMWP/Col y el número total de familias. (Galbrand et al, 2007)

Tabla 7. Valores de ASPT y escala de calidad del agua.

ASPT	Calidad del agua
> 6	Excelente
5.5 – 6.0	Muy buena
5.0 – 5.5	Buena
4.5 – 5.0	Moderada
4.0 – 4.5	Moderadamente pobre
< 4.0	Pobre

Fuente: Galbrand et al, 2007

Según los valores del ASPT si se tiene una puntuación menor a 4 la calidad de agua será pobre, con un puntaje entre 4 y 4.5 se considera una calidad de agua moderadamente pobre, los valores entre 4.5 y 5 indican una calidad de agua moderada, si estos oscilan entre 5 y 5.5 la calidad de agua será buena, si fluctúan entre 5.5 y 6 la calidad de agua será muy buena y finalmente si la puntuación alcanzada es mayor que 6 la calidad de agua será excelente.

3.5.7.2.3. Puntaje de contaminación en los humedales del cisne usando macroinvertebrados acuáticos (SWAMPS).

Los valores numéricos asignados a las familias de macroinvertebrados acuáticos reflejan su grado de sensibilidad al enriquecimiento por nutrientes. El índice SWAMPS se obtiene al dividir la sumatoria de los valores de tolerancia de cada familia entre el número de familias registrado. (Davis et al, 1999)

Tabla 8. Valor del grado de sensibilidad para SWAMPS

Taxa	Grado
Insecta	
Ephemeroptera	
<i>Caenidae</i>	7
<i>Baetidae</i>	7

Odonata	
<i>Coenagrionidae</i>	5
<i>Magapodagrionidae</i>	4
<i>Lestidae</i>	6
<i>Aeshnidae</i>	7
<i>Corduliidae</i>	7
<i>Libellulidae</i>	8
<i>Zygoptera juveniles</i>	7
<i>Anisoptera juveniles</i>	7
Hemíptera	
<i>Notonectidae</i>	5
<i>Corixidae</i>	1
<i>Pleidae</i>	7
<i>Veliidae</i>	6
<i>Mesoveliidae</i>	6
Coleóptera	
<i>Haliplidae</i>	7
<i>Dytiscidae</i>	5
<i>Hydrophilidae</i>	6
<i>Chrysomelidae</i>	7
<i>Helodidae</i>	7
<i>Ptilodactylidae</i>	6
<i>Noteridae</i>	4
Díptera	
<i>Chironomidae</i>	5
<i>Tanypodinae</i>	7
<i>Orthocladinae</i>	5
<i>Ceratopogonidae</i>	7
<i>Stratiomyidae</i>	5
<i>Tabanidae</i>	6
<i>Culicidae</i>	7
<i>Ephydriidae</i>	6
<i>Thaumauleidae</i>	7

<i>Tipulidae</i>	4
<i>Simuliidae</i>	7
Lepidóptera	
<i>Pyralidae</i>	7
Trichoptera	
<i>Ecnomidae</i>	6
<i>Leptoceridae</i>	5
<i>Hydroptilidae</i>	7

Fuente: Davis *et al*, 1999

Para los valores de SWAMPS se le dio un puntaje específico a cada familia y estas se organizaron por órdenes.

Tabla 9. *Categoría de calidad del agua asociada al valor de SWAMPS*

SWAMPS	Categoría de calidad del agua
> 6.0	Buena calidad
5.0 – 6.0	Dudosa calidad, leve enriquecimiento de nutrientes o polución
4.0 – 5.0	Moderado enriquecimiento de nutrientes o polución
< 4.0	Severo enriquecimiento de nutrientes o polución

Fuente: Davis *et al*, 1999

Según las categorías de calidad de agua si se obtiene un valor menor a 4, el agua se encontrará con un severo enriquecimiento de nutrientes o polución, si se obtienen valores entre 4 y 5 esta tendrá un moderado enriquecimiento de nutrientes o polución, si el valor obtenido oscila entre 5 y 6 se tendrá un agua de dudosa calidad con leve enriquecimiento de nutrientes o polución y finalmente si el valor es mayor que 6 el agua será de buena calidad.

3.5.8. Determinación de la calidad de agua de los Humedales de Eten.

Para ello se utilizó el análisis de la riqueza de especies, los parámetros fisicoquímicos, la valoración ambiental según Moss y los 4 índices biológicos: Diversidad de Shannon - Wiener (H'), Índice de Monitoreo Biológico adaptado para Colombia (BMWP/Col), Puntaje Promedio por Taxón (ASPT) y Puntaje de Contaminación en los Humedales del Cisne Usando Macroinvertebrados Acuáticos (SWAMPS).

IV. Resultados

4.1. Efectuar la caracterización ambiental y fisicoquímica del agua con los parámetros de temperatura, pH, conductividad, DBO₅ y oxígeno disuelto en periodos de menor y mayor nivel de agua.

4.1.1. Caracterización ambiental.

Se realizó la valoración ambiental de cada estación de muestreo, y en las dos épocas de estudio (septiembre 2019 y abril 2020), para ello se utilizó la Matriz de Evaluación de Humedales, propuesta por Moss (2006).

Tabla 10. Valoración ambiental de las estaciones de muestreo de los Humedales de Eten (Chiclayo, Perú) en los meses de septiembre 2019 y abril 2020

Estación	Valoración ambiental (Moss 2006)			
	Septiembre - 2019		Abril - 2020	
	Puntaje	Valor	Puntaje	Valor
P-01	632	Bueno	563	Bueno
P-02	612	Bueno	543	Bueno
P-03	613	Bueno	543	Bueno
P-04	587	Bueno	518	Bueno
P-05	587	Bueno	518	Bueno

Fuente: Elaboración propia

Los puntajes obtenidos fueron similares en cada estación de muestreo y en ambas épocas de estudio, oscilando desde los 518 puntos a 632 puntos, a pesar de esa diferencia y aplicando la escala ambiental de Moss (2006), el valor ambiental arrojado para todas las estaciones de muestreo dio como resultado “Bueno”.

4.1.2. Caracterización fisicoquímica del agua

Se realizó la caracterización física del agua de los Humedales de Eten en dos épocas, la primera época de menor nivel de agua, en el mes de septiembre del 2019 y la segunda época de mayor nivel de agua que corresponde al mes de abril del 2020. (Anexo 3 y Anexo 4)

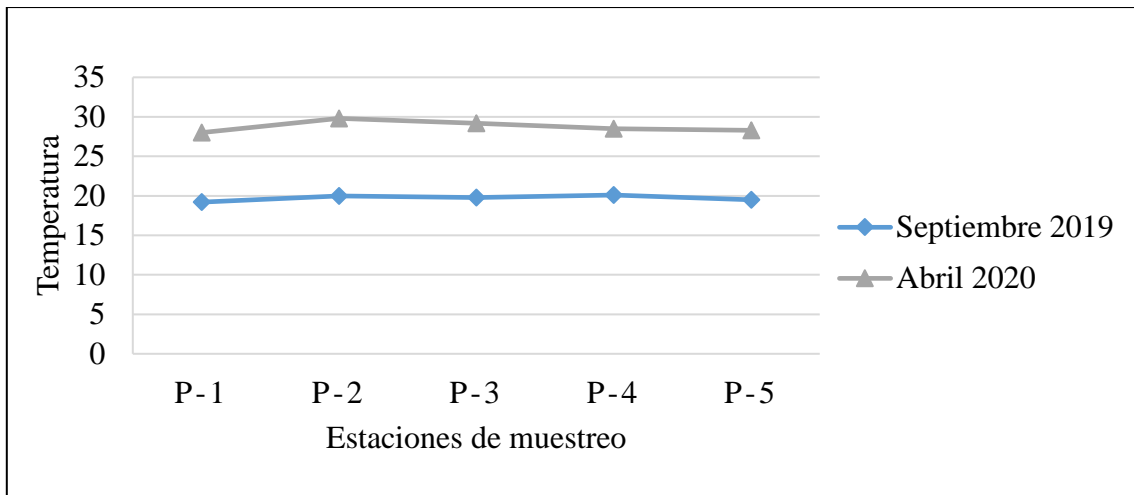


Figura 4. Temperatura del agua de los Humedales de Eten septiembre 2019 - abril 2020.

En la primera época (septiembre – 2019), el valor mínimo de la temperatura del agua fue de 19.2 °C (P-1) y el valor máximo registrado fue de 20.1 °C (P-4) asimismo en la segunda época (abril – 2020), se obtuvieron registros de la temperatura del agua que oscilan desde los 28°C (P-1) hasta los 29.8°C (P-2).

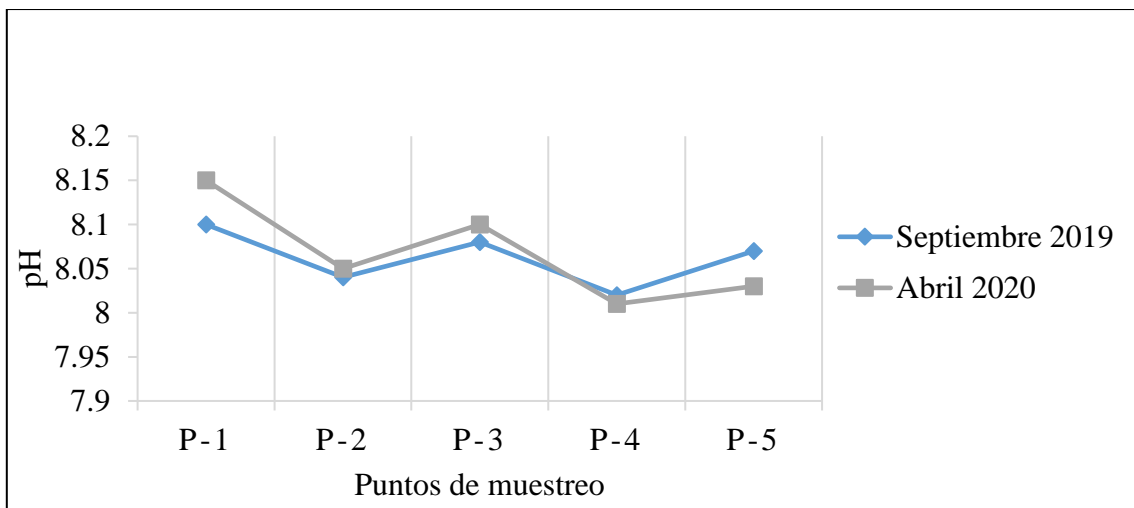


Figura 5. pH del agua de los Humedales de Eten septiembre 2019 - abril 2020.

El pH registró un valor alcalino constante; en la primera época de estudio (septiembre – 2019) se obtuvieron valores que oscilaron entre 8.02 (P - 4) y 8.10 (P-1), de similar forma en la segunda época (abril – 2020), los valores fluctuaron entre 8.01 (P-4) y 8.15 (P-1).

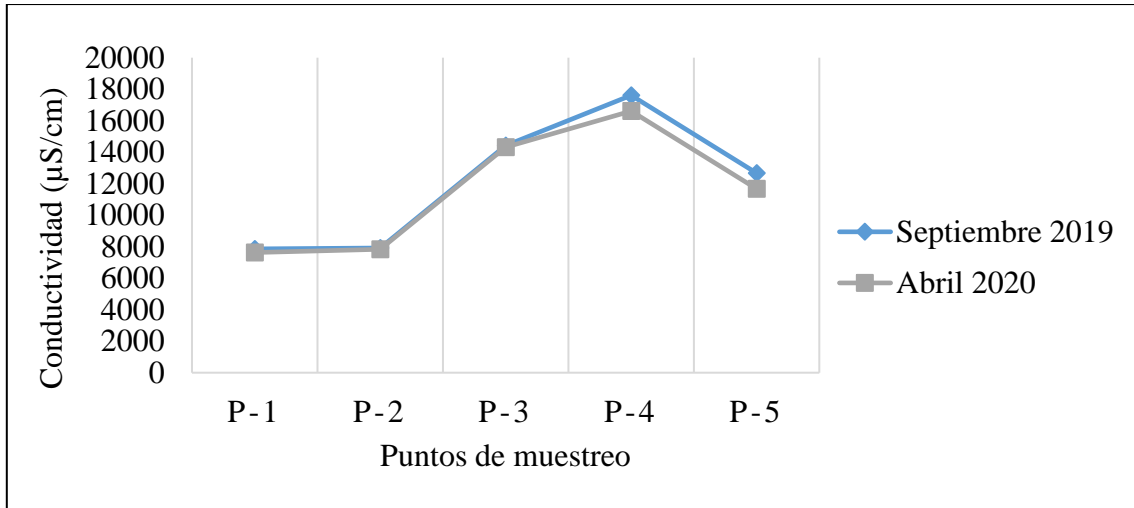


Figura 6. Conductividad del agua de los Humedales de Eten septiembre 2019 - abril 2020.

En la primera época de estudio (septiembre – 2019) la conductividad eléctrica obtuvo valores desde los 7860 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (P-1) hasta 17610 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (P-4), asimismo en la segunda época (abril – 2020) los resultados oscilaron desde los 7630 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (P-1) hasta los 16610 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (P-4).

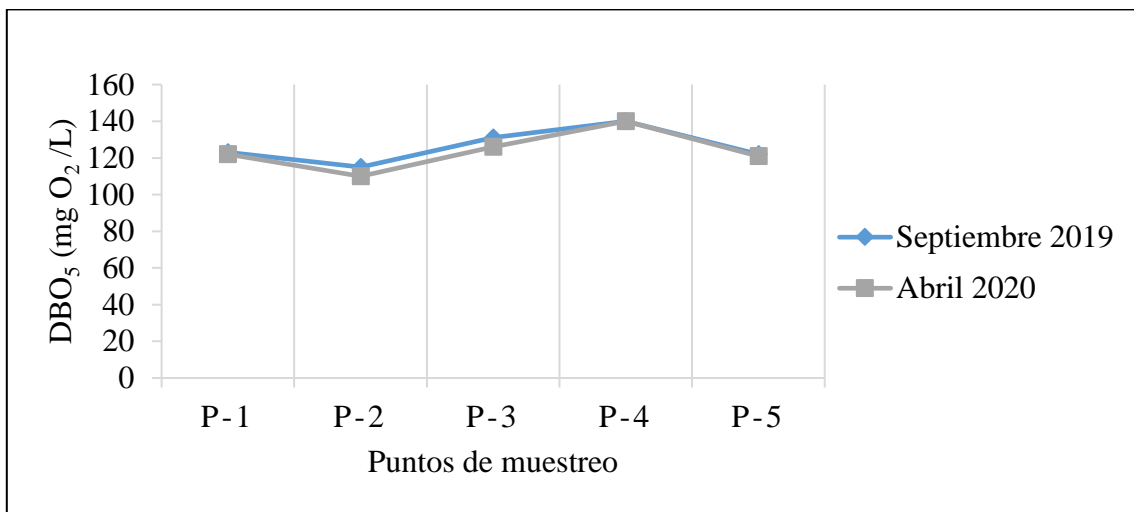


Figura 7. DBO₅ del agua de los Humedales de Eten septiembre 2019 - abril 2020.

Respecto a la demanda bioquímica de oxígeno, para ambas épocas de estudio (septiembre – 2019 y abril – 2020) el valor más alto fue de 140 mg O₂/L (P-4).

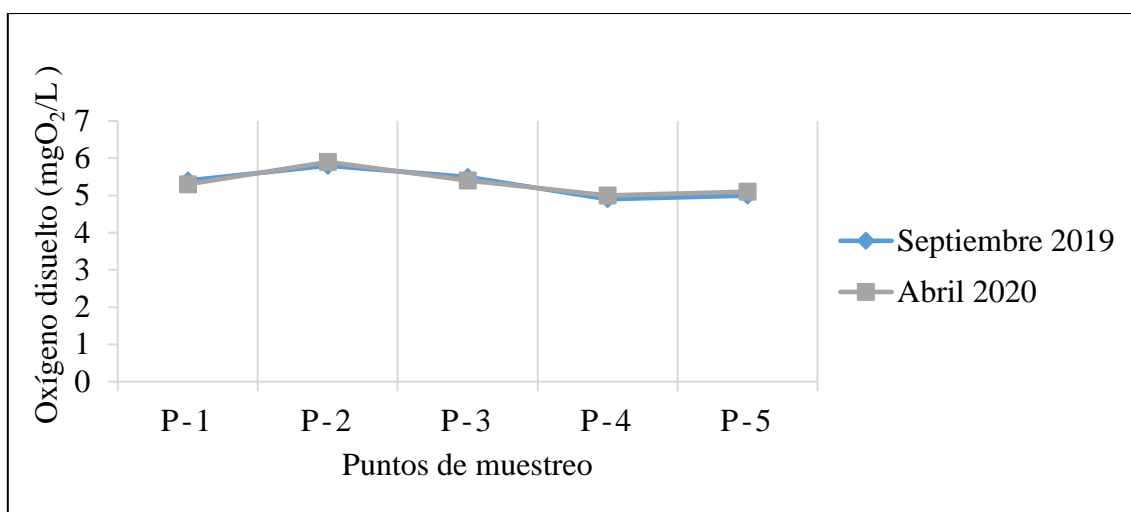


Figura 8. Oxígeno disuelto del agua de los Humedales de Eten septiembre 2019 - abril 2020.

En la primera época de estudio (septiembre – 2019) la concentración de oxígeno disuelto varió desde 4.9 mgO₂/L (P-4) hasta 5.8 mgO₂/L (P-2), de similar forma en la segunda época (abril - 2020) el oxígeno disuelto se mantuvo en un rango desde los 5 mg O₂/L (P-4) a 5.9 mg O₂/L (P-2).

4.2. Realizar la identificación taxonómica de los macroinvertebrados encontrados en el muestreo durante ambos periodos de estudio

Se realizó la identificación de los macroinvertebrados de los Humedales de Eten, en ambas épocas de estudio, de menor nivel de agua (septiembre – 2019) y mayor nivel de agua (abril – 2020). Cuyos resultados fueron plasmados en la siguiente tabla:

Tabla 11. Composición y abundancia de los macroinvertebrados en los Humedales de Eten (Chiclayo, Perú) en septiembre 2019 y abril 2020.

Macroinvertebrados de los Humedales de Eten					
Orden	Familia	Especie	Septiembre 2019	Abril 2020	Total
Odonata	<i>Coenagrionidae</i>	<i>Ischnura spp.</i>	16		16
		<i>Acanthagrion spp</i>	10		10
Coleóptera	<i>Hydraenidae</i>	<i>Hydraena sp.</i>		1	1
	<i>Hydrophilidae</i>	<i>Tropisternus sp</i>	18	3	21
Díptera	<i>Psychodidae</i>	<i>Psychoda sp.</i>	3	6	9
	<i>Chironomidae</i>	<i>Larsia sp.</i>	1	1	2
		<i>Chironomus sp.</i>	28	8	36
	<i>Culicidae</i>	<i>Anopheles sp.</i>	13	10	23

		<i>Culex sp.</i>	5	2	7
		<i>Aedes sp.</i>	2	1	3
	<i>Stratiomyidae</i>	<i>Odontomyia sp.</i>	21	41	62
Hemíptera	<i>Corixidae</i>	<i>Trichocorixa reticulata</i>	2990	8371	11361
	<i>Pleidae</i>	<i>Paraplea puella</i>	1		1
Riqueza			12	10	13
Abundancia			3108	8444	11552

Fuente: Elaboración propia

El orden Odonata estuvo representado por la familia *Coenagrionidae*, la cual se dividió en 2 especies *Ischnura spp.*, y *Acanthagrion spp.*; el Coleóptera estuvo distribuido en 2 familias y 2 especies, *Hydrophilidae* con *Tropisternus sp.* e *Hydraenidae* con *Hydraena sp.*; el orden Díptera se dividió en 4 familias, *Psychodidae* con la especie *Psychoda sp.*, *Chironomidae* con las especies *Larsia sp.*, y *Chironomus sp.*, la familia *Culicidae* con *Anopheles sp.*, *Culex sp.*, y *Aedes sp.* y *Stratiomyidae* con la especie *Odontomyia sp.*; finalmente el orden Hemíptera con las familias *Corixidae* y *Pleidae*, y las especies *Trichocorixa reticulata* y *Paraplea puella* respectivamente.

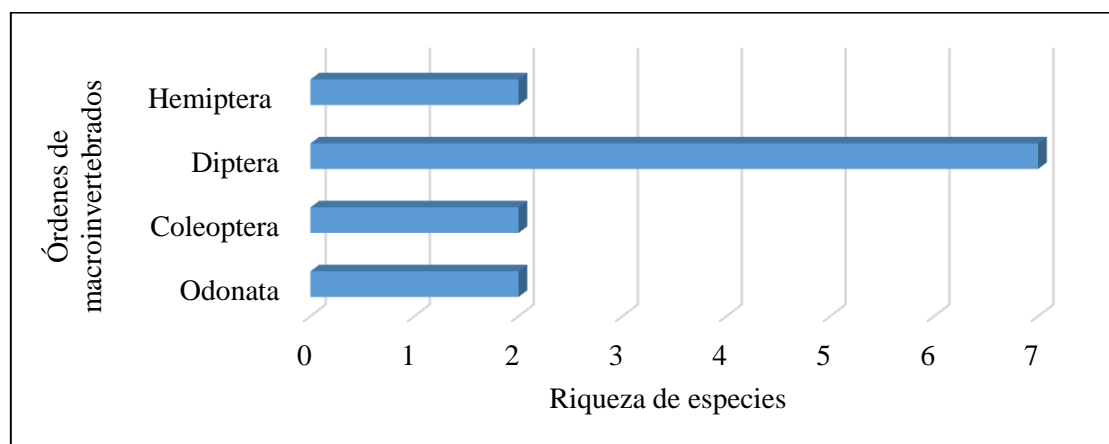


Figura 9. Riqueza de especies de macroinvertebrados de los Humedales de Eten.

Respecto a la riqueza de especies fueron identificados en total 13 especies de insectos acuáticos, donde el orden Díptera presento la mayor riqueza con 7 especies, seguido del Odonata, Coleóptera y Hemíptera con 2 familias cada uno.

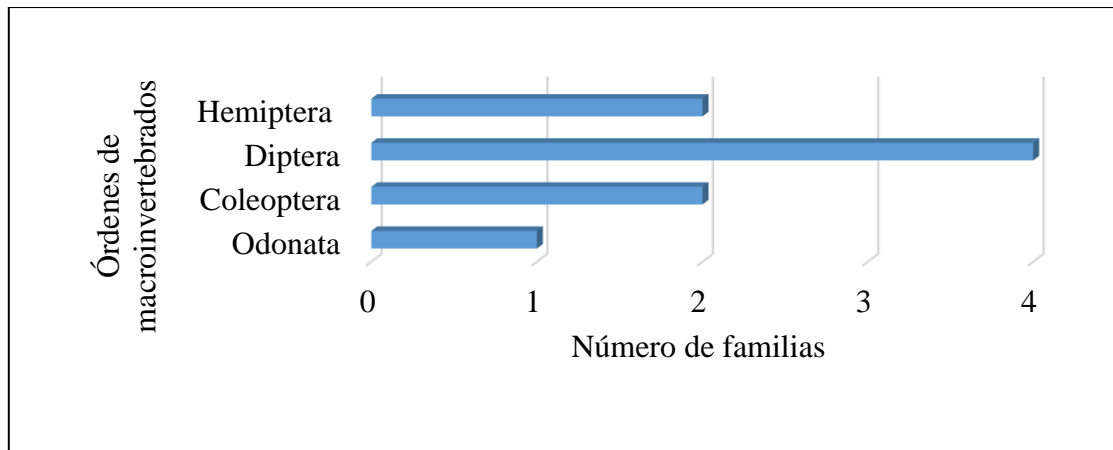


Figura 10. Riqueza por familias de macroinvertebrados de los Humedales de Eten.

En relación a la riqueza por familias fueron identificadas 9 familias de insectos acuáticos, donde el orden Díptera obtuvo la mayor riqueza con 4 familias, seguido del Coleóptera y Hemíptera con 2 familia cada uno, y finalmente la Odonata con solo 1 familia.

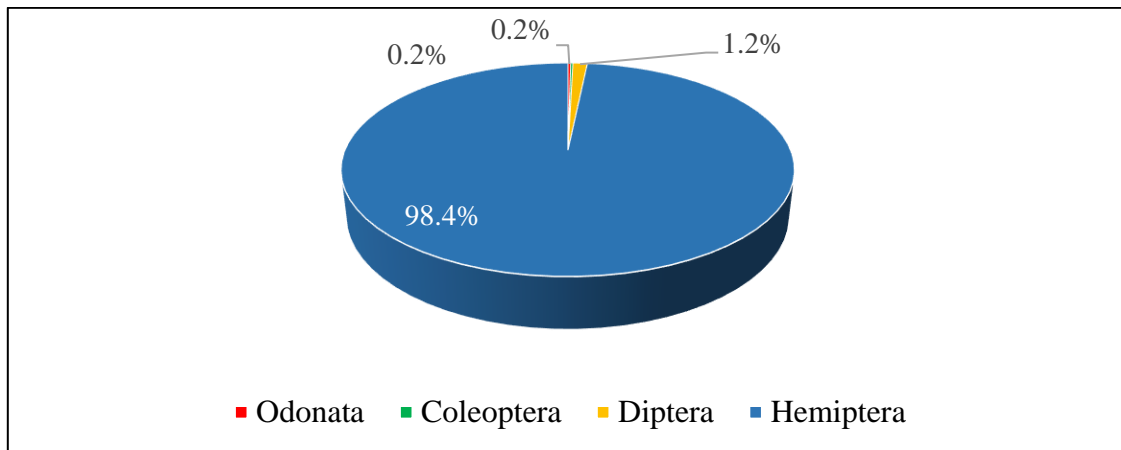


Figura 11. Porcentaje de la abundancia de macroinvertebrados de los Humedales de Eten.

Respecto a la abundancia de macroinvertebrados acuáticos, estos sumaron un total de 11552 individuos, de los cuales el orden Hemíptera fue el más abundante, representando el 98.4% del total, con 11362 individuos en 2 familias, de las cuales *Corixidae* presentó mayor abundancia (Tabla 11). En segundo lugar, el orden Díptera con un porcentaje de 1.2% y presentando un total de 142 individuos en 4 familias, donde *Stratiomyidae* obtuvo la mayor abundancia con un total de 62 individuos (Tabla 11). El orden Odonata alcanzó un porcentaje de 0.2 % y se contabilizó un total de 26 individuos pertenecientes a 1 familia la *Coenagrionidae* (Tabla 11); finalmente el orden Coleóptera que también represento un 0.2% y fueron cuantificados 22 individuos en 2 familias donde la *Hydrophilidae* presento mayor abundancia con 21 individuos. (Tabla 11).

4.2.1. Época de menor nivel de agua – septiembre 2019.

Tabla 12. Riqueza y abundancia de macroinvertebrados en los Humedales de Eten - septiembre 2019

Macroinvertebrados de los Humedales de Eten								
Orden	Familia	Especie	Septiembre - 2019					Total
			P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	
Odonata	<i>Coenagrionidae</i>	<i>Ischnura spp.</i>	3	5		8		16
		<i>Acanthagrion spp.</i>	4	6				10
Coleóptera	<i>Hydrophilidae</i>	<i>Tropisternus sp.</i>	6			7	5	18
Díptera	<i>Psychodidae</i>	<i>Psychoda sp.</i>			2		1	3
		<i>Chironomidae</i>					1	1
	<i>Culicidae</i>	<i>Chironomus sp.</i>	5	7	3	4	9	28
		<i>Anopheles sp.</i>	2	4	1	1	5	13
<i>Culex sp.</i>				1		4	5	
		<i>Aedes sp.</i>	1			1	2	
	<i>Stratiomyidae</i>	<i>Odontomyia sp.</i>	3	5	7	2	4	21
Hemíptera	<i>Corixidae</i>	<i>Trichocorixa</i>	632	587	309	650	812	2990
		<i>reticulata</i>						
	<i>Pleidae</i>	<i>Paraplea puella</i>		1				1
Riqueza			8	7	6	6	9	12
Abundancia			656	615	323	672	842	3108

Fuente: Elaboración propia.

La riqueza fue de 12 especies agrupadas en 8 familias y 4 órdenes. El orden Díptera presentó mayor riqueza con 4 familias (*Psychodidae*, *Chironomidae*, *Culicidae* y *Stratiomyidae*) de ellas *Culicidae* presentó 3 especies (*Anopheles sp.*, *Culex sp.*, y *Aedes sp.*) siendo la familia con mayor riqueza. En segundo lugar, el orden Hemíptera presentó 2 familias (*Corixidae* y *Pleidae*) cada una con 1 especie. El orden Odonata con la familia *Coenagrionidae* y 2 especies, *Ischnura spp.*, y *Acanthagrion spp.* Finalmente, el Coleóptera con la familia *Hydrophilidae* y la especie *Tropisternus sp.*

La abundancia de individuos fue de 3108. La especie que presentó mayor abundancia fue la *Trichocorixa reticulata* con 2990 individuos, pertenecientes a la familia *Corixidae* del orden Hemíptera. En segundo lugar, *Chironomus sp.* con 28 individuos que corresponden a la familia *Chironomidae*; *Odontomyia sp.*, con 21 individuos perteneciente a la familia *Stratiomyidae*; *Anopheles sp.* con 13 individuos de la familia *Culicidae*, familias del orden

Díptera. El orden Coleóptera con la familia *Hydrophilidae* y la especie *Tropisternus sp.* (Figura 13) con un total de 18 individuos. La especie *Ischnura spp.* (Figura 12), con 16 individuos e *Acanthagrion spp.*, con 10 individuos, ambas de la familia *Coenagrionidae* del orden Odonata.

Las especies que tuvieron menor abundancia fueron *Culex sp.*, con 5 individuos y *Aedes sp.*, con 2; ambas de la familia *Culicidae*; seguido de *Psychoda sp.*, con 3 individuos pertenecientes a la familia *Psychodidae*; *Larsia sp.*, con 1 individuo de la familia *Chironomidae*, todas corresponden al orden Díptera. Y finalmente el orden Hemíptera con la familia *Pleidae* y la especie *Paraplea puella* con 1 individuo.

Las especies dominantes por su presencia en todas las estaciones de muestreo fueron 4, *Chironomus sp.*, *Anopheles sp.*, *Odontomyia sp.*, y *Trichocorixa reticulata*. Y la especie dominante por la abundancia de individuos fue *Trichocorixa reticulata* (96%).



Figura 12. *Ischnura spp.*



Figura 13. *Tropisternus sp.*

4.2.2. Época de mayor nivel de agua – abril 2020.

Tabla 13. Riqueza y abundancia de macroinvertebrados en los Humedales de Eten - abril 2020

Macroinvertebrados de los Humedales de Eten								
Orden	Familia	Especie	Abril- 2020					Total
			P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	
Coleóptera	<i>Hydraenidae</i>	<i>Hydraena sp.</i>		1				1
	<i>Hydrophilidae</i>	<i>Tropisternus sp.</i>	3					3
Díptera	<i>Psychodidae</i>	<i>Psychoda sp.</i>		1				5
	<i>Chironomidae</i>	<i>Larsia sp.</i>						1
		<i>Chironomus sp.</i>	2	1	2	1	2	8
	<i>Culicidae</i>	<i>Anopheles sp.</i>	4			2	4	10
		<i>Culex sp.</i>		1		1		2
		<i>Aedes sp.</i>					1	1
	<i>Stratiomyidae</i>	<i>Odontomyia sp.</i>	4	12	5	6	14	41
Hemíptera	<i>Corixidae</i>	<i>Trichocorixa reticulata</i>	2456	819	425	1387	3284	8371
Riqueza			5	6	3	5	7	10
Abundancia			2469	835	432	1397	3311	8444

Fuente: Elaboración propia

La riqueza fue de 10 especies agrupadas en 7 familias y 3 órdenes. El orden Díptera presentó la mayor riqueza con 4 familias (*Psychodidae*, *Chironomidae*, *Culicidae* y *Stratiomyidae*), de las cuales *Culicidae* con 3 especies (*Anopheles sp.*, *Culex sp.*, y *Aedes sp.*) viene a ser la familia con mayor riqueza. En segundo lugar, el orden Coleóptera presentó 2 familias (*Hydraenidae* e *Hydrophilidae*) cada una con 1 especie. Finalmente, el orden Hemíptera con la familia *Corixidae* y la especie *Trichocorixa reticulata* (Figura 17).

La abundancia de individuos fue de 8444. La especie que presentó mayor abundancia fue la *Trichocorixa reticulata* con 8371 individuos de la familia *Corixidae* del orden Hemíptera. En segundo lugar, *Odontomyia sp.* (Figura 16) con 41 individuos de la familia *Stratiomyidae*; *Anopheles sp.* con 10 individuos pertenecientes a la familia *Culicidae*; *Chironomus sp.* de la familia *Chironomidae* con 8 individuos; *Psychoda sp.* con un recuento de 6 individuos de la familia *Psychodidae* (Figura 14), familias que corresponden al orden Díptera.

Las especies que tuvieron menor abundancia fueron, *Tropisternus sp.*, de la familia *Hydrophilidae* con 3 individuos; *Hydraena sp.*, de la familia *Hydraenidae* con 1 individuo; ambas del orden Coleóptera. *Culex sp.*, con 2 individuos, *Aedes sp.*, con 1, ambos pertenecientes a la familia *Culicidae*; y *Larsia sp.*, de la familia *Chironomidae* con 1 individuo, familias pertenecientes al orden Díptera.

Las especies dominantes por su presencia en todas las estaciones de muestreo fueron 3, *Chironomus sp.*, *Odontomyia sp.* (Figura 15), y *Trichocorixa reticulata*. Y la especie dominante por la abundancia de individuos fue *Trichocorixa reticulata*.



Figura 14. Familia Psychodidae (pupa) y *Odontomyia sp.* (adulto).



Figura 15. *Odontomyia sp.*



Figura 16. *Trichocorixa reticulata*.

4.2.3 Riqueza específica (S).

Para hallar la riqueza específica se utilizó el índice de Margalef, para cada estación de muestreo y en las dos épocas de estudio, de mayor nivel de agua (septiembre – 2019) y de menor nivel de agua (abril – 2020).

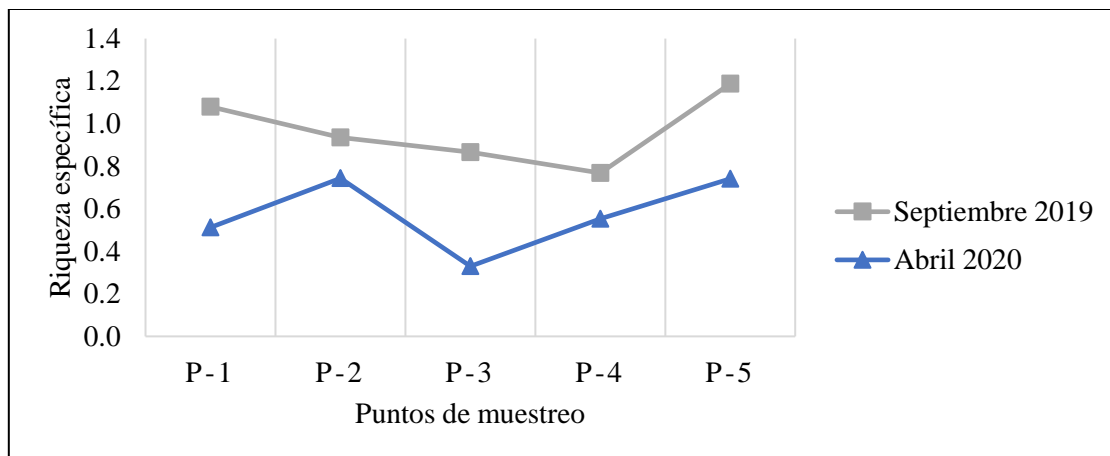


Figura 17. Riqueza específica de macroinvertebrados por estaciones de muestreo.

En la primera época de estudio (septiembre 2019), la estación P-5 tuvo la mayor riqueza con un valor de 1.2, seguido de la estación P-1 que alcanzó un valor de 1.1; asimismo las estaciones P-2 y P-3 obtuvieron el valor de 0.9 cada una, finalmente la estación P-4 alcanzó la menor riqueza con un valor de 0.8. Por otra parte, en la segunda época de estudio (abril 2020), la estaciones P-2 y P-5 obtuvieron el mayor valor de 0.7, siendo el valor más alto; seguido de la estación P-4 con un valor de 0.6 y la estación P-1 con un valor de 0.5 y finalmente la estación P-3 alcanzó el menor valor de 0.3.

4.2.4. Abundancia y densidad de individuos.

Para hallar la abundancia de individuos se realizó un conteo general de individuos por punto de muestreo y época de estudio.

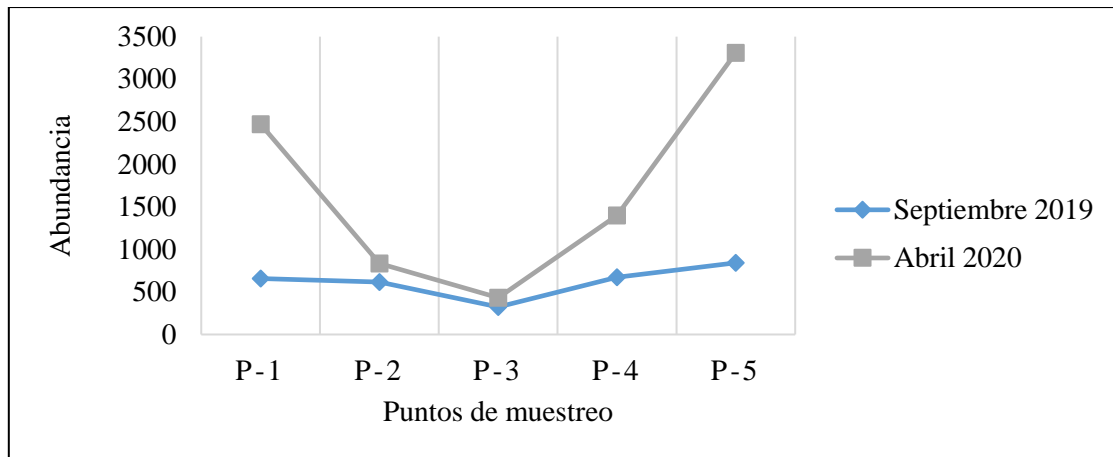


Figura 18. Abundancia de macroinvertebrados por estaciones de muestreo.

En la primera época de estudio (septiembre 2019) la estación P-5 fue la que presentó mayor abundancia de individuos con un total de 842, seguido de la P-4, P-1 y P-2 con un total de 672, 656 y 615 individuos respectivamente, finalmente la estación P-3 fue la que mostró menor abundancia con un total de 323 individuos. Asimismo, en la segunda época de estudio (abril 2020) la estación P-5 fue la que presentó una mayor abundancia de individuos con un total de 3311. En segundo lugar, la estación P-1 obtuvo un total de 2469. En tercer lugar, la estación P-2 alcanzó un total de 1397. Seguido de la estación P-2 que obtuvo la suma de 835 individuos y finalmente la estación P-3 con 432 individuos.



Figura 19. Abundancia de individuos del género *Trichocorixa reticulata*.

Para determinar la densidad de individuos se dividió la abundancia de individuos entre el área total de cada estación de muestreo (3m^2).

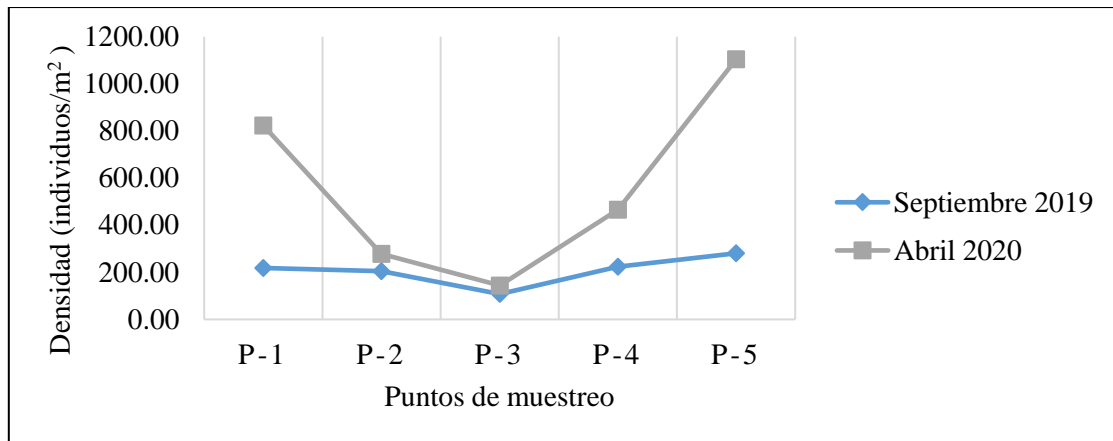


Figura 20. Densidad de macroinvertebrados por estaciones de muestreo.

Se logró determinar que, en ambas épocas de estudio la mayor densidad de macroinvertebrados se situó en la estación de muestreo P-5. Para la época de menor nivel de agua (septiembre 2019) el resultado fue de 280.67 individuos/m² y para la de mayor nivel de agua (abril 2020) el resultado fue de 1103.67 individuos/m². Asimismo, se pudo observar que en la estación de muestreo P-3 se encontraron los valores de densidad más bajos para cada época de estudio. En la época de menor nivel de agua (septiembre 2019) el resultado fue de 107.67 individuos/m² y en la de mayor nivel de agua (abril 2020) el resultado fue de 144 individuos/m².

4.2.5. Estructura comunitaria.

Se analizó la estructura de la comunidad a través del índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') y el índice de equidad de Pielou (J') considerando las 3 réplicas tomadas en cada estación de muestreo.

4.2.5.1. Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H').

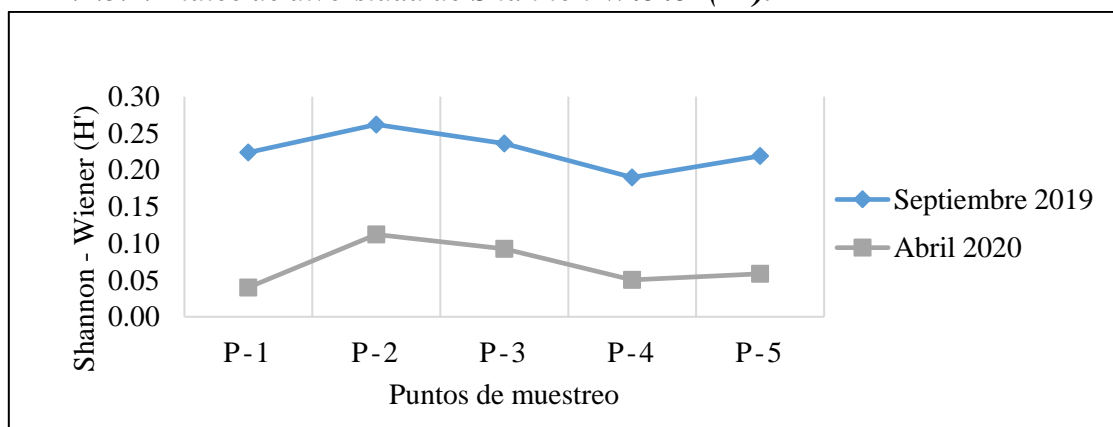


Figura 21. Índice de diversidad de Shannon - Wiener (H') - Humedales de Eten.

En la primera época de estudio (septiembre 2019) el valor más alto fue de 0.26 en la estación P-2; seguido de la estación P-3 con 0.24; asimismo las estaciones P-1 y P-5 con un valor de 0.22 para cada una; y finalmente la estación P-4 con 0.19. En la segunda época de

estudio (abril 2020) el valor más alto fue de 0.11 de la estación P-2, seguido de la estación P-3 con 0.9; la estación P-5 que obtuvo 0.06; la estación P-4 alcanzó un puntaje de 0.05 y finalmente la P-1 con un valor de 0.04.

4.2.6.2. Índice de equidad de Pielou (J').

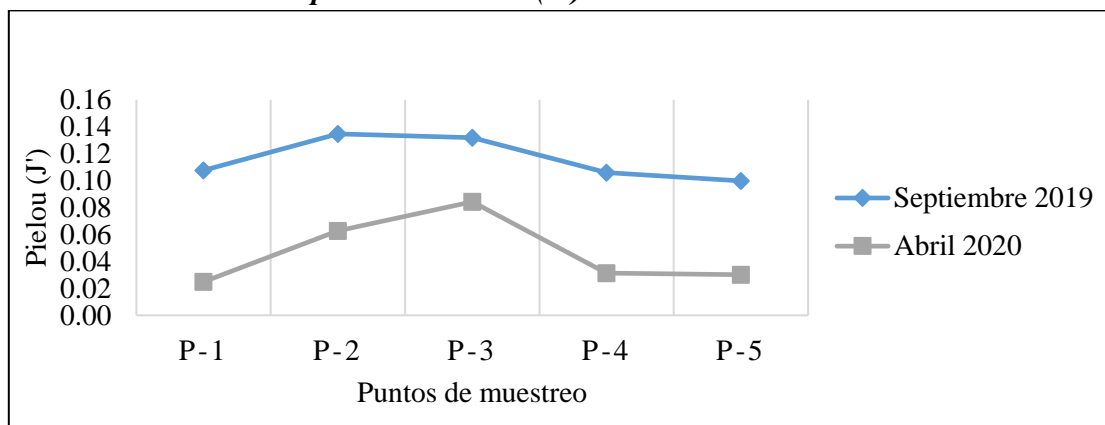


Figura 22. Índice de equidad de Pielou (J') - Humedales de Eten.

En la primera época de estudio (septiembre 2019), las estaciones de muestreo P-2 y P-3 obtuvieron el mayor valor con 0.13, seguido de las estaciones P-1 y P-4 que alcanzo un valor de 0.11 y finalmente la estación P-5 con 0.10. En la segunda época de estudio el mayor valor lo obtuvo la estación P-3 con 0.08, seguido de P-2 con un total de 0.06, las estaciones P-4 y P-5 alcanzaron un valor de 0.03 cada una, y finalmente la estación P-1 con un valor de 0.02.

4.3. Utilizar las métricas biológicas para determinar la calidad del agua del Humedal de Eten.

Se desarrollaron métricas de bioindicación con el objetivo de determinar la calidad ambiental del agua de los Humedales de Eten, utilizando la comunidad de insectos acuáticos.

4.3.1. Métricas simples.

4.3.1.1. Diversidad de Shannon-Wiener.

Tabla 14. Diversidad de Shannon – Wiener y calidad de agua de los Humedales de Eten.

Estación	Shannon - Wiener (H')			
	Valor	Calidad del agua	Valor	Calidad de agua
P-1	0.2	Fuertemente poluída	0.0	Fuertemente poluída
P-2	0.3	Fuertemente poluída	0.1	Fuertemente poluída
P-3	0.2	Fuertemente poluída	0.1	Fuertemente poluída
P-4	0.2	Fuertemente poluída	0.1	Fuertemente poluída
P-5	0.2	Fuertemente poluída	0.1	Fuertemente poluída

Fuente: Elaboración propia

El análisis de la diversidad de Shannon – Wiener realizado en las dos épocas de estudio (septiembre 2019 y abril 2020), dio como resultado que todas las estaciones de muestreo presentaron una calidad de agua Fuertemente poluída.

4.3.2. Índices bióticos.

4.3.2.1. Índice de monitoreo biológico adaptado para Colombia (BMWP/Col).

Según la estructura y comunidad de los macroinvertebrados acuáticos, los valores registrados de BMWP/Col de las estaciones de muestreo determinaron una calidad de agua desde Crítica a muy crítica.

Tabla 15. Valores del BMWP/Col y calidad del agua de los Humedales de Eten

Estación	BMWP/Col			
	Septiembre 2019		Abril 2020	
	Valor	Calidad del agua	Valor	Calidad del agua
P-1	25	Crítica	18	Crítica
P-2	30	Crítica	19	Crítica
P-3	22	Crítica	15	Muy crítica
P-4	33	Crítica	15	Muy crítica
P-5	25	Crítica	22	Crítica

Fuente: Elaboración propia.

En la primera época de estudio (septiembre 2019) dio como resultado una calidad de agua de nivel “Crítica” para todas las estaciones de muestreo. De similar forma en la segunda época de estudio (abril 2020), las estaciones P-1, P-2 Y P-5 obtuvieron una calidad de agua “Crítica” y las estaciones P-3 Y P-4 alcanzaron una calidad de agua “Muy crítica”. Evidenciando una calidad de agua muy contaminada y fuertemente contaminada.

4.3.2.2. Puntaje promedio por taxon (ASPT).

Los valores del ASPT de las estaciones de muestreo dieron como resultado una calidad de agua Pobre, Moderadamente pobre y Moderada.

Tabla 16. Valores del ASPT y calidad de agua de los Humedales de Eten.

Estación	ASPT			
	Septiembre 2019		Abril 2020	
	Valor	Calidad del agua	Valor	Calidad del agua
P-1	4.2	Moderadamente pobre	3.6	Pobre
P-2	5.0	Moderada	3.8	Pobre

P-3	4.4	Moderadamente pobre	3.8	Pobre
P-4	4.7	Moderada	3.8	Pobre
P-5	4.2	Moderadamente pobre	4.4	Moderadamente pobre

Fuente: Elaboración propia.

En la primera época de estudio (septiembre 2019) las estaciones de muestreo P-1, P-3 y P-5 obtuvieron el valor de “Moderadamente pobre” y las estaciones P-2 y P-4 obtuvieron el valor de “Moderada”. En la segunda época de estudio (abril 2020) las estaciones de muestreo P-1 P-2 y P-3 alcanzaron un valor de “Pobre” y la estación P-5 alcanzo el valor de “Moderadamente Pobre”

4.3.2.3. Puntaje de contaminación en los Humedales del Cisne usando macroinvertebrados acuáticos (SWAMPS).

Según los valores del SWAMPS, de acuerdo a la comunidad y la estructura de los macroinvertebrados acuáticos las estaciones de muestreo presentaron una calidad de agua con un valor de “Servera contaminación” y “Moderada contaminación”.

Tabla 17. Valores del SWMPS y calidad de agua de los Humedales de Eten.

SWAMPS				
Estación	Septiembre 2019		Abril 2020	
	Valor	Calidad del agua	Valor	Calidad del agua
P-1	4.83	Moderada contaminación	4.8	Moderada contaminación
P-2	5.00	Moderada contaminación	3.6	Severa contaminación
P-3	3.60	Severa contaminación	4.5	Moderada contaminación
P-4	3.29	Severa contaminación	4.5	Moderada contaminación
P-5	4.00	Moderada contaminación	3.6	Severa contaminación

Fuente: Elaboración propia.

En la primera época de estudio (septiembre 2019), las estaciones de muestreo P-3 y P-4 obtuvieron el valor de “Severa contaminación” y las estaciones P-1, P-2 y P-5 obtuvieron la denominación de “Moderada contaminación”. De igual manera en la segunda época de estudio (abril 2020), las estaciones de muestreo P-2 y P-5 obtuvieron un valor de “Severa contaminación” y las estaciones P-1, P-3 y P-4 alcanzaron un valor de “Moderada contaminación”.

V. Discusión

En la presente investigación “*Determinación de la calidad del agua de los Humedales de Eten utilizando macroinvertebrados Odonata, Coleóptera, Díptera y Hemíptera durante septiembre 2019 – abril 2020*” se efectuó la caracterización ambiental y fisicoquímica del agua

con los parámetros de temperatura, pH, conductividad, DBO₅ y oxígeno disuelto en periodos de menor y mayor nivel de agua; se realizó la identificación taxonómica de los macroinvertebrados encontrados en el muestreo durante ambos periodos de estudio y se utilizaron métricas biológicas para determinar la calidad del agua del Humedal de Eten.

La caracterización ambiental, utilizando la Matriz de Evaluación de Humedales propuesta por Moss (2006) dio como resultado una calidad ambiental con un valor de “Bueno” en todas las estaciones de muestreo y en ambas épocas de estudio, esto gracias a que la matriz solo permitió valorar a simple vista el estado de la calidad ambiental de los Humedales de Eten, esta metodología de valoración ambiental ha sido aplicada en investigaciones como la de Peralta y Huamantínco (2014) y Román (2018).

Peralta y Huamantínco (2014), en su investigación *“Diversidad de la entomofauna acuática y su uso como indicadores biológicos en Humedales de Villa, Lima, Perú”* describe las estaciones de muestreo y obtiene como resultado los 4 rangos de valores (Pobre, Regular, Bueno y Muy Bueno), distribuidos en 12 estaciones de muestreo, 7 estaciones de muestreo más en comparación con la presente investigación, esto gracias a que las lagunas de los Humedales de Villa tienen un mayor número y extensión que la de los Humedales de Eten, justificando así los resultados obtenidos en Villa.

Por otro lado, ambos estudios concordaron en realizar la caracterización ambiental en 2 épocas, de mayor y menor nivel de agua, Peralta y Huamantínco (2014) consideraron el mes de febrero la época de menor nivel de agua y agosto la de mayor nivel de agua, en comparación con el presente estudio que se consideró al mes de septiembre el de menor nivel de agua y abril el de mayor nivel de agua, esto gracias a las diferencias en la hidrología de cada humedal y ecosistema. Por ejemplo, según Peralta y Huamantínco (2014) en los Humedales de Villa se observan elevaciones en el nivel del agua en los meses de junio a septiembre, considerando ese periodo de mayor nivel de agua y los meses de octubre a mayo de menor nivel de agua, en el caso de los Humedales de Eten se tomó en cuenta la hidrología del río Reque, este desemboca directamente en la zona y presenta un caudal escaso en la época de invierno, meses de junio a septiembre, sin embargo este aumenta cuando hay ocurrencia de precipitaciones en la zona, para el presente año 2020 en los meses de enero a mayo.

Asimismo, Román (2018), en su estudio de *“Insectos Acuáticos como bioindicadores del estado ecológico de los Humedales de Ventanilla – Callao”*, realizó esta valoración ambiental en 9 estaciones, teniendo como resultado 3 rangos de valores (Regular, Bueno y Muy bueno), siendo el valor “Bueno” el más predominante de las estaciones de muestreo, la variación de este resultado se debe a que los Humedales de Ventanilla cuentan con 4 lagunas,

por ello el mayor número de estaciones de muestreo y la diversidad de la valorización ambiental. Por otro lado, al igual que Peralta y Huamantínco (2014) y la presente investigación, Román (2018) tomo en cuenta dividir su estudio en 2 épocas considerando en la de menor nivel de agua los meses de marzo y junio y en la de mayor nivel de agua los meses de agosto y noviembre, ya que al igual que en los Humedales de Villa, este presenta aumento en el nivel de agua en los meses de junio a septiembre.

Por otra parte, y en relación a la caracterización fisicoquímica se puede apreciar que los valores de pH y Oxígeno Disuelto concuerdan con el Decreto Legislativo 015-2015 de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua publicado por el Ministerio del Ambiente (2015), dicha norma da a conocer los parámetros para el agua de Categoría 4, donde el pH debe oscilar entre 6.8 y 8.6; y el oxígeno disuelto debe tener valores sobre 4 mg/L; sin embargo para la conductividad eléctrica no presenta un valor para esta categoría, por otro lado respecto a la demanda bioquímica de oxígeno establecen valores de 15mg/L para estuarios y 10 mg/L para ecosistemas marinos, valores que los Humedales de Eten ha excedido con un máximo de 140 mgO₂/L y un mínimo de 110 mgO₂/L, evidenciando así la contaminación del área. (Anexo 12)

De forma similar, investigaciones internacionales como la de Orejuela (2017), titulada *“Las Libelulas (Odonata) como posibles indicadores del estado de conservación de los humedales urbanos presentes en la comuna 22 de Santiago de Cali”*, realizaron una caracterización fisicoquímica donde se obtuvieron valores de pH que oscilaron entre 7.74 y 9.07, que estuvieron relativamente cerca de los valores obtenidos en la presente investigación, siendo el menor valor el de 8.01 y el mayor 8.15; respecto a los valores de temperatura los resultados de Orejuela (2017) fluctuaron entre los 27.80°C y los 25.89°C, asemejándose a los valores obtenidos en los Humedales de Eten que oscilaron entre los 19.2°C y 29.8°C.

De igual importancia a nivel nacional, se tienen investigaciones como la de Peralta y Huamantínco (2014), que realizaron la caracterización fisicoquímica del agua en dos épocas de estudio y como resultado se obtuvo que, en la primera época de estudio (Febrero) la temperatura oscilo entre los 25.70°C y 32.40°C, el pH vario entre 7.05 y 9.56, la conductividad eléctrica alcanzo valores entre 5330 µS/cm y 16360 µS/cm, y el oxígeno disuelto fluctuó entre los 1.827 mgO₂/L. y 11.587 mgO₂/L., en la segunda época (Agosto) la temperatura oscilo entre los 16.10°C y 20.50°C, el pH varió entre 7.10 y 8.23, la conductividad eléctrica obtuvo valores desde 5240 µS/cm y 14040 µS/cm y el oxígeno disuelto entre los 3.25 mgO₂/L. y 12.79 mgO₂/L.; de forma similar, en el presente estudio la temperatura fue menor en la primera época (Septiembre) y mayor en la segunda época (Abril), el pH obtuvo como valor más bajo el 8.01

(P-4) y el valor más alto de 8.15 (P-1), ambos pertenecientes a la segunda época de estudio, por otro lado, la conductividad eléctrica obtuvo valores entre 7630 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (P-1), en la segunda época de estudio, y 17610 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (P-4), en la primera época de estudio, valores relativamente altos en comparación a los de Villa; asimismo para el oxígeno disuelto el valor más bajo fue de 4.9 mgO_2/L (P-4), en la primera época de estudio, y el mayor valor de 5.9 (P-2), en la segunda época de estudio, valores que se mostraron constantes para Eten.

En otra investigación, Román (2018), realizó el análisis fisicoquímico del agua en 4 temporadas, 1 de mayor nivel de agua (mes de marzo) y 3 de menor nivel de agua (meses de junio, agosto y octubre) y obtuvo como resultados que en la primera época de estudio (de mayor nivel de agua), la temperatura estuvo entre 25.9 °C y 31.40 °C, el pH obtuvo valores entre 7.22 y 8.76, la conductividad eléctrica fluctuó entre 1420 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 1748 $\mu\text{S}/\text{cm}$, y la concentración de oxígeno disuelto alcanzo valores entre 3.87 mgO_2/L y 12.37 mgO_2/L . Asimismo en la segunda época, (de menor nivel de agua) la temperatura fluctuó entre los 21.4°C y 31.50°C, el pH obtuvo valores entre 6.98 y 8.65, la conductividad eléctrica estuvo entre 6450 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 33260 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y el oxígeno disuelto alcanzo valores entre 4.15 mgO_2/L y 15.58 mgO_2/L .

En comparación con los Humedales de Eten, solo se realizaron análisis en 2 temporadas (septiembre 2019 y abril 2020), en la primera época de estudio (de menor nivel de agua) la temperatura estuvo entre 19.2°C y 20.1°C y el pH entre 8.02 y 8.1, asimismo en la segunda época (de mayor nivel de agua) la temperatura estuvo entre 28°C y 29.8°C y el pH entre 8.01 y 8.15, la similitud en estos valores se debe a que ambos estudios consideraron épocas parecidas para realizar los análisis.

Sin embargo, Román (2018) tiene como resultados de la conductividad eléctrica valores muy bajos y muy altos en comparación con los Humedales de Eten, donde el valor más bajo presentado fue registrado en la segunda época de estudio (época de mayor nivel de agua) con un valor de 7630 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y el valor más alto fue de 17610 $\mu\text{S}/\text{cm}$ registrado en la primera época de estudio (época de menor nivel de agua), de igual forma los valores del oxígeno disuelto en los Humedales de Eten, no fueron tan elevados, el mayor valor registrado fue de 5.9 mgO_2/L , valores muy por debajo de los obtenidos por Román (2018), cuyo máximo valor de oxígeno disuelto fue de 15.58 mgO_2/L .

Respecto al análisis fisicoquímico terminamos con Peralta (2019) que ejecutó un estudio titulado “*Situación de la calidad de agua de la laguna Huacachina en base a indicadores biológicos*”, donde la toma de muestras se realizó en tres momentos de diferentes estaciones del año (marzo, agosto y diciembre) y se obtuvieron como resultados niveles muy parecidos a los de los Humedales de Eten, promediando los 3 muestreos se obtuvo que el pH

fue de 7.8, la conductividad eléctrica de 1251.89 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y el oxígeno disuelto de 4.7 mgO_2/L . Valores muy similares a los obtenidos en los Humedales de Eten.

En relación a los macroinvertebrados tenemos investigaciones internacionales como la de Orejuela (2017), titulada “*Las Libelulas (Odonata) como posibles indicadores del estado de conservación de los humedales urbanos presentes en la comuna 22 de Santiago de Cali*”, donde se evaluó el orden Odonata (adultos) como indicador biológico obteniendo como resultados 30 especies, y de ellas las familias *Libellulidae* y *Coenagrionidae* obtuvieron la mayor riqueza con 17 y 10 especies respectivamente, de las cuales la *Coenagrionidae* también fue observada en los Humedales de Eten con 2 especies *Ischnura spp.*, y *Acanthagrion spp.*

En otra investigación, Olivero y Rodríguez (2019), realizaron un “*Análisis de los componentes socioeconómicos, macroinvertebrados acuáticos, flora arbórea y de residuos sólidos ordinarios presentes en el conjunto caminos del peñón, intersección humedal el Yulo (Ricaurte – Cundinamarca 2018)*”, donde se obtuvieron registros de los mismos ordenes hallados en los Humedales de Eten (Odonata, Coleóptera, Díptera y Hemíptera), de los cuales la familia *Chironomidae* (Díptera) y *Elmidae* (Coleóptera), presentaron mayor abundancia con 10 y 11 individuos respectivamente, y en contrastación con el presente estudio, la familia más abundante perteneció al orden Hemíptera (*Corixidae: Trichocorixa reticulata*) contabilizándose un total de 11361 individuos, en segundo lugar la familia *Stratiomyidae: Odontomyia sp.*, con 62 individuos y en tercer lugar *Chironomidae: Chironomus sp.*, con 36 individuos, ambas pertenecientes al orden Díptera.

Respecto la determinación de la calidad del agua utilizando índices bióticos, en ambos estudios se utilizó el BMWP/Col, Olivero y Rodríguez (2019), obtuvieron como resultado una calidad de agua “Dudosa” y “Crítica”, esta tiene como significado que se encuentra “Moderadamente contaminada” y “Muy contaminada”, asimismo en los Humedales de Eten se obtuvo el resultado de “Crítica” indicando que el agua de este Humedal se encuentra “Muy Contaminada”. Esto gracias a que en ambos estudios se encontraron familias cuya bioindicación es muy baja, y que en algunas estaciones de muestreo hubo poca o nula presencia de familias del orden Odonata o Coleóptera, que suelen vivir en aguas limpias y son indicadores de buena calidad. (Martínez y Pascual, 2009 y Zarazaga, 2015).

De forma similar, Grosman et al (2019) efectuaron el estudio “*Destino: La barrancosa. Una invitación a conocer lagunas pampeanas, en Argentina*”, y como resultado se obtuvo que de la clase Insecta, el orden Díptera y la familia *Chironomidae* presento la mayor abundancia de individuos alcanzando los 15067 individuos/ m^2 , seguido de *Hydrophilidae* (Coleóptera) con 133 individuos/ m^2 , y *Limnephilidae* (Trichoptera) y *Tipulidae* (Díptera) con 100 individuos/

m² cada uno, no obstante en la presente investigación la familia que alcanzó la mayor abundancia de individuos fue la *Corixidae* con *Trichocorixa reticulata* alcanzando un total de 3787 individuos/m² seguido de *Stratiomyidae* (Díptera) con un total de 20.67 individuos/m² (Anexo 06). Por ello, se puede afirmar que ambos ambientes se encuentran contaminados, puesto que, si nos basamos en el índice de BMWP/Col de Roldán (2003); este le da a la familia *Chironomidae* un puntaje de 2 y a la *Stratiomyidae* un puntaje de 4, así como el índice SWAMPS de Davis Et al (1999), que da a estas familias un puntaje de 5, y en comparación con familias de ordenes como el Odonata o Coleóptera, los puntajes dados a los Dípteros acuáticos son relativamente bajos.

Por otra parte, la investigación de Fernández y Florencia (2019) titulada “*Relación entre los atributos de ensambles pleustonicos y la complejidad de hábitat generada por macrófitas en el rio Paraná Medio*”, estudiando 6 humedales en la llanura aluvial donde se obtuvieron como resultados de la colecta de invertebrados acuáticos, la clase Insecta con los órdenes Hemíptera, Coleóptera y Díptera, con una riqueza de 5, 7 y 5 familias respectivamente, ordenes que también fueron encontrados en los Humedales de Eten, en donde el Díptera obtuvo la mayor riqueza con 4 familias, seguido del Coleóptera y Hemíptera con 2 familias cada uno, adicionalmente se encontraron ejemplares de Odonata con 1 familia; con ello podemos corroborar que estos ordenes suelen encontrarse en sistemas lenticos según lo afirmado por Domínguez y Fernández (2009).

En otro estudio, Cedeño y Moreira (2019) realizaron el análisis de la “*Calidad de agua mediante macroinvertebrados acuáticos en el Humedal La Segua*”, como resultado de la identificación de los macroinvertebrados se obtuvieron 5 órdenes, de los cuales el Ephemeroptera obtuvo mayor abundancia de individuos con 321, seguido del Odonata, Hemíptera, Coleóptera y finalmente el Díptera, con 258, 245, 177 y 60 individuos respectivamente; la riqueza de familias estuvo distribuida de la siguiente manera, Ephemeroptera y Hemíptera con 6 familias cada uno, seguido del Odonata con 5 familias, Coleóptera con 4 y Díptera con 2 familias. En comparación con el presente estudio la mayor abundancia de individuos la obtuvo el orden Hemíptera con 11362, seguido del Díptera con 142, Odonata con 26 individuos y Coleóptera con 22; de los cuales el orden Díptera obtuvo la mayor riqueza con 4 familias, seguido del Coleóptera y Hemíptera con 2 familias cada uno, y finalmente el Odonata con 1 familia. Asimismo, las familias que fueron encontradas en ambos estudios fueron *Coenagrionidae* (Odonata), *Hydrophilidae* (Coleóptera), *Chironomidae* (Díptera) y *Culicidae* (Díptera).

Por otro lado, para la determinación de la calidad del agua Cedeño y Moreira (2019) utilizaron el índice biótico EPT que utiliza ordenes Ephemeroptera, Trichoptera y Plecóptera, que suelen indicar buena calidad, concluyendo que el agua presentó una calidad “Regular”, esto gracias a que no se encontraron individuos del orden Trichoptera y Plecóptera, y que los individuos del orden Ephemeroptera no supera a la suma total de individuos que pertenecen a ambientes alterados tales como Díptera y Hemíptera, y que ordenes como el Odonata suelen vivir en habitas de agua limpia o ligeramente eutrofizada (Martínez y Pascual, 2009).

Conclusión que no se comparte en el presente estudio ya que se utilizaron otras métricas biológicas, entre ellas métricas simples, como la diversidad de Shannon Wiener, que toma en cuenta la riqueza y abundancia de especies, y los índices bióticos donde los puntajes son asignados a nivel de familias. Utilizando estas métricas se obtuvieron como resultados, para Shannon Wiener, un agua Fuertemente poluída y, respecto a los índices bióticos (BMWP/Col, ASPT y SWAMPS) se obtuvo que la riqueza de macroinvertebrados por familia fue predominante en el orden Díptera con 4 familias, por lo que se determinó que el agua de los Humedales de Eten se encuentra contaminada.

De igual forma, Bustos y Huertas (2019) llevaron a cabo la investigación “*Determinación de la calidad de agua del Humedal Gualí mediante el uso de macroinvertebrados acuáticos en el Municipio de Funza – Cundinamarca, Colombia*”, donde el orden Díptera obtuvo la mayor riqueza con 7 familias, de las cuales *Chironomidae* y *Culicidae* fueron las más abundantes, con 218 y 183 individuos respectivamente, familias que también se identificación en los Humedales de Eten, en el caso de *Chironomidae* con 38 individuos y *Culicidae* con 33 individuos, encontrándose en el tercer y cuarto lugar respecto a la abundancia, y de acuerdo a Roldán (2003) en su índice BMWP/col a estas familias se atribuye un valor de 2, de igual manera Davis et al. (1999) en su índice SWAMPS le atribuye un valor de 5, valores relativamente bajos en comparación de las demás familias, lo que significaría que estas son características de aguas muy contaminadas.

Es por ello que Bustos y Huertas (2019) al aplicar en su investigación el índice BMWP/Cu obtuvieron como resultado que el agua del Humedal Gualí tiene un estado promedio entre “Crítica” y “Muy Crítica”, resultados que fueron equivalentes a los obtenidos en los Humedales de Eten concluyendo, que ambos Humedales poseen aguas “Muy contaminadas” y “Fuertemente contaminadas”.

A nivel nacional, Peralta y Huamantínco (2014), en su trabajo “*Diversidad de la entomofauna acuática y su uso como indicadores biológicos en los Humedales de Villa, Lima, Perú*”, como resultados de la composición de la entomofauna acuática fueron identificaron 53

especies agrupadas en 5 órdenes y 27 familias, donde el orden Díptera obtuvo la mayor riqueza con 22 especies en 11 familias, seguido del Coleóptera con 14 especies en 4 familias, el Hemíptera con 9 especies en 8 familias, el Odonata 7 especies en 3 familias y finalmente el Ephemeroptera con 1 especie y 1 familia; resultados que se comparten en la presente investigación, donde el orden Díptera obtuvo 7 especies en 4 familias, seguido del Coleóptera y Hemíptera con 2 especies y 2 familias respectivamente y finalmente el Odonata con 2 especies en 1 familia; exceptuando de que no se encontró ningún individuo del orden Ephemeroptera, ya que este último no suele habitar en ecosistemas lenticos (Gálvez y Pérez, 2019), sin embargo fue encontrado en Villa.

Respecto a los índices de abundancia y equidad, los valores de Shannon Wiener en los Humedales de Villa oscilaron entre 0.98 y 3.13, y la Equidad de Pielou tuvo como resultados valores entre 0.52 y 0.91, sin embargo, para los Humedales de Eten se obtuvieron valores muy por debajo que los obtenidos en Villa, para Shannon Wiener entre 0.04 y 0.26, y para Pielou de 0.02 y 0.13, esto gracias a la variación en la riqueza y abundancia; en el caso de los Humedales de Villa se obtuvieron un total de 27 familias y 34503 individuos y en los Humedales de Eten un total 9 familias y 11552 individuos.

En relación a la determinación de la calidad de agua, fueron utilizadas métricas simples e índices bióticos, y se obtuvo como resultados, que el Índice de Shannon Wiener tuvo un promedio de calidad de agua “Moderadamente poluída” para los Humedales de Villa mientras que en los Humedales de Eten fue de “Fuertemente poluída”; asimismo, en Villa el índice de BMWP/Col alcanzó valores de “Aceptable”, “Dudosa”, “Crítica” y “Muy Crítica” y en Eten obtuvo el valor de “Crítica” y “Muy crítica”; el ASPT en Villa obtuvo resultados de “Excelente”, “Muy Buena”, “Buena” y “Moderada” y en la presente investigación alcanzo niveles de “Moderada”, “Moderadamente Pobre” y “Pobre”; finalmente el índice SWAMPS obtuvo valores de “Buena”, “Dudosa” y “Moderada” en los Humedales de Villa, mientras que en Eten fueron de “Moderada contaminación” y “Severa contaminación”.

La similitud de los resultados se dio, debido a que, en Villa el Orden con mayor riqueza y abundancia fue el Díptera, y este orden suele vivir en aguas desde muy limpias a contaminadas (Oscoz, 2009), y gracias a que los puntajes dados por los índices bióticos es menor, se tendrá como resultado general un menor puntaje, sin embargo, esto no se dio en todas las estaciones de muestreo; esta diferencia se dio gracias a que en algunas estaciones se identificaron ordenes como el Odonata y el Coleóptera, y, se sabe que estos se caracterizan por vivir en aguas limpias o, en el caso del Odonata, en aguas ligeramente eutrofizadas. (Zarazaga, 2015 y Martínez y Pascual, 2009), a estos órdenes los índices bióticos les suelen dar

puntajes altos. Es por ello que los resultados en los Humedales de Villa y en algunas estaciones de muestreo de los Humedales de Eten, no fueron tan bajos como otros.

En otro estudio, Fora (2017) llevo a cabo la investigación titulada “*Diversidad y distribución de la artropofauna en la quebrada de las Brujas, distrito de Sama – Tacna*”, donde se identificaron 7838 individuos, pertenecientes a 51 familias y 16 órdenes, de las cuales el orden Díptera y Coleóptera alcanzaron la mayor riqueza y abundancia, identificándose en el orden Díptera a 11 familias y en el Coleóptera a 9 familias, con 2934 y 2873 individuos respectivamente; de forma similar, en la presente investigación se obtuvieron como resultados que los órdenes con mayor abundancia fueron el Hemíptera y Díptera, con 11361 y 142 individuos respectivamente, y en cuanto a la riqueza de especies en ambos estudios el orden Díptera obtuvo la mayor riqueza, en los Humedales de Eten alcanzo un total de 7 especies en 4 familias, seguido del Odonata, Coleóptera y Hemíptera.

Respecto a los índices de diversidad, el índice de Shannon Wiener para la diversidad dio como resultados, en la quebrada de las Brujas un valor entre 3.02 y 2.94, y para los Humedales de Eten un valor entre 0.26 y 0.04; asimismo el índice de Margalef de riqueza específica dio como resultado un promedio de 6.58 en las Brujas y de 0.8 en Eten; esto gracias a la diferencia entre la cantidad de individuos y familias colectados, en el caso de la quebrada las Brujas siendo un ecosistema árido presento una buena diversidad, ya que en la colecta de individuos fueron hallados y contabilizados ordenes de macroinvertebrados terrestres, objeto que no se dio en Eten ya que solo fueron evaluados los macroinvertebrados acuáticos.

Por otro lado, Román (2018) realizo el estudio de los “*Insectos acuáticos como bioindicadores del estado ecológico de los humedales de Ventanilla – Callao*” y obtuvo como resultados un registro de 25 especies de macroinvertebrados, agrupados en 20 familias y 5 órdenes, donde el orden Díptera presento la mayor riqueza con 12 especies en 8 familias, seguido del Coleóptera con 6 especies en 5 familias, el Hemíptera y el Odonata con 3 especies en 3 familias respectivamente y finalmente el Ephemeroptera con 1 especie. De igual manera en la presente investigación el orden Díptera presentó mayor riqueza con 7 especies en 4 familias, seguido del Coleóptera y el Hemíptera con 2 especies en 2 familias respectivamente, y finalmente el Odonata con 2 especies en 1 familia.

En relación con la abundancia de individuos, para los Humedales de Ventanilla, el orden Díptera presento la mayor abundancia con 1321 individuos, en segundo lugar, el orden Hemíptera siendo Corixidae la de mayor abundancia con 932 individuos, seguido del Odonata con 565 individuos, el Coleóptera con 102 individuos y el Ephemeroptera con 9 individuos; de forma parecida en los Humedales de Eten se obtuvo que el orden con mayor abundancia fue el

Hemíptera, con la familia Corixidae con 11361 individuos; en segundo lugar el orden Díptera con 142 individuos, seguido del Odonata con 26 y finalmente el Coleóptera con 22.

En ambas investigaciones se aplicaron índices de diversidad, para los Humedales de Ventanilla, los resultados del índice de Shannon Wiener dieron valores desde los 0.72 hasta los 2.08, el índice de Equidad de Pielou alcanzó valores entre los 0.34 y 0.98, valores muy por encima de los alcanzados en la presente investigación, donde Shannon Wiener obtuvo 0.26 como su mayor valor y para la equidad de Pielou el mayor valor fue de 0.13, esto gracias a que la riqueza y abundancia de individuos fue menor en los Humedales de Eten.

De acuerdo a los índices bióticos para determinar la calidad del agua el índice de Shannon Wiener, para los Humedales de Ventanilla, obtuvo como resultado un valor de calidad de agua de “Moderadamente poluída” y “Fuertemente Poluída”, resultado que se dio de forma similar en los Humedales de Eten con un valor de “Fuertemente Poluída”; asimismo los resultados del índice BMWP/Col, al igual que en los Humedales de Eten, dieron como promedio una calidad de agua “Crítica” y “Muy crítica”; por otra parte el índice ASPT mostró valores de calidad de agua desde “Muy Buena”, “Buena”, “Moderada”, “Moderadamente Pobre” y “Pobre”, sin embargo en los Humedales de Eten los valores fueron, “Moderada”, “Moderadamente pobre” y “Pobre”. Finalmente, el SWAMPS para los Humedales de Ventanilla obtuvo valores variados entre “Buena”, “Dudosa”, “Moderada” y “Severa”, y, para los Humedales de Eten solo se establecieron valores de “Moderado” y “Severo”.

Los valores que tienen menor similitud fueron el de ASPT y SWAMPS, esto gracias a que ambos índices toman en cuenta el número total de familias (Davis et al, 1999), por ejemplo, el valor de ASPT se obtiene al dividir el resultado del índice BMWP/Col entre el número total de familias (Galbrand et al, 2007), familias que fueron más diversas en los Humedales de Ventanilla.

Finalmente, Peralta (2019) en su estudio titulado “*Situación de la calidad de agua de la laguna Huacachina en base a indicadores biológicos*”, obtuvo como resultado que el orden predominante fue el Díptera con la familia *Chironomidae* con 7 individuos, orden que habita en aguas desde muy limpias a contaminadas (Oscóz, 2009), comprobando esta teoría y según los índices de bioindicación aplicados en esta zona dieron como resultado que el BMWP/Col y el ASPT alcanzaron una calidad de agua “Muy Crítica” y “Pobre”, resultados que fueron muy similares a los de la presente investigación, donde también fue identificado el orden ya descrito, con la diferencia de que en los Humedales de Eten se observaron 142 individuos.

VI. Conclusiones

La caracterización ambiental utilizando la matriz de evaluación de humedales según Moss, 2006, arrojó como resultado que el estado de la calidad ambiental de los Humedales de Eten era buena, y la caracterización fisicoquímica del agua dio como resultados que la temperatura del agua tuvo un promedio de 24.24°C, el pH un valor alcalino de 8.1, la conductividad eléctrica de 11853 $\mu\text{S}/\text{cm}$, característica del agua salobre, la demanda bioquímica de oxígeno alcanzo un promedio de 125 mgO_2/L , como resultado de la materia orgánica presente en el agua, y el oxígeno disuelto de 5.33 mgO_2/L , siendo un valor aceptable para el hábitat de macroinvertebrados.

Fueron colectados un total de 11552 individuos, de los cuales se identificaron 13 especies de macroinvertebrados acuáticos, agrupados en 9 familias y 4 órdenes.

Las métricas biológicas determinaron que el agua de los Humedales de Eten, se encuentran en un alto grado de contaminación, en el mes de Septiembre el Índice de Shannon Wiener dio como resultado una calidad de agua “Fuertemente poluída”, el índice BMWP/Col obtuvo una calidad de agua “Crítica”, el ASPT alcanzó niveles de “Moderada” y “Moderadamente pobre” y el índice SWAMPS obtuvo una calidad de “Moderada contaminación” y “Severa contaminación”. De forma similar en el mes de Abril el índice de Shannon Wiener obtuvo como resultado una calidad de agua “Fuertemente poluída”, el índice BMWP/Col dio como resultado una calidad de agua “Crítica” y “Muy crítica”, el ASPT obtuvo una calidad de “Pobre” y “Moderadamente pobre” y el índice SWAMPS alcanzó niveles de “Moderada contaminación” y “Severa contaminación”. Esto se corrobora con la identificación de familias de macroinvertebrados con puntajes de bioindicación bajo, ordenes como el Díptera y Hemíptera, que suelen habitar en ambientes contaminados, y la nula o poca presencia de familias pertenecientes a ordenes como el Odonata y el Coleóptera que suelen ser indicadores de buena calidad ambiental.

VII. Recomendaciones

Para investigaciones futuras se recomienda establecer una mayor cantidad de puntos de muestreo con el fin de evaluar en su totalidad la comunidad biótica de macroinvertebrados presentes en los Humedales de Eten.

Se sugiere reducir el tiempo entre periodos de estudio y así poder recolectar una mayor cantidad de macroinvertebrados acuáticos.

Se aconseja utilizar otro método de colecta de macroinvertebrados, donde los taxas puedan ser identificados durante todos sus estadios.

VIII. Referencias bibliográficas

- Aguilar, B. (2018). *El suelo de cultivo y las condiciones climáticas*. Málaga. IC
- Angulo, F., Schulenberg, T., y Puse, E. (2010). Las aves de los Humedales de Eten, Lambayeque, Perú. *Ecología Aplicada*, 9(2), 71 – 81.
- Arcos, O., y Padilla, D. (2011). Hemíptera acuáticos asociados a los estuarios de la costa pacífica colombiana. *Revista Colombiana de Entomología*, 37(1), 350-353.
- Autoridad Nacional del Agua. (2013). *Plan Nacional de Recursos Hídricos del Perú*. Lima, Perú: ANA
- Bergillos, F., y Rivas, A. (2013). *Picaduras y mordeduras de animales tratado de Toxicología Clínica*. Barcelona, España: Bubok Publishing.
- Bernilla, C., y Cayetano, M., (2009) *Avifauna del Humedal de Eten*. Lambayeque. BIOS, 3(9), 5 – 6.
- Bustos, S., y Huertas, A. (2019). *Determinación de la calidad del agua del Humedal Gualí mediante el uso de macroinvertebrados acuáticos en el Municipio de Funza-Cundinamarca*. (Tesis de Pregrado). Universidad de Cundinamarca, Colombia.
- Campos, I. (2003). *Saneamiento ambiental*. Costa Rica: EUNED
- Capó, M. (2007). *Principios de Eco toxicología*. Madrid, España: Tébar
- Cedeño, Y., y Moreira, M. (2019). *Calidad de Agua mediante Macroinvertebrados Acuáticos en el Humedal la Segua*. (Tesis de Pregrado). Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Ecuador.
- Chile, I. (2016). *Nutrición cronobiológica y bioenergética (Edición a color): El eslabón perdido de la alimentación*. Bloomington. Palibrio.
- Congreso de la Republica. (2005). *Ley General del Ambiente*. Lima, Perú: El Peruano.
- Convención de Ramsar sobre los Humedales. (2018). *Perspectiva mundial sobre los humedales: Estado de los humedales del mundo y servicios a las personas*. Gland (Suiza). Secretaria de la Convención de Ramsar.
- Davis, J.A., Horwitz, P.A., Norris, R., Chessman, B., McGuire, M., Sommer, B., y Trayler, K.M. (1999). *Wetland bioassessment manual (macroinvertebrates)*. Canberra, Australia: National Wetlands Research and Development Program.
- Domínguez, E., y Fernández H. (2009). *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: Sistemática y biología*. Tucumán, Argentina: Fundación Miguel Lillo.
- Ellenrieder, N., y Garrison, R. (2007). *Libelulas de las Yungas (Odonata). Una Guía de Campo para las especies de Argentina*. Argentina: PENSOFT.

- Fernández, F., y Florencia, Z. (2019). Relación entre los atributos de ensamblajes pleustónicos y la complejidad de hábitat generada por macrófitas en el río Paraná medio. *Biología Acuática*, Vol. 1(33), 01-12
- Fora, O. (2017). *Diversidad y distribución de la Artrópoda en la Quebrada de las Brujas, Distrito de Sama – Tacna*. (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann – Tacna. Perú.
- Galbrand, C., Lemieux, I.G., Ghaly, A.E., Côté, R., and Verma, M. (2007). *Assessment of Constructed Wetland Biological Integrity Using Aquatic Macroinvertebrates*. *Journal of Biological Sciences*, 7 (2), 52-65.
- Gálvez, F y Pérez, V. (2019). *Biomarcadores: Numero 7*. España. Bio Scripts
- Gernes, M y Helgen, J. (2002). *Indexes of biological integrity (IBI) for large depressional wetlands in Minnesota*. EE. UU: Minnesota Pollution Control Agency.
- Godoy, C y Rojas, S. (2003). *Insectos tropicales*. Costa Rica. INBio.
- Gobierno Regional de Lambayeque. (2005). *ORDENANZA REGIONAL N° 004-2005-GR. LAMB. /CR*. Lambayeque, Perú: GRL.
- Gómez, O. (2018). Contaminación del agua en países de bajos y medianos recursos, un problema de salud pública. *Revista facultad de medicina*, 66(1), 07-08
- Grijalbo, L (2016). *Elaboración de inventarios de focos contaminantes. UF1941*. España. Tutor Formación.
- Grosman, F., Sanzano, P., y Bertora, A. (2019). *Destino: La Barrancosa. Una invitación a conocer Lagunas Pampeanas*. Tandil. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.
- Hanson, P., Springer, M., y Ramírez, A. (2010). Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos. *Biología tropical*, 58(4), 3-37.
- Instituto Tecnológico Geominero de España. (1996). *IV Simposio sobre el agua en Andalucía*. Almería. IGME
- Ladrera, R., Rieradevall, M., y Prat, N. (2013). *Macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos: una herramienta didáctica*. Barcelona, España: Ikastorratza e – Revista de Didáctica 11
- Marín, R. (2019). *Fisicoquímica y microbiología de los medios acuáticos: Tratamiento y control de calidad de aguas*. Madrid. Diaz de Santos.
- Martínez, L., y Pascual, R. (2009). *Paleontología de invertebrados*. España: Universidad de Oviedo.

- Millán, A., Sánchez, D., Abellán, P., Picazo, F., Carbonell, J., Lobo, J y Ribera, I. (2014). *Atlas de los coleópteros acuáticos de España peninsular*. Madrid. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- Ministerio del Ambiente. (2014). *Método de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (Macroinvertebrados) y necton (peces) en agua continentales del Perú*. Lima, Perú: Universidad mayor de San Marcos.
- Ministerio del Ambiente. (2015). *Estrategia Nacional de Humedales*. Lima, Perú: El Peruano.
- Ministerio del Ambiente (2015). *Decreto Supremo N°015-2015- MINAM: Modifican los estándares nacionales de calidad ambiental para agua y establecen disposiciones complementarias para su aplicación*. Perú. Diario el Peruano.
- Moss, R. (2006). *Guía de identificación y manejo para humedales en propiedades privadas en Costa Rica*. Costa Rica: CONAF.
- Olivero, R y Rodríguez, R N. (2019). *Análisis de los componentes socioeconómicos, macroinvertebrados acuáticos, flora arbórea, y de residuos sólidos ordinarios presentes en el conjunto Caminos del Peñón, Intersección Humedal el Yulo*. (Tesis de Pregrado). Universidad de Cundinamarca Seccional Girardot, Colombia.
- Oscos, J. (2009). *Guía de campo macroinvertebrados de la cuenca del Ebro*. España: Confederación Hidrográfica del Ebro.
- Orejuela, A. (2017). *Las libélulas (Odonata) como posibles indicadores del estado de conservación de los humedales urbanos presentes en la comuna 22 de Santiago de Cali*. (Tesis de Pregrado). Universidad ICESI, Colombia.
- Peralta, E. (2019). *Situación de la calidad de agua de la laguna Huacachina en base a indicadores biológicos*. (Tesis de Maestría). Universidad Ricardo Palma, Perú.
- Peralta, J., y Huamantín, A. (2014). Diversidad de la entomofauna acuática y su uso como indicadores biológicos en Humedales de Villa, Lima, Perú. *Revista Peruana de entomología*. 49(2): 109-119.
- Peralta, L. (2007). *Diseño de un índice de integridad biótica para los lagos interdunarios de la región costera central del estado de Veracruz, México* (Tesis Doctoral). Instituto de Ecología A. C. Veracruz, México.
- Prat, N., Ros, J., y Peters, F. (2015). *Ramon Margalef, ecólogo de la biosfera. Una biografía científica*. Barcelona: Universitat de Barcelona.
- Pro Naturaleza. (2010). *Humedales en la costa Peruana*. Lima, Perú: Pro Naturaleza.
- Ramírez, A. (2006). *Ecología: métodos de muestreo y análisis de poblaciones y comunidades*. Bogotá. Editorial Pontificia Universidad Javeriana.

- Ramsar. (2015). *Cuarto plan estratégico para 2016 – 2024*. Punta del este, Uruguay: RAMSAR.
- Red Interamericana de Academias de Ciencias. (2019). *Calidad del agua en las Américas riesgos y oportunidades*. México. IANAS
- Renneberg, R (2008). *Biología para principiantes*. Alemania. Reverté.
- Reque, M. (2004). *Diversidad ornitológica del Humedal de Ciudad Eten abril 2002 - marzo 2003*. Lambayeque.
- Roldán, G. (1988) *Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia*. Bogotá: Fondo FEN Colombia.
- Roldán, G. (2003). *Bioindicación de la calidad del agua en Colombia*. Uso del método BMWP/Col. Antioquia, Medellín: Universidad Antioquia.
- Roldán, G y Ramírez, J. (2008). *Fundamentos de limnología neotropical*. Medellín, Colombia: Universidad Antioquia.
- Román, P. (2018). *Insectos acuáticos como bioindicadores del estado ecológico de los Humedales de Ventanilla – Callao*. (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional Federico Villareal, Perú.
- Rosenberg, D, Resh, V, King, R. (2008). *Use of aquatic insects in biomonitoring*. EE. UU: Kendall/Hunt.
- Secretaría de la Convención de Ramsar (2006). *Manual de la Convención de Ramsar; guía a la Convención de sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971)*. Gland, Suiza: Secretaría de la Convención de Ramsar.
- Secretaria de la Convención de Ramsar. (2010). *Inventario, evaluación y monitoreo: Marco integrado para el inventario, la evaluación y el monitoreo de humedales. Manuales Ramsar para el uso racional de los humedales. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza).4 (13): 62*
- Secretaria de la Convención de Ramsar. (2016). *Introducción a la convención sobre los humedales (anteriormente Manual de la convención de Ramsar)*. Gland, Suiza: Secretaría de la Convención de Ramsar.
- Segnini, S. (2003). El uso de los macroinvertebrados bentónicos como indicadores de la condición ecológica de los cuerpos de agua corriente. *Sociedad Venezolana de Ecología. ECOTROPICOS*, 16(2):45-63.
- Springer, M, Ramírez, A y Hanson, P. (2010). Macroinvertebrados de agua dulce de Costa Rica. *Revista biología tropical*. 58 (4):97 – 136.
- Zarazaga, M. (2015). *Orden Coleóptera*. Aragón, España: IDEA – SEA.

IX. Anexos

Anexo 1 : Matriz de evaluación ambiental de Humedales (Moss, 2006)

Componente	Categorías	Valoración	Valor
Componente Geográfico 250 puntos	Tamaño Puntaje máximo 50	Pequeño (Menos de 10 ha)	1 - 10
		Mediano 10 a 100 ha	11 - 25
		Grande más de 100 ha	26 – 50
	Condición del humedal Puntaje máximo 100	Muy alterado	1-20
		Medianamente alterado	21-40
		Poco alterado	41-70
Componente hidrológico 250 puntos	Representatividad del tipo de humedal Puntaje máximo 100	No alterado	71-100
		1	100
		2 a 4	26-75
	Condición hídrica Puntaje máximo 100	Más de 4	1-25
		Permanente	100
		Temporal	50
Componente biológico 300 puntos	Contaminación Puntaje máximo 150	Muy contaminado	1
		Poco contaminado	50-100
		No contaminado	150
		Muy diverso	50
Componente biológico 300 puntos	Diversidad de ecosistemas - Numero de comunidades vegetativas Puntaje Máximo 50	Diverso	25
		Poco diverso	10
		Muy importante	50

	Sitios de reproducción, alimentación, crianza o refugio	Importante	25
	Puntaje máximo 50	Poco importante	10
	Sitio para especies migratorias	Muy importante	50
	Puntaje máximo 50	Importante	25
		Poco importante	10
	Sitios para especies raras, vulnerables, en peligro, amenazadas, o escasamente conocidas	Muy importante	50
	Puntaje máximo 50	Importante	25
		Poco importante	10
	Presencia de especies endémicas	Muy importante	10 – 50
	Puntaje máximo	Sin importancia	1
		Continua	50
	Conectividad espacial	Discontinua	25
	Puntaje máximo 50	Aislado	1
	Bienes y servicios	Muy importante	50 – 60
	- Abastecimiento de agua potable (0 – 15)	Importante	25 – 49
	- Plantas silvestres comerciables (0 – 10)		
	- Fauna Comercial (0 – 10)	Poco importante	1 – 10
	- Pesquería (0 – 15)		
	- Abrevadero (0 – 10)		
	Puntaje máximo 60		
	Valor ecoturístico (actual o potencial)	Muy importante	60

**Componente social
económico
200 puntos**

- Caminatas (0 – 5)	Importante	25 – 50
- Contemplación (0 – 25)		
- Paseos en bote (0 – 10)		
- Pesca recreativa (0 – 10)	Poco importante	1
- Observatorio de aves (0 – 15)		
Puntaje máximo 60		
Investigación/ Educación	Adecuadas	30
- Condiciones	Aceptables	15
- Facilidades para investigación	Inexistentes	1
Puntaje máximo 30		
Tenencia de la tierra	Tierras estatales	50
Puntaje máximo 50	Tierras privadas	1
	Régimen mixto	25

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: Escala de Valoración Ambiental (Moss, 2006)

Valoración de los componentes	
Puntaje	Valor
0 – 250	Pobre
251 – 500	Regular
501 – 750	Bueno
751 – 1000	Muy bueno

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3. Parámetros físico-químicos del agua de los Humedales de Eten (Chiclayo, Perú) época de menor nivel de agua – septiembre 2019

Estación	Temperatura		Conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Demanda bioquímica de oxígeno ($\text{mg O}_2/\text{L}$)	Oxígeno disuelto ($\text{mg O}_2/\text{L}$)
	del agua ($^{\circ}\text{C}$)	pH			
P-1	19.2	8.1	7860	123	5.4
P-2	20	8.04	7920	115	5.8
P-3	19.8	8.08	14410	131	5.5
P-4	20.1	8.02	17610	140	4.9
P-5	19.5	8.07	12670	122	5.0

Fuente: Elaboración propia (Laboratorio SinBiol)

Anexo 4. Parámetros físico-químicos del agua de los Humedales de Eten (Chiclayo, Perú) época de mayor nivel de agua – abril 2020.

Estación	Temperatura		Conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Demanda bioquímica de oxígeno ($\text{mg O}_2/\text{L}$)	Oxígeno disuelto ($\text{mg O}_2/\text{L}$)
	del agua ($^{\circ}\text{C}$)	pH			
P-1	28	8.15	7630	122	5.3
P-2	29.8	8.05	7840	110	5.9
P-3	29.2	8.1	14310	126	5.4
P-4	28.5	8.01	16610	140	5.0
P-5	28.3	8.03	11670	121	5.1

Fuente: Elaboración propia (Laboratorio SinBiol)

Anexo 5. Composición de macroinvertebrados de los Humedales de Eten por estación de muestreo y por época de estudio.

Macroinvertebrados de los Humedales de Eten													
Orden	Familia	Especie	Septiembre - 2019					Abril- 2020					Total
			P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	
Odonata	<i>Coenagrionidae</i>	<i>Ischnura spp.</i>	3	5		8							16
		<i>Acanthagrion spp.</i>	4	6									10
Coleóptera	<i>Hydraenidae</i>	<i>Hydraena sp.</i>							1				1
	<i>Hydrophilidae</i>	<i>Tropisternus sp.</i>	6			7	5	3					21
Díptera	<i>Psychodidae</i>	<i>Psychoda sp.</i>			2		1		1			5	9
	<i>Chironomidae</i>	<i>Larsia sp.</i>					1					1	2
		<i>Chironomus sp.</i>	5	7	3	4	9	2	1	2	1	2	36
	<i>Culicidae</i>	<i>Anopheles sp.</i>	2	4	1	1	5	4			2	4	23
		<i>Culex sp.</i>			1		4		1		1		7
		<i>Aedes sp.</i>	1				1					1	3
	<i>Stratiomyidae</i>	<i>Odontomyia sp.</i>	3	5	7	2	4	4	12	5	6	14	62
Hemíptera	<i>Corixidae</i>	<i>Trichocorixa reticulata</i>	632	587	309	650	812	2456	819	425	1387	3284	11361
	<i>Pleidae</i>	<i>Paraplea puella</i>		1									1
Riqueza			8	7	6	6	9	5	6	3	5	7	13
Abundancia			656	615	323	672	842	2469	835	432	1397	3311	11552

Fuente: Elaboración propia

Anexo 6. Densidad de macroinvertebrados por especie

Densidad de macroinvertebrados por especie	
Especie	Individuos/m ²
<i>Ischnura spp.</i>	5.33
<i>Acanthagrion spp</i>	3.33
<i>Hydraena sp.</i>	0.33
<i>Tropisternus sp</i>	7.00
<i>Psychoda sp.</i>	3.00
<i>Larsia sp.</i>	0.67
<i>Chironomus sp</i>	12.00
<i>Anopheles sp</i>	7.67
<i>Culex sp.</i>	2.33
<i>Aedes sp.</i>	1.00
<i>Odontomyia sp.</i>	20.67
<i>Trichocorixa reticulata</i>	3787.00
<i>Paraplea puella</i>	0.33

Fuente: Elaboración propia

Anexo 7. Georreferenciación de las estaciones de muestreo.



Anexo 8. Red Surber



Anexo 9. Colecta de macroinvertebrados acuáticos.



Anexo 10. Toma de muestras en campo.



Anexo 11. Conservación de macroinvertebrados en viales.



Anexo 12. Contrastación entre la normativa DL015-2015 y resultados de los análisis fisicoquímicos en los Humedales de Eten.

Parámetro	Decreto Legislativo 015-2015		Análisis fisicoquímicos Humedales de Eten									
	Ecosistemas marino costeros		Septiembre 2019					Abril 2020				
	Estuarios	Marinos	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5
pH	6.8-8.5	6.8-8.6	8.1	8.04	8.08	8.02	8.07	8.15	8.05	8.1	8.01	8.03
Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Sin valor establecido	Sin valor establecido	7860	7920	14410	17610	12670	7630	7840	14310	16610	11670
Demanda bioquímica de oxígeno ($\text{mg O}_2/\text{L}$)	15	10	123	115	131	140	122	122	110	126	140	121
Oxígeno disuelto ($\text{mg O}_2/\text{L}$) (Valor mínimo)	≥ 4	≥ 4	5.4	5.8	5.5	4.9	5	5.3	5.9	5.4	5	5.1

Fuente: Elaboración propia

Anexo 13. Contrastación entre los resultados de las métricas de bioindicación de los Humedales de Eten.

Métricas de bioindicación																
E	Septiembre 2019								Abril 2020							
	(H')		BMWP/Col		ASPT		SWAMPS		(H')		BMWP/Col		ASPT		SWAMPS	
	V	Calidad	V	Calidad	V	Calidad	V	Calidad	V	Calidad	V	Calidad	V	Calidad	V	Calidad
P-1	0.22	Fuertemente poluída	25	Crítica	4.2	Moderada mente pobre	4.83	Moderada contaminación	0.04	Fuertemen te poluída	18	Crítica	3.6	Pobre	4.8	Moderada contaminación
P-2	0.26	Fuertemente poluída	30	Crítica	5.0	Moderada	5.00	Moderada contaminación	0.11	Fuertemen te poluída	19	Crítica	3.8	Pobre	3.6	Severa contaminación
P-3	0.24	Fuertemente poluída	22	Crítica	4.4	Moderada mente pobre	3.60	Severa contaminación	0.09	Fuertemen te poluída	15	Muy crítica	3.8	Pobre	4.5	Moderada contaminación
P-4	0.19	Fuertemente poluída	33	Crítica	4.7	Moderada	3.29	Severa contaminación	0.05	Fuertemen te poluída	15	Muy crítica	3.8	Pobre	4.5	Moderada contaminación
P-5	0.22	Fuertemente poluída	25	Crítica	4.2	Moderada mente pobre	4.00	Moderada contaminación	0.06	Fuertemen te poluída	22	Crítica	4.4	Moderada mente pobre	3.6	Severa contaminación

Fuente: Elaboración propia

Anexo 14. Análisis fisicoquímicos - septiembre 2019



INFORME DE ENSAYOS N° 1045 -2019

SOLICITANTE: DALIA BAZAN CARRANZA
 DIRECCIÓN: Av. Angamos N° 1171
 RECOLECTOR DE LA MUESTRA: Solicitante
 FECHA Y HORA DE MUESTREO: 10/09/2019 11:00 - 12:43
 FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN - ANÁLISIS: 10/09/2019 16:00 ANÁLISIS: 16:15
 DESCRIPCIÓN DE MUESTRA: 05 Fco (Botella de agua 1L)
 OBSERVACIONES: Agua proveniente de Humedales de Eten

CÓDIGO DE LABORATORIO		OT 333-1	OT 333-2	OT 333-3
CÓDIGO DE MUESTRA		P-1	P-2	P-3
LUGAR DE MUESTREO		Humedales Eten	Humedales Eten	Humedales Eten
MATRIZ DE LA MUESTRA		Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural
RESULTADOS DE ANÁLISIS FISIQUÍMICO	unidad			
1. pH a 25°C	-	8.04	8.10	8.08
2. CONDUCTIVIDAD a 25°C	µS/cm	7920	7860	14410
3. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO ₅)	mg O ₂ /L	115	123	131
4. OXÍGENO DISUELTO	mg O ₂ /L	5.8	5.4	5.5

CÓDIGO DE LABORATORIO		OT 333-4	OT 333-5
CÓDIGO DE MUESTRA		P-4	P-5
LUGAR DE MUESTREO		Humedales Eten	Humedales Eten
MATRIZ DE LA MUESTRA		Agua Natural	Agua Natural
RESULTADOS DE ANÁLISIS FISIQUÍMICO	unidad		
1. pH a 25°C	-	8.02	8.07
2. CONDUCTIVIDAD a 25°C	µS/cm	17610	12670
3. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO ₅)	mg O ₂ /L	140	122
4. OXÍGENO DISUELTO	mg O ₂ /L	4.9	5.0

MÉTODOS USADOS :

pH SMEWW 4500-H⁺ B, 23nd. 2017 – Electrometric Method
 Conductividad SMEWW 2510 B, 23nd. 2017 – Laboratory Method
 DBO₅ SMEWW 5210 B, 23 nd Ed. 2017: Biochemical Oxygen Demand 5-Day BOD Test
 Oxígeno Disuelto SMEWW 4500-O G, 23 nd Ed. 2017: Oxygen. Membrane Electrode Method

OBSERVACIONES

- Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- El informe es válido si lleva las firmas oficiales del personal autorizado y cualquier enmienda en el documento lo invalida.
- El informe de ensayo es válido sólo para la cantidad recibida y objeto de análisis.
- Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por el INACAL – DA.
- Queda absolutamente prohibida toda reproducción parcial del presente informe sin la autorización previa y expresa de SINBIOL E.I.R.L.



JEFE DE LABORATORIO - SINBIOL E.I.R.L.

Lic. Graciela Albino Cornejo
 CBP 2452

Código: SIB-PT-10 F1 Rev. 01 31/01/2019

Pág: 1 de 1

Anexo 15. Análisis fisicoquímicos - Abril 2020



INFORME DE ENSAYOS N° 1010 -2020

SOLICITANTE: DALIA BAZAN CARRANZA
 DIRECCIÓN: Av. Angamos N° 1171
 RECOLECTOR DE LA MUESTRA: Solicitante
 FECHA Y HORA DE MUESTREO: 15/04/2020 11:00 - 12:43
 FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN - ANÁLISIS: 15/04/2020 15:00 ANÁLISIS: 15:15
 DESCRIPCIÓN DE MUESTRA: 05 Fco (Botella de agua 1L)
 OBSERVACIONES: Agua proveniente de Humedales de Eten

CÓDIGO DE LABORATORIO		OT 333-1	OT 333-2	OT 333-3
CÓDIGO DE MUESTRA		P-1	P-2	P-3
LUGAR DE MUESTREO		Humedales Eten	Humedales Eten	Humedales Eten
MATRIZ DE LA MUESTRA:		Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural
RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO	unidad			
1. pH a 25°C	-	8.05	8.15	8.10
2. CONDUCTIVIDAD A 25°C	µS/cm	7840	7630	14310
3. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO ₅)	mg O ₂ /L	110	122	126
4. OXÍGENO DISUELTO	mg O ₂ /L	5.9	5.3	5.4

CÓDIGO DE LABORATORIO		OT 333-4	OT 333-5
LUGAR DE MUESTREO		P-4	P-5
CÓDIGO DE MUESTRA		Humedales Eten	Humedales Eten
MATRIZ DE LA MUESTRA:		Agua Natural	Agua Natural
RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO	unidad		
1. pH a 25°C	-	8.01	8.03
2. CONDUCTIVIDAD A 25°C	µS/cm	16610	11670
3. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO ₅)	mg O ₂ /L	140	121
4. OXÍGENO DISUELTO	mg O ₂ /L	5.0	5.1

MÉTODOS USADOS :

pH SMEWW 4500-H⁺ 8, 23nd. 2017 – Electrometric Method
 Conductividad SMEWW 2510 B, 23nd. 2017 – Laboratory Method
 DBO₅ SMEWW 5210 B, 23 nd Ed. 2017; Biochemical Oxygen Demand 5-Day BOD Test
 Oxígeno Disuelto SMEWW 4500-O G, 23 nd Ed. 2017; Oxygen, Membrane Electrode Method

OBSERVACIONES

- Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- El informe es válido si lleva las firmas oficiales del personal autorizado y cualquier enmienda en el documento lo invalida.
- El informe de ensayo es válido sólo para la cantidad recibida y objeto de análisis.
- Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por el INACAL - DA.
- Queda absolutamente prohibida toda reproducción parcial del presente informe sin la autorización previa y expresa de SINBIOL E.I.R.L.



JEFE DE LABORATORIO - SINBIOL E.I.R.L.

Lic. Graciela Albino Cornejo
 CBP 2452

Código: SIB-PT-10 F1 Rev. 01 31/01/2019

Pág: 1 de 1