

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

DIRECCIÓN DE CARRERA: MEDIO AMBIENTE

**INFORME DE TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIA LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN MEDIO
AMBIENTE**

MODALIDAD: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

GRADO DE EUTROFIZACIÓN DEL HUMEDAL LA SEGUA

AUTORES:

**JUAN PATRICIO VERA RODRIGUEZ
DONALD DENISON ZAMBRANO MERA**

TUTOR:

ING. TERESA VIVAS SALTOS, Mg.

CALCETA, OCTUBRE 2021

DERECHOS DE AUTORÍA

VERA RODRIGUEZ JUAN PATRICIO y ZAMBRANO MERA DONALD DENISON, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.



VERA RODRIGUEZ JUAN PATRICIO



ZAMBRANO MERA DONALD DENISON

CERTIFICACIÓN DE TUTOR

ING. HOLANDA TERESA VIVAS SALTOS certifica haber tutelado el proyecto “**GRADO DE EUTROFIZACIÓN DEL HUMEDAL LA SEGUA**”, que ha sido desarrollada por **VERA RODRIGUEZ JUAN PATRICIO** y **ZAMBRANO MERA DONALD DENISON**, previo a la obtención del título de Ingeniero en Medio Ambiente, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN DE LA UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. TERESA VIVAS SALTOS, MG

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el trabajo de titulación **GRADO DE EUTROFIZACIÓN DEL HUMEDAL LA SEGUA**, que ha sido propuesto, desarrollado y sustentado por VERA RODRIGUEZ JUAN PATRICIO y ZAMBRANO MERA DONALD DENISON, previo a la obtención del título de Ingeniero en Medio Ambiente, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

Ing. Laura Mendoza Cedeño, Mg.

MIEMBRO

Ing. José Calderón Pincay, Mg.

MIEMBRO

Ing. Francisco Velásquez Intriago, Mg.

PRESIDENTE

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darnos la sabiduría para llevar a cabo esta investigación y nunca soltar nuestra mano en toda nuestra etapa académica

A nuestros Padres y Familia en general, que nos brindaron su apoyo en cada momento y fueron incondicionales para nosotros.

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí "Manuel Félix López" que nos abrió su puerta, para formarnos como profesionales de calidad, y a su vez nos dio la oportunidad, de crecer como seres humanos.

A nuestra tutora la Ing. Teresa Viva Saltos, por apoyar nuestra idea desde el primer momento, y estar siempre pendiente de la investigación.

***Vera Rodríguez Juan Patricio
Zambrano Mera Donald Denison***

DEDICATORIA

A Dios, por siempre estar guiándonos en cada paso que damos.

A mis padres Pablo Vera y Gina Rodríguez, por ser los pilares fundamentales en mi vida y ser las personas que más amo y admiro en este mundo, además a mis hermanos por el apoyo incondicional durante todos estos años y por enseñarme mucho de lo que ahora sé, haciéndome una mejor persona.

A la Ing. Mirian Josselyn Mendoza Zambrano, por ser la mejor persona que he conocido en este tiempo; te quiero agradecer por estar a mi lado y ser un gran apoyo desde el primer día que te conocí, mi bella Mirian.

Vera Rodríguez Juan Patricio

A mis padres, Ronald Zambrano y Martina Mera, por ser el pilar fundamental en mi vida y haberme forjado como la persona que ahora soy, además de motivarme constantemente para alcanzar mis metas.

Zambrano Mera Donald Denison

CONTENIDO GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA	ii
CERTIFICACIÓN DE TUTOR	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
CONTENIDO GENERAL	vii
CONTENIDO DE CUADROS, GRÁFICOS Y FIGURAS	xi
RESUMEN	xiii
PALABRAS CLAVE	xiii
ABSTRACT	xiv
KEYWORDS	xiv
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2. JUSTIFICACIÓN	3
1.3. OBJETIVOS	5
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	5
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
1.4. IDEA A DEFENDER	5
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	6
2.1. HUMEDAL	6
2.1.1. FUNCIONES DE LOS HUMEDALES	6
2.1.2. EFECTOS DE LAS ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS EN LOS HUMEDALES	7
2.2. EUTROFIZACIÓN	7

2.2.1. PROCESO DE EUTROFIZACIÓN	8
2.2.2. CAUSAS Y EFECTOS DE LA EUTROFIZACIÓN	9
2.2.2.1. CAUSAS NATURALES Y ANTROPOGÉNICAS DE LA EUTROFIZACIÓN	9
2.2.2.2. EFECTOS DE LA EUTROFIZACIÓN	9
2.3. ÍNDICES DE ESTADO TRÓFICO	10
2.3.1. ÍNDICES DE ESTADO TRÓFICO DE CARLSON MODIFICADO POR TOLEDO	10
2.3.2. ÍNDICES DE ESTADO TRÓFICO DE CARLSON MODIFICADO POR LAMPARELLIS	10
2.4. GRADOS DE EUTROFIZACIÓN	11
2.4.1. OLIGOTRÓFICO	11
2.4.2. MESOTRÓFICO	11
2.4.3. EUTRÓFICO	12
2.4.4. HIPERTRÓFICO	12
2.5. PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS EMPLEADOS EN LOS ÍNDICES DE ESTADO TRÓFICO	12
2.5.1. FÓSFORO TOTAL	12
2.5.2. TURBIDEZ	12
2.5.3. CLOROFILA “A”	13
2.6. ACTIVIDAD CAMARONERA	13
2.5.1. IMPACTOS AMBIENTALES	14
2.7. ISOLÍNEAS	14
2.7.1. GRÁFICOS DE ISOLÍNEAS	14
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO	16
3.1. UBICACIÓN	16

3.2. DURACIÓN	16
3.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN	17
3.4. MÉTODOS	17
3.4.1. MÉTODO BIBLIOGRÁFICO	17
3.4.2. MÉTODO EXPLORATORIO	17
3.4.3. MÉTODO ANALÍTICO	17
3.5. TÉCNICAS	17
3.5.1. ENCUESTA	17
3.5.2. ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO	18
3.5. VARIABLES EN ESTUDIO	18
3.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE	18
3.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE	18
3.6. PROCEDIMIENTOS	18
3.6.1. FASE I. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LAS ACTIVIDADES CAMARONERAS EN EL HUMEDAL LA SEGUA	18
3.6.1.1. ACTIVIDAD 1. RECONOCIMIENTO DE LA ZONA DE ESTUDIO	18
3.6.1.2. ACTIVIDAD 2. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA ACTIVIDAD CAMARONERA EN LA SEGUA	19
3.6.2. FASE II. DETERMINACIÓN DEL GRADO TRÓFICO DEL AGUA MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE LOS ÍNDICES DE ESTADO TRÓFICO: (CARLSON MODIFICADO POR TOLEDO 1983; LAMPARELLI 2004)	20
3.6.2.1. ACTIVIDAD 3. SELECCIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO	20
3.6.2.2. ACTIVIDAD 4. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS EMPLEADOS EN LOS ÍNDICES DE ESTADO TRÓFICO	20

3.6.3.3. ACTIVIDAD 5. CÁLCULO DEL GRADO TRÓFICO DE LA LAGUNA DEL HUMEDAL LA SEGUA MEDIANTE EL ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO DE CARLSON MODIFICADO POR TOLEDO (1983)	22
3.6.3.4. ACTIVIDAD 6. CÁLCULO DEL GRADO TRÓFICO DE LA LAGUNA DEL HUMEDAL LA SEGUA MEDIANTE EL ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO DE CARLSON MODIFICADO POR LAMPARELLI (2004)	24
3.6.3. FASE III. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS ENTRE LOS ÍNDICES DE ESTADO TRÓFICO APLICADOS	25
3.6.3.1. ACTIVIDAD 7. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	25
3.6.3.2. ACTIVIDAD 8. GRÁFICO DE ISOLÍNEAS DE LOS VALORES OBTENIDOS DE EUTROFIZACIÓN PARA CADA PUNTO DE MUESTREO	26
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
4.1. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LAS ACTIVIDADES CAMARONERAS EN EL HUMEDAL LA SEGUA	27
4.2. DETERMINACIÓN DEL GRADO TRÓFICO DEL AGUA MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE LOS ÍNDICES DE ESTADO TRÓFICO: (CARLSON MODIFICADO POR TOLEDO 1983; LAMPARELLI 2004)	35
4.3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS ÍNDICES DE ESTADO TRÓFICO APLICADOS	39
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	48
5.1. CONCLUSIONES	48
5.2. RECOMENDACIONES	49
BIBLIOGRAFÍA	50
ANEXOS	59

CONTENIDO DE CUADROS, GRÁFICOS Y FIGURAS

CUADROS

Cuadro 3.1. Clasificación del (IETM). Toledo <i>et al.</i> (1983)	23
Cuadro 3.2. Clasificación del (IETM). Lamparelli, 2004.	25
Cuadro 3.3. Comparación de índices tróficos y categorías tróficas en los meses octubre, noviembre, diciembre (2020) y enero (2021).	25
Cuadro 4.1. Coordenadas de los puntos identificados en el humedal La Segua.	35
Cuadro 4.2. Parámetros físicos y químicos empleados en los índices de estado trófico del humedal La Segua.	36
Cuadro 4.3. Cálculo del grado trófico por el índice de Carlson modificado por Toledo (1983)	37
Cuadro 4.4. Cálculo del grado trófico por el índice de Carlson modificado por Lamparelli (2004)	38
Cuadro 4.5. Comparación de los índices de estado trófico, en las épocas seca y lluviosa (ingreso de afluentes).	39
Cuadro 4.6. Análisis de varianza de los valores obtenidos del índice de Toledo.	40
Cuadro 4.7. Análisis de varianza de los valores obtenidos del índice de Lamparelli (2004).	40

GRÁFICOS

Gráfico 3.1. Mapa de ubicación del humedal La Segua de la Ciudad de Chone	16
Gráfico 4.1 Tiempo de la actividad camaronera en el Humedal La Segua	28
Gráfico 4.2 especie que se utiliza en las camarones del Humedal La Segua	29
Gráfico 4.3. Productos químicos empleados en el proceso productivo del camarón	30
Gráfico 4.4. Números de cosechas anuales del proceso productivo del camarón	31
Gráfico 4.5. Extensión ocupada para la actividad del camarón	32

Gráfico 4.6. Afluente utilizado en el proceso productivo del camarón	33
Gráfico 4.7. Afectación del medio ambiente en el proceso productivo del camarón	33
Gráfico 4.8. Medio Receptor para las descargas	34

FIGURAS

Figura 4.1. Primer muestreo del grado de eutrofización reflejado en Isolíneas del Humedal La Segua	42
Figura 4.2. Segundo muestreo del grado de eutrofización reflejado en Isolíneas del Humedal La Segua	42
Figura 4.3. Tercer muestreo del grado de eutrofización reflejado en Isolíneas del Humedal La Segua	43
Figura 4.4. Cuarto muestreo del grado de eutrofización reflejado en Isolíneas del Humedal La Segua	44
Figura 4.5. Quinto muestreo del grado de eutrofización reflejado en Isolíneas del Humedal La Segua	45
Figura 4.6. Sexto muestreo del grado de eutrofización reflejado en Isolíneas del Humedal La Segua	45
Figura 4.7. Séptimo muestreo del grado de eutrofización reflejado en Isolíneas del Humedal La Segua	46
Figura 4.8. Séptimo muestreo del grado de eutrofización reflejado en Isolíneas del Humedal La Segua	48

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo evaluar el grado de eutrofización del humedal La Segua, para ello se describió la situación actual de las actividades camaroneras en el humedal, en donde se reconoció la zona de estudio detallando las principales rutas de acceso y los aportes de agua del sitio, de igual manera se realizó una encuesta aplicada a los trabajadores; además se determinó el grado trófico del agua durante los meses de octubre, noviembre y diciembre del 2020, y enero del 2021. Se analizaron los parámetros fisicoquímicos de clorofila, fósforo total y turbidez, mediante la utilización de metodologías planteadas por los índice de estado trófico de Carlson modificada por Toledo, la misma que tuvo una clasificación de eutrófico con un valor de 91,09 en su escala; y de hipertrófico para el índice de estado trófico modificado por Lamparelli con un valor 76,17. Finalmente se realizó un análisis de los resultados obtenidos mediante el cual se comprobó que no existe una diferencia significativa en los valores derivados de los meses que duró la investigación, asimismo mediante la realización de gráficos de isolíneas se constató que contiguo a las zonas de descarga de agua utilizadas por las camaroneras los niveles de eutrofización eran superiores con relación a la zona céntrica del humedal.

PALABRAS CLAVE

Eutrofización, humedal La Segua, grado de eutrofización

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the degree of eutrophication of the La Segua wetland. For this, the current situation of aquaculture activities in the wetland was described, where the study area was recognized, detailing the main access routes and the water inputs of the site, in the same way a survey applied to the workers was carried out; In addition, the trophic degree of the water was determined during the months of October, November and December 2020, and January 2021. The physicochemical parameters of chlorophyll, total phosphorus and turbidity were analyzed, through the use of methodologies proposed by the trophic state index Carlson's modified by Toledo, which had a eutrophic classification with a value of 91.09 on its scale; and hypertrophic for the Lamparelli modified trophic state index with a value of 76.17. Finally, an analysis of the results obtained was carried out by means of which it was found that there is no significant difference in the values derived from the months that the investigation lasted, Likewise, by means of isoline graphs, it was found that, adjacent to the water discharge areas used by the shrimp farms, the eutrophication levels were higher in relation to the central area of the wetland.

.

.

KEYWORDS

Eutrophication, La Segua wetland, degree of eutrophication

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En los últimos años, los ecosistemas de agua dulce, estuarios y marinos se están degradando debido a varios factores como los desechos producidos por las industrias, el uso de pesticidas en la agricultura, el aumento de la temperatura debido a la deforestación, además del excedente crecimiento de la población, entre otros (Escóbar, 2002). Por lo que la protección de los cuerpos de agua, se ha convertido en una labor urgente en el área de seguridad del agua y buena gestión de los recursos hídricos (García y Miranda, 2018). Otro de estos factores es la eutrofización, de acuerdo a Ledesma *et al.* (2013) es “un proceso de deterioro de la calidad del recurso hídrico, mismo que se origina por el enriquecimiento de nutrientes, principalmente del nitrógeno y fósforo, condicionando la utilización de los mismos y ejerciendo grandes impactos ecológicos, sanitarios y económicos”.

El aumento de nutrientes en el agua es la causa principal del excesivo crecimiento en la población de plantas macrófitas y algas, a medida que estas aumentan provocan una reducción de la entrada de luz necesaria para la producción de oxígeno; la disminución del nivel de oxígeno disuelto presente en el agua provoca una limitación en el crecimiento de varios organismos que dependen de las concentraciones de oxígeno para supervivencia aumentando la mortandad de estos organismos, de esta manera se altera el equilibrio en el que se encuentra un sistema acuático dando paso a la eutrofización de las aguas (Aranda, 2004; Montalvo *et al.*, 2014; Ruiz, 2017).

Si bien es cierto, la eutrofización ha ocurrido naturalmente en lagos y lagunas a través de los años, requiriendo cientos de años para que suceda. No obstante, las actividades antropogénicas, han contribuido a la velocidad este proceso, haciendo que su grado aumente en los diferentes cuerpos hídricos del planeta, y que a su

vez estos se transformen de un grado oligotróficos a mesotróficos, eutróficos y finalmente hipertróficos en tan solo pocos años, es por esto que se considera relevante ambientalmente, por la contaminación que causa, desde finales del siglo XIX (Chapa y Guerrero, 2010).

La Fundación del Comité Internacional de Ambientes de Lagos (ILEC) (2008) “reportó que el 54% de los lagos asiáticos, 53% de los lagos europeos, 48% de los lagos de América del Norte, el 41% de los lagos Sudamericanos y el 28% de los lagos de África se encuentran en estado eutrófico”, representando de esta manera una problemática ambiental global, y a su vez produciendo graves pérdidas económicas

De acuerdo Quintana (2017) en el Ecuador “la eutrofización de los diferentes cuerpos de agua superficial como ríos, arroyos, lagos y lagunas está influenciada en su mayoría por fuentes naturales y antropogénicas, como es el caso de la descarga de aguas residuales”, dado que contiene una alta cantidad de residuos sólidos y líquidos; los cuales son originados de las actividades de poblaciones asentadas dentro de la zona del cuerpo hídrico, otro factor que incide son las precipitaciones y residuos agrícolas que son vertidos; ambos provocan escorrentías al suelo por las distintas concentraciones de contaminantes que contienen.

En la provincia de Manabí hay descargas de aguas que no pasan por ningún tipo de tratamiento previo para la descontaminación al ser descargadas en los ríos (González *et al.*, 2014). Además del excesivo uso de fertilizantes agrícolas y la creciente industria camaronera, misma que se considera como una actividad de origen antropogénico, y juega un papel importante en los impactos ambientales que estas causan al planeta, además estas pueden cambiar sustancialmente la fuente de materia orgánica, debido a que suelen realizar descargas de aguas residuales y actividades de dragado podrían aumentar la carga de sedimentos y

nutrientes, lo que pueden conllevar a un incremento en el nivel de eutrofización de las aguas. (Pérez *et al.*, 2020).

En este contexto se encuentra el Humedal La Segua, ubicado entre los cantones de Chone y Tosagua, el cual se forma en la confluencia del río Carrizal y el río Chone, receptando de esta forma los diferentes desechos orgánicos e inorgánicos arrastrados por la corriente o desechados al cauce de los ríos. Además de que, en las áreas cercanas al humedal, se realizan actividades agrícolas, producciones ganaderas y sobre todo actividades camaroneras, que pueden generar el incremento de nutrientes en el agua y una alteración en los niveles tróficos de la misma.

Con los antecedentes expuestos se plantea la siguiente interrogante: ¿Cuál es el grado trófico en el que se encuentra el Humedal la Segua?

1.2. JUSTIFICACIÓN

De acuerdo a Felipe *et al.* (2011) en la actualidad la eutrofización acelera el envejecimiento natural y acorta considerablemente la vida del receptor acuático, en la conservación de varios tipos de ecosistemas, sobre todo en humedales. García (2016) menciona que esta tiene consecuencia en el entorno y sobre todo en los ríos, lagos, embalses; debido al enriquecimiento de nutrientes en sistemas acuáticos. Además, Aubriot *et al.* (2017) indican que el aumento de las actividades productivas como las camaroneras, alteran la estructura de los ecosistemas y a su vez en su funcionamiento, debido a que descargan efluentes que contienen contaminantes como nutrientes, antibióticos y químicos, los cuales contribuyen a la eutrofización.

Este trabajo de investigación se sustenta legalmente con el Art. 14, Constitución de la República del Ecuador, (2008) donde menciona que “se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que

garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*”. Como lo establece el Eje 1, Objetivo 3 “garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones” del Plan Nacional del Buen Vivir 2019.

Este estudio se fundamenta en conocer los grados tróficos del Humedal la Segua, por esto es responsabilidad crear proyectos enfocados en mejorar la calidad ambiental del entorno, el Humedal la Segua es un área donde el principal factor, es el agua, controlador de la vida vegetal y animal, dado que constituye un ecosistema de mucha importancia para que se lleven a cabo los procesos hidrológicos y ecológicos, que se desarrollan en él, siendo el hábitat favorito para albergar a especies seriamente en peligro de extinción (Pérez *et al.*, 2020).

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el grado actual de eutrofización del humedal La Segua

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir la situación actual de la actividad camaronera presente en el humedal La Segua
- Determinar el grado trófico del agua mediante el uso de dos índices de estado trófico
- Analizar los resultados obtenidos de los índices de estado trófico aplicados

1.4. IDEA A DEFENDER

El humedal la Segua se encuentra en un grado mesotrófico, de acuerdo a los índices de Estado Trófico.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. HUMEDAL

De acuerdo a Kandus *et al.* (2010) los humedales ocupan entre el 5 y el 8% de la superficie de la Tierra; actualmente existen una diversidad de definiciones para este término, estos autores lo definen hábitat de una gran variedad de flora y fauna, mismos que son reservorios vitales de biodiversidad, además brindan servicios ecosistémicos. Según Wu y Chen (2020) el humedal es uno de los ecosistemas más productivos del mundo, un hábitat único para la biodiversidad del planeta, no obstante, aún se encuentran en una situación de degradación continua.

Por otro lado, Sun *et al.* (2019) indican que es una red compleja que se caracteriza por un conjunto de estructuras ecológicas, funciones y procesos formados por la interacción entre el flujo de energía de las comunidades de los humedales y su ambiente alrededor.

2.1.1. FUNCIONES DE LOS HUMEDALES

Según Mitsch *et al.* (2013) los humedales ofrecen muchos servicios ecosistémicos a la humanidad, incluida la mejora de la calidad del agua, mitigación de inundaciones, protección costera y protección de la vida silvestre. Jones *et al.* (2020) indican que hay variedad de procesos de atenuación que operan en humedales como, la absorción por la vegetación de humedales y mediada microbiana, los cuales pueden servir para recuperación de especies de flora que existen en ellos. Wu y Chen (2020) agregan que las funciones, incluyen la purificación del agua, la regulación climática, conservación de la biodiversidad y obtención de carbono.

Ranieri *et al.* (2013) señalan que tiene propiedades superficiales, las cuales están combinadas con los ecosistemas terrestres y acuáticos, incluida la hidrología, la química, la ingeniería y las actividades acuáticas, mismos que desempeñan un papel clave en el mantenimiento del equilibrio en el ambiente global.

2.1.2. EFECTOS DE LAS ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS EN LOS HUMEDALES

Uno de los principales problemas de los humedales, son las actividades humanas de las áreas rurales y urbanas que conllevan a un deterioro de estos ecosistemas (Vasquez, 2016). El aumento de las actividades productivas y el incremento poblacional han alterado el funcionamiento y estructura de los principales ecosistemas acuáticos (Aubriot *et al.*, 2017).

Sun *et al.* (2019) mencionan que son ecosistemas extremadamente frágiles, por su parte Mitsch *et al.* (2012) agregan que han sido destruidos extensiva e intensamente, es por eso que las zonas de humedales se han reducido rápidamente a un ritmo alarmante en todo el mundo debido al drenaje para el desarrollo humano. Sin embargo, casi La mitad de los humedales del mundo se han deteriorado y desaparecido en los últimos 100 años debido a disturbios humanos, la degradación de los humedales han traído una gran cantidad de problemas para el medio ambiente que no pueden ignorarse, pero es de crucial importancia para la humanidad (Wu y Chen, 2020).

2.2. EUTROFIZACIÓN

De acuerdo a Álvarez (2016) la eutrofización es un proceso que tiene lugar a lo largo de cientos de miles de años en ecosistemas acuáticos, Ramos (2018) la define como el enriquecimiento de las aguas con nutrientes, como el nitrógeno y el fósforo a un ritmo tal que no puede ser compensado por eliminación o mineralización total, que como Borrás (2018) lo menciona comienza cuando el

agua recibe un vertido de estos nutrientes, provenientes de desechos agrícolas o forestales. Además, Ochoa (2019) menciona que como consecuencia hay un crecimiento excesivo de materia orgánica, provocando un crecimiento acelerado de algas y otras plantas verdes que cubren la superficie del agua y evita que la luz solar llegue a las capas inferiores, y suele ocurrir sobre todo en aguas lentas o estancadas, por lo que se ha convertido en un grave problema ambiental en todo el mundo que diversas veces se da por procesos naturales, pero sobretodo antropogénicos.

2.2.1. PROCESO DE EUTROFIZACIÓN

Ochoa (2019) lo conceptualiza de la siguiente manera “es cuando el cuerpo de agua tiene exceso de nutrientes, lo cual favorece en el crecimiento de algas u otros organismos acuáticos no deseables, que posteriormente mueren y se consumen generando olores repulsivos, aumentando la turbidez y de esta manera alterando la calidad del agua”. La eutrofización, tanto de manera directa como indirecta provoca cambios estructurales y funcionales en la vegetación acuática, en el primer caso por el aumento de la disponibilidad de nutrientes y en el segundo a través de la disminución de oxígeno disuelto, (Fernández *et al.*, 2018). Este enriquecimiento favorece el crecimiento y la multiplicación de fitoplancton lo que produce un aumento de la turbidez del agua, con lo que el agua tiende a oscurecerse y tornarse verdosa, lo que dificulta el paso de luz necesario para la fotosíntesis que realizan las plantas acuáticas (Granizo, 2011). Paredes (2019) adiciona a esta información que se conoce como el proceso que perturba las características del medio ambiente de los ecosistemas acuáticos.

Además, Borrás (2018) indica que se debe por factores de origen natural y/o antropogénico causado y que sus efectos en las aguas son la alta productividad de biomasa (proliferación de algas e intenso crecimiento de plantas acuáticas por el aumento en la fotosíntesis y descenso en profundidad en la columna de agua).

2.2.2. CAUSAS Y EFECTOS DE LA EUTROFIZACIÓN

2.2.2.1. CAUSAS NATURALES Y ANTROPOGÉNICAS DE LA EUTROFIZACIÓN

El fenómeno ocurre de manera natural a lo largo de la vida de los lagos, aunque se requieren miles de años para que suceda. Las actividades humanas han inducido la transformación de cuerpos de agua a su estado eutrófico a través de la descarga de residuos, lo cual genera un gran problema de contaminación ambiental en muchos sistemas acuáticos alrededor del mundo (Aubriot *et al.*, 2017). El enriquecimiento de las aguas superficiales con nutrientes, el nitrógeno y fósforo son los principales causantes de la eutrofización de acuerdo a Paredes (2019). Yu *et al.* (2020) mencionan que la razón más común para la eutrofización por causas naturales es la lluvia, debido a sus aportes atmosféricos que tiene, la resuspensión de los sedimentos del fondo y la liberación desde los sedimentos anóxicos. Además, se encuentra la evaporación e interrelaciones biológicas, como descomposición y excreción de organismos y la fijación de nitrógeno por microorganismos; por las causas antropogénicas se conocen varias entre las principales están la descarga de aguas residuales industriales, vertidos de prácticas agrícolas, deforestación que aumenta la erosión y disminuye el reciclaje de nutrientes en la cuenca, aumentando su ingreso al cuerpo de agua.

2.2.2.2. EFECTOS DE LA EUTROFIZACIÓN

De acuerdo a Granizo (2011), uno de sus principales efectos es la contaminación del agua y afecciones a su calidad, entre los efectos más importantes de la eutrofización están:

- Pérdida de la biodiversidad existente dentro del lago o laguna y reducción de su vida útil debido al aumento de sedimentos.
- Abundante crecimiento del fitoplancton (algas y cianobacterias) que producen un sabor y olor desagradable en el agua, impidiendo el consumo de agua de fuentes de abastecimiento que se encuentran afectadas por la

eutrofización, además la gran cantidad de algas obstruyen canales y drenes de riego, filtros de las plantas de tratamiento y tomas de plantas hidroeléctricas.

- Restricción al turismo y la recreación por el excesivo crecimiento de algas que impiden nadar en lagos y lagunas o realizar paseos en lanchas o botes.

2.3. ÍNDICES DE ESTADO TRÓFICO

Con respecto a los índices de estados trófico permiten evaluar el estado trófico de un cuerpo de agua, y a su vez la calidad del agua a través de indicadores Matemáticos, el más conocido es el índice de estado trófico propuesto por el Dr. Robert Carlson en 1977, el cual se utiliza para medir la calidad del agua de un lago o embalse; tiene cuatro estados generales: oligotróficos, mesotróficos, eutróficos e hipertrófico (Oña y Tonato, 2017). Este índice además fue modificado por dos grandes exponentes de la ciencia Toledo y Lamparelli, a continuación, se explican:

2.3.1. ÍNDICES DE ESTADO TRÓFICO DE CARLSON MODIFICADO POR TOLEDO

De acuerdo a López y Madroñero (2015) Toledo, en 1985 propuso modificaciones en la formulación matemática del IET con el fin de adaptarlo a las condiciones climáticas de los ambientes tropicales, modificación aplicada en un estudio realizado en un reservorio ubicado en la población de Barra Bonita en Brasil y tiene en cuenta parámetros tales como la profundidad de Secchi, fósforo total y la clorofila “a” (Da Costa *et al.*, 2015)

2.3.2. ÍNDICES DE ESTADO TRÓFICO DE CARLSON MODIFICADO POR LAMPARELLIS

Debido a que el índice de estado trófico de Carlson limita su uso en áreas específicas como los lagos que tienen relativamente pocas plantas enraizadas y fuentes de turbidez distintas de las algas, se diseñó el modificado por Lamparelli

se han elaborado para su aplicación en ciertos ecosistemas como lo son las áreas tropicales, y considera para la determinación de su calidad el fósforo total (TP) y la clorofila a (Chl a).

2.4. GRADOS DE EUTROFIZACIÓN

El estado trófico de los ecosistemas está relacionado con el de nutrientes, este produce valores numéricos que varían de 1 (indicando bajas concentraciones de nutrientes) a 5 (lo que indica un alto contenido de nutrientes concentraciones). (Paredes, 2019).

Los niveles de eutrofización se clasifican en oligotrófico, mesotrófico, eutrófico o hipertrófico según la concentración de nutrientes que existan en el cuerpo de agua, además basados en las manifestaciones ecológicas de la carga nutritiva. Estas categorías tróficas están basadas en concentraciones de fósforo total, concentraciones de la clorofila “a” y visibilidad de disco Secchi (Ordoñez y Toapanta, 2017).

2.4.1. OLIGOTRÓFICO

Es el estado característico de un ecosistema acuático pobre en nutrientes que presenta aguas claras, transparentes, con buen índice de penetración lumínica, el crecimiento de las algas es pequeño y mantiene a pocos animales; como bioindicadores, se puede aseverar que la biota acuática que se encuentra es característica de aguas bien oxigenadas se tiene la presencia de macro invertebrados acuáticos (Oña y Tonato, 2017).

2.4.2. MESOTRÓFICO

Moderado nivel de productividad, claridad de agua y plantas acuáticas. Se considera como el nivel trófico propio de las aguas que contienen cantidades moderadas o intermedias de nutrientes y que pueden contribuir a un mayor desarrollo de organismos acuáticos (Oña y Tonato, 2017).

2.4.3. EUTRÓFICO

Estado en el cual las masas de agua se caracterizan por tener altos niveles de nutrientes, en estos cuerpos de agua proliferan las algas y a menudo poseen menos especies de plantas y animales que los sistemas oligotróficos (Oña y Tonato, 2017).

2.4.4. HIPERTRÓFICO

El cuerpo de agua presenta elevadas concentraciones de componentes orgánicos y nutrientes, turbidez algal, mortandad de diversas especies acuáticas, tiene limitaciones de acuerdo a sus usos (Ordoñez y Toapanta, 2017).

2.5. PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS EMPLEADOS EN LOS ÍNDICES DE ESTADO TRÓFICO

2.5.1. FÓSFORO TOTAL

El fósforo total es un parámetro que se utiliza como indicador, para observar la calidad de agua en la eutrofización, dado que se relaciona con la cantidad de nutrientes, que el agua está produciendo; además en algunas ocasiones estos suelen acumularse al fondo de los ecosistemas acuáticos en forma de partículas (Boyd, 2019).

2.5.2. TURBIDEZ

Este parámetro se manifiesta como un indicador, para ver el estado de eutrofización, dado que se puede observar a través de esta, si hay o no transparencia del cuerpo de agua, dado que se puede disminuir por la presencia de materia orgánica e inorgánica, el plancton y las partículas disueltas y en suspensión que se encuentran presentes en el agua, afectando la cantidad de luz que penetra en el agua (Granizo, 2011).

2.5.3. CLOROFILA “A”

Este parámetro provee una medida indirecta de la biomasa de algas, es el pigmento verde que es responsable de la capacidad de la planta para convertir la luz solar en la energía química necesaria para fijar CO₂ en hidratos de carbono (Boyd, 2019).

2.6. ACTIVIDAD CAMARONERA

De acuerdo a Mioso *et al.* (2014) durante las últimas dos décadas, la producción mundial de camarones cultivados en Ecuador, se ha incrementado a un ritmo más rápido que cualquier otro producto acuícola, lo que ha provocado daños masivos en cuestión social y ambiental, en las áreas donde a menudo se produce el cultivo de camarones. Debido a su alto rendimiento económico, se ha alentado el cultivo de camarón para impulsar la economía de los países en desarrollo.

Las Naciones Unidas Organización de Desarrollo Industrial [ONUDI] (2017) menciona que este tiene cuatro etapas principales, la primera es en el laboratorio en donde se producen las larvas de las especies, las cuales se maduran en tanques de alta capacidad, una vez ocurrido estos son enviadas a granjas donde terminan su maduración, posterior a esto se pasa al proceso de cosecha que por lo general se dan en lagunas o en piscinas específicas para esta actividad (camaroneras), estas tienen que estar bien preparadas, en este proceso es importante recalcar que se dan varias actividades entre las cuales está la alimentación, en esta sección se incluyen sustratos químicos y proteínas, misma que dependerá del uso de productos químicos para su desarrollo, no obstante gran parte de estos procedimientos operativos utilizan productos químicos sintéticos, los cuales acaban impactando de forma negativa en el medio ambiente y en la salud animal/humana por su ecotoxicidad, debido a que la mayoría de estos se ubican en zonas cercanas a ríos, esteros hasta humedales donde el agua es descargada.

2.5.1. IMPACTOS AMBIENTALES

La actividad camaronera, se considera como una actividad acuícola de origen antropogénico, y juega un papel importante en los impactos ambientales que estas causan al planeta, dado que desempeñan actividades como la deforestación, el establecimiento de camaroneras puede aumentar la erosión (Pérez *et al.*, 2020). Además, las personas dedicadas a esta labor, suelen utilizar sustancias químicas o productos sintéticos, en donde la calidad del suelo, aguas y la biodiversidad de los ecosistemas se ven muy afectados por el uso perjudicial de agroquímicos, antibióticos, desinfectantes, fertilizantes químicos e insecticidas en el cultivo tradicional de camarón (Dhar *et al.*, 2020).

2.7. ISOLÍNEAS

De acuerdo a Iturrioz (2002) “la técnica de isolíneas es una de las más importantes en el cartografiado cuantitativo debido a que es la que proporciona buena parte del volumen de mapas temáticos que se producen a través de imágenes satelitales”. Boyd (2019) menciona que dentro de estos se pueden encontrar cartografiado de curvas, en donde se representan la separación de zonas con puntos o coordenadas, a través de los valores característicos de la distribución; además el método más utilizado en este tipo de cartografiado es el de advección de contorno, mismo que sirve para la elaboración de los contornos o isolíneas, realizados en los mapas temáticos y de esta manera observar una simulación del comportamiento de un fluido.

2.7.1. GRÁFICOS DE ISOLÍNEAS

Mills (2009) menciona que se realizan gráficos donde la advección de contorno, es una técnica poderosa que modela la evolución de uno o más contornos o isolíneas de una trazador pasivo, dado que es este método es adaptativo en el sentido de que se añaden o eliminan nuevos puntos del contorno en evolución para mantener

la integridad de la curva; por lo tanto, su configuración horizontal se puede predecir a un alto grado de precisión. Además, estos contornos afectados a menudo muestran una gran cantidad de detalles a escala final. En cuanto al uso de estos gráficos en investigaciones sobre la calidad del agua, Herman *et al.* (2018) mencionan que se utilizan para el comportamiento del grado de eutrofización en cada uno de los puntos muestreados, durante un periodo específico que a su vez muestran cómo estos se van interceptando.

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN

La investigación se realizó en el humedal La Segua de la parroquia San Antonio, del cantón Chone, provincia de Manabí – Ecuador. La extensión territorial abarca una superficie de aproximadamente 1750 hectáreas. El humedal se encuentra próximo a varios poblados de diferentes cantones de la provincia, en las coordenadas de latitud $0^{\circ}42'34.40''S$ y longitud $80^{\circ}11'56.44''O$.



Gráfico 3.1. Mapa de ubicación del humedal La Segua del cantón Chone

Fuente: Sistema Nacional de Información

3.2. DURACIÓN

El desarrollo de la investigación duró 5 meses, tiempo estimado en el que se realizaron las labores de muestreo, diagnóstico y análisis de la información.

3.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación, fue de tipo descriptiva, debido a que se puntualizaron los principales aspectos del grado trófico en el que se encontraba el humedal La Segua.

3.4. MÉTODOS

3.4.1. MÉTODO BIBLIOGRÁFICO

Se utilizó para recopilar información extraída de fuentes bibliográficas con respecto al grado de eutrofización existente en el humedal La Segua, para así darle sustento teórico y científico a la investigación.

3.4.2. MÉTODO EXPLORATORIO

Este método se empleó en las continuas visitas al humedal La Segua, para la recolección de muestras, de acuerdo Hidalgo (2005) se debe tener una claridad sobre el desarrollo y de esta manera posibilitar una investigación más precisa.

3.4.3. MÉTODO ANALÍTICO

Las muestras de agua del humedal La Segua fueron analizadas en el laboratorio de Química Ambiental de la ESPAM MFL, el cual mantuvo condiciones climáticas adecuadas durante la realización de los análisis, con el fin de obtener los resultados sobre el Grado de eutrofización del humedal La Segua.

3.5. TÉCNICAS

3.5.1. ENCUESTA

Se empleó la técnica de la encuesta con el fin de obtener la información necesaria para conocer la situación actual de la actividad camaronera que se realiza en los

sitios cercanos al humedal. En el cual se tomó una muestra representativa en base a la ecuación establecida por Suárez (2011) misma que se utiliza para una población finita, es decir cuando se conoce el total de unidades de observación que la integran.

3.5.2. ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO

El índice de estado trófico es una herramienta metodología que permitió conocer el grado de eutrofización en el que se encuentra el humedal La Segua, el cual fue clasificado de acuerdo a los resultados obtenidos de los índices de Carlson modificado por Toledo 1983 y el índice de Lamparelli 2004, respectivamente.

3.5. VARIABLES EN ESTUDIO

3.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Índice de estado trófico

3.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Grado de eutrofización

3.6. PROCEDIMIENTOS

3.6.1. FASE I. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LAS ACTIVIDADES CAMARONERAS EN EL HUMEDAL LA SEGUA

3.6.1.1. ACTIVIDAD 1. RECONOCIMIENTO DE LA ZONA DE ESTUDIO

Se realizó un reconocimiento del área de estudio con el fin de inspeccionar y familiarizarse con el Humedal, también se identificaron las principales rutas de acceso del establecimiento y la existencia de aportes de agua, de igual forma se realizaron mapas satelitales, para visualizar satelitalmente la zona.

3.6.1.2. ACTIVIDAD 2. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA ACTIVIDAD CAMARONERA EN LA SEGUA

Luego del reconocimiento de la zona se efectuó una identificación de la actividad camaronera que se realiza en los sitios cercanos al humedal, además se aplicó una encuesta (Anexo 1 y 2) a los productores, en donde se identificaron las actividades que realiza, así como la descripción de los procesos y de los componentes que se utilizan para la producción del camarón, para esto se empleó la metodología propuesta por Suarez (2011), en donde hace mención que las encuestas deben ser adecuadas, válidas y representativas, además este autor agrega que la población de individuos puede ser finita es decir cuando está delimitada y se conoce el número que la integran, el cálculo de esta se muestra en la siguiente ecuación:

$$n = \frac{N\sigma^2Z^2}{(N - 1)e^2 + \sigma^2Z^2}$$

Donde:

n = el tamaño de la muestra.

N = tamaño de la población.

σ = Desviación estándar de la población que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor constante de 0,5.

Z = Valor obtenido mediante niveles de confianza. Es un valor constante que, si no se tiene su valor, se lo toma en relación al 95% de confianza equivale a 1,96 (como más usual) o en relación al 99% de confianza equivale 2,58, valor que queda a criterio del investigador.

e = Límite aceptable de error muestral que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor que varía entre el 1% (0,01) y 9% (0,09), valor que queda a criterio del encuestador.

3.6.2. FASE II. DETERMINACIÓN DEL GRADO TRÓFICO DEL AGUA MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE LOS ÍNDICES DE ESTADO TRÓFICO: (CARLSON MODIFICADO POR TOLEDO 1983; LAMPARELLI 2004)

3.6.2.1. ACTIVIDAD 3. SELECCIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO

Se realizó una visita in situ que facilitó la identificación de los puntos de muestreo mediante la utilización de un GPS, de igual manera se utilizó softwares de sistemas de información geográfica, como ArcGis y Google Earth, que permitieron establecer la superficie de la laguna y de esta manera determinar los puntos de muestreo en la laguna del humedal La Segua (Anexo 2).

Para esto se utilizó la metodología propuesta por Barreto (2010) en donde se escogieron 12 puntos de muestreo, con respecto a la superficie del espejo de agua, en el cual se midieron los parámetros que fueron utilizados en la determinación del grado de eutrofización en el humedal.

3.6.2.2. ACTIVIDAD 4. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS EMPLEADOS EN LOS ÍNDICES DE ESTADO TRÓFICO

Próximo a la identificación de los puntos de muestreo se realizó la toma de muestras y medición de los parámetros físicos y químicos que intervienen en el proceso de eutrofización en cada uno de los puntos, para esto se utilizó la metodología de Zhang *et al.* (2020). En el que se indica que los puntos de muestreos deben ser tomados en meses de época seca (octubre, noviembre) y en los meses de época lluviosa (diciembre, enero). Las tomas de muestra se realizaron dos veces al mes, durante el tiempo de duración del estudio, para asegurar que los datos de los diferentes puntos sean comparables, por la variación del espejo de agua, que existen en estas diferentes épocas.

Los parámetros químicos que se analizaron fueron la clorofila y fosforo total, el parámetro físico que se estudio fue de transparencia (Turbidez) que se determinó

mediante la utilización del disco de secchi (Anexo 2). Este parámetro fue medido in situ, aplicando la metodología propuesta por (Barreto, 2010).

El análisis de clorofila (a) se realizó por extracción utilizando filtración y espectrofotometría:

- Para el proceso de filtración en la muestra, se utilizó la técnica al vacío, en donde se empleó la separación de mezclas sólido – líquido; de igual forma se realizó la extracción de la muestra, en donde se tomó el papel filtro, y se colocó en un tubo de ensayo con acetona al 90% a 6 ml de la muestra; el cual se dejó 2 horas en refrigeración, y finalmente se centrifugó durante cinco minutos a 2500 rpm.
- Para la espectrofotometría se utilizó el equipo de espectrofotómetro Spectroquant move 100 (Anexo 3), en donde se seleccionó la longitud de onda de la luz, debido que esta pasa por una solución la cual mide la cantidad de luz absorbida por la misma, para ello se tomaron tres longitudes un alta, intermedia y baja, de 660 nm, 610 nm y 430 nm respectivamente.

El análisis de fósforo total (Pt), se realizó mediante el espectrofotómetro Spectroquant move 100, en donde se siguieron los siguientes pasos:

- Para el análisis se ingresó la muestra en el espectrofotómetro (shift 385 enter)
- Se realizó con blanco (zero) agua destilada, en el cual se utilizó 1,2 ml de reactivo para fosfato por cada 5 ml de agua de cada muestra
- Debido a que el dato que genera el espectrofotómetro es en fosfato mg/l, para transformar de fosfato a fósforo, se tiene que dividir la cantidad por 3,06, luego esa cantidad se multiplica por 1000 para que el resultado de en $\mu\text{g/l}$. ejemplo:

$$\text{Fosfato } 5,508 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \div 3,06 = \text{Fósforo } 1,80 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times \frac{1000 \mu\text{g}}{1 \text{ mg}} = 1800 \mu\text{g/l}$$

Cabe mencionar que las muestras tomadas fueron trasladadas al laboratorio para el posterior análisis, para mantenerla en un estado óptimo de conservación se implementó la metodología propuesta por el (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 2011). “Protocolo de Muestreo, Transporte y Conservación de Muestras de Agua con Fines Múltiples (consumo humano, abrevadero animal y riego)” y la norma ISO 17025 en la que se establece los requisitos que deben cumplir los laboratorios de ensayo y calibración.

3.6.3.3. ACTIVIDAD 5. CÁLCULO DEL GRADO TRÓFICO DE LA LAGUNA DEL HUMEDAL LA SEGUA MEDIANTE EL ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO DE CARLSON MODIFICADO POR TOLEDO (1983)

Para el índice de estado trófico de Carlson modificado por Toledo se tuvieron en cuenta las siguientes variables

- Índice de estado trófico para transparencia o profundidad la cual se calculó para cada uno de los puntos de muestreo mediante la aplicación de la siguiente ecuación:

$$IET_{mDS} = 10 * 6 - \left[\frac{0.64 + \ln Sec}{\ln 2} \right] \quad [3.1]$$

Dónde:

Ln Sec = Logaritmo natural del promedio de la profundidad secchi, en metros, medida con el disco secchi.

- Índice de estado trófico para Clorofila (a) fue obtenida mediante la siguiente ecuación:

$$IET_{mCL(A)} = 10 * \left[6 - \frac{2.4 - 0.695 \ln Cl(a)}{\ln 2} \right] \quad [3.2]$$

Dónde:

Ln Cl (a)= Logaritmo natural de la clorofila (a) en µg/L.

- Índice de estado trófico para Fósforo total obtenido de:

$$IET_M PT = 10 * \left[6 - \frac{\ln \frac{80.32}{PT}}{\ln \ln 2} \right] [3.3]$$

Dónde:

Ln PT = Logaritmo natural de la medición de fósforo total en µg/L P.

Una vez obtenido los resultados de los índices de clorofila (a), fósforo total y profundidad, se procedió a calcular índice de estado trófico modificado por Toledo, este proceso se realizó, para cada punto de muestreo identificado mediante la implementación de la siguiente ecuación propuesta por Toledo en 1983.

$$IET_{M(T)} = \frac{[(IETM SEC) + (IETM Cla) + (IETM PT)]}{3} [3.4]$$

Una vez obtenido el resultado se procedió a clasificar este mismo utilizando las categorías de estado trófico propuesta por Toledo, este procedimiento se realizó para cada mes de estudio, en cada punto.

Cuadro 3.1. Clasificación del (IETM). Toledo *et al.* (1983)

Calcificación	Índice
Oligotrófico	IET < 44
Mesotrófico	44 – 54
Eutrófico	IET > 54

Fuente: Granizo, (2011).

3.6.3.4. ACTIVIDAD 6. CÁLCULO DEL GRADO TRÓFICO DE LA LAGUNA DEL HUMEDAL LA SEGUA MEDIANTE EL ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO DE CARLSON MODIFICADO POR LAMPARELLI (2004)

El índice de estado trófico de Lamparelli es una modificación del índice de estado trófico de Carlson para regiones tropicales, propuesto a partir de la información del Banco de datos de la Red de Monitoreo de Calidad del agua del Estado de São Paulo.

Para el índice de estado trófico de Carlson modificado por Lamparelli se tuvo en cuenta las siguientes variables

- Índice de estado trófico para Clorofila (a) que fue obtenida mediante la siguiente ecuación:

$$IET_M CL(A) = 10 * \left[6 - \frac{0.92 - (0.34 * \ln Cl(a))}{\ln 2} \right] [3.6]$$

Dónde:

Ln Cl (a)= Logaritmo natural de la clorofila (a) en µg/L.

- Índice de estado trófico para Fósforo total obtenido de:

$$IET_M PT = 10 * \left[6 - \frac{1.77 - (0.42 * \ln (PT))}{\ln 2} \right] [3.7]$$

Dónde:

Ln PT = Logaritmo natural de la medición de fósforo total en µg/L P.

Luego de haber obtenido los resultados obtenidos para cada índice, se procedió a realizar el cálculo de estado trófico, de la laguna del humedal La Segua mediante índice de estado trófico modificado por Lamparelli, el cual solo requiere de los valores de Clorofila (a) y Fósforo total, de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$IET_{M(L)} = \frac{[(IETM Cl a) + (IETM PT)]}{2} [3.8]$$

Una vez obtenido el resultado se procedió a clasificar este mismo utilizando las categorías de estado trófico propuesta por Lamparelli, este procedimiento se realizó para cada mes de estudio, en cada punto.

Cuadro 3.2. Clasificación del (IETM). Lamparelli, 2004.

Estado trófico	Fósforo total ($\mu\text{g/L}$)	Clorofila total ($\mu\text{g/L}$)	Criterios TSI
Ultra oligotrófico	$PT \leq 8$	$Chl \leq 1,17$	≤ 47
Oligotrófico	$8 < PT \leq 19$	$1,17 < Chl \leq 3,24$	$47 < TSI \leq 52$
Mesotrófico	$19 < PT \leq 52$	$3,24 < Chl \leq 11,03$	$52 < TSI \leq 59$
Eutrófico	$52 < PT \leq 120$	$11,03 < Chl \leq 30,55$	$59 < TSI \leq 63$
Super eutrófico	$120 < PT \leq 233$	$30,55 < Chl \leq 69,05$	$63 < TSI \leq 67$
Hipertrófico	$PT > 233$	$Chl > 69,05$	> 67

Fuente: CETESB, (2004).

3.6.3. FASE III. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS ENTRE LOS ÍNDICES DE ESTADO TRÓFICO APLICADOS

3.6.3.1. ACTIVIDAD 7. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Una vez que se obtuvieron los resultados de los índices de estado trófico, se efectuó una asimilación entre los valores reflejados de la implementación de cada uno de ellos, para conocer la relación que existen en la aplicación de los índices. Para esto se aplicó un cuadro comparativo para los diferentes índices desarrollados, de acuerdo a la metodología de (Toro, 2019), conjuntamente con la metodología de (Zhang *et al.*, 2020).

Cuadro 3.3. Comparación de índices tróficos y categorías tróficas en los meses octubre, noviembre, diciembre (2020) y enero (2021).

Época	Muestreo	Valor medio índice de estado trófico y categoría trófica			
		Toledo <i>et al</i> , 1983		Lamparelli 2004	
		Índice	Clasificación	Índice	Clasificación
Seca	Octubre				
	Noviembre				
Lluviosa (Ingreso de Afluyente)	Diciembre				
	Enero				

Además de esto, se utilizó un análisis estadístico de varianza (ANOVA) a través del software Infosat, en donde se utilizaron los valores promedios obtenidos de los muestreos de los meses de cada índice aplicado, y de esta manera se determinó si había diferencia significativa ($p > 0,05$) de los resultados.

3.6.3.2. ACTIVIDAD 8. GRÁFICO DE ISOLÍNEAS DE LOS VALORES OBTENIDOS DE EUTROFIZACIÓN PARA CADA PUNTO DE MUESTREO

Se generó un gráfico de isolíneas para los niveles de eutrofización, lo cuales fueron determinados mediante la aplicación de los índices de estado tróficos, para el cumplimiento de esta actividad se utilizó el Software ArcGis, el cual permite modelar de forma cartográfica cuantitativa los resultados obtenidos de la investigación, y de esta manera tener una mejor comprensión del estado actual de eutrofización que presenta el humedal La Segua.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LAS ACTIVIDADES CAMARONERAS EN EL HUMEDAL LA SEGUA

El humedal La Segua, como lo indica Castro (2014) es conocido como Ciénaga y se encuentra ubicado en el eje de Manabí, entre los cantones Chone y Tosagua, tiene una extensión de 1836 hectáreas, en el pasado su espejo de agua alcanzaba una totalidad de 1700 hectáreas en las épocas lluviosas, reduciéndose en un 50% en la temporada seca. De acuerdo al reconocimiento de la zona de estudio, se identificaron las principales rutas de acceso al humedal La Segua (Anexo 4) citadas a continuación:

- La vía de San Antonio, ubicada a 11,5 km al suroeste de la ciudad de Chone.
- Otra de las vías de gran importancia es la que direcciona hasta la ciudad de San Vicente, en donde se ubican cuatro pueblos (San Antonio, La Segua, La Sabana y Puerto Larrea) con una población aproximada de 1700 personas.

En relación a los aportes de agua, anteriormente se conocía que estaba dado por la confluencia de los ríos Carrizal y Chone (Anexo 5), sin embargo actualmente carece de una entrada de agua, además, de que su calidad está siendo afectada principalmente por las actividades antropogénicas presentes en la zona, entre las cuales se destacan la utilización de agroquímicos altamente tóxicos y el incremento de las camaroneras, a su vez, Noles *et al.* (2017) mencionan que la ampliación del terreno utilizado para actividades camaroneras causa obstrucción sobre el río, lo que impide el normal ingreso del agua hacia el humedal.

Por otra parte, se identificaron un aproximado de 120 camaroneras en las zonas cercanas al humedal, aunque únicamente se encuentran activas aproximadamente 100, distribuidas en 27 propietarios. Cabe destacar que dentro

de las mismas trabajan un mínimo de 2 personas por cada camaronera, además, se consideró que cerca de 240 personas trabajan en esta actividad. Se aplicó una encuesta (Anexo 1 y 2), a 47 personas representativas de la población.

$$N = 240$$

$$\sigma = 0,5.$$

$$Z = 1,96$$

$$e = (0,09)$$

$$n = \frac{N\sigma^2Z^2}{(N-1)e^2 + \sigma^2Z^2} \quad [4.1]$$

$$n = \frac{240 * 0,5^2 * 1,96^2}{(240 - 1)0,09^2 + 0,05^2 * 1,96^2}$$

$$n = \frac{57,624}{(239)0,09^2 + 0,009604}$$

$$n = 47$$

Posterior a la recopilación de datos de las encuestas dirigidas a los trabajadores de los establecimientos, se continuó con el procesamiento y análisis de la información de la siguiente manera:

1. ¿TIEMPO DE LA ACTIVIDAD CAMARONERA?

■ 1-3 Años ■ 3-6 Años ■ Más de 10 Años

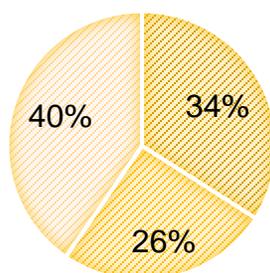


Gráfico 4.1. Tiempo de la actividad camaronera en el Humedal La Segua

En el gráfico 4.1 se observa el tiempo en que la población encuestada lleva realizando esta actividad, en donde se obtuvo los siguientes valores: el 40% mencionó tener 10 años o más desarrollando la actividad acuícola, con respecto a esto Burgos y Pazmiño (2017) manifiestan que el Humedal fue intervenido por acuicultores desde el año 2000, mientras que el 26% respondió que se dedican a esta actividad desde hace 6 años, debido que ellos están en sus primeras etapas de desarrollo, cabe recalcar que varios de ellos manifestaron que las piscinas camaroneras en las que trabajan son de alquiler.

2. ESPECIE DE CAMARÓN

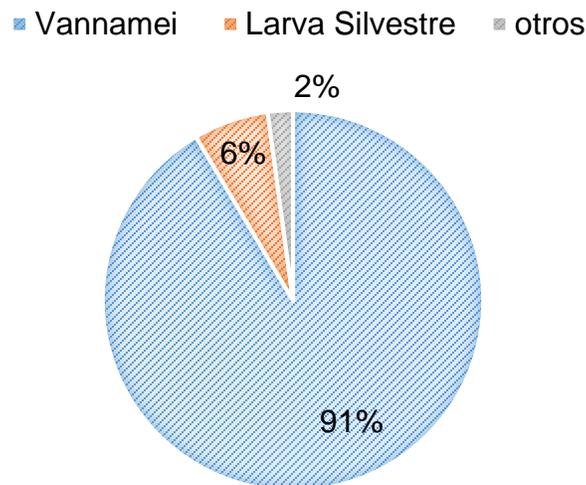


Gráfico 4.2. Especies de camarones utilizados en las camaroneras.

De acuerdo al gráfico 4.2 dentro de las especies de camarón, la más utilizada es la de variedad de laboratorio *Litopenaeus Vannamei*, el cual representa un 91% dentro de la zona de estudio, Bardera *et al.* (2020) mencionan que este es conocido como camarón blanco del Pacífico y es la especie de mayor valor comercial en la acuicultura de camarón por calidad y valor económico, además de comprender más del 70% de la producción global total de la industria; además se tiene la larva silvestre con un 6% y otros con un 2%, no obstante los productores correspondientes a estos porcentajes, manifestaron su interés de cambiarse a la

variedad *Litopenaeus Vannamei* por sus excelentes resultados de cosecha y la adaptación al medio en que encuentran.

3. PRODUCTOS QUÍMICOS EMPLEADOS EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN

■ Fertilizantes (N, P) ■ Desinfectantes ■ Suplementos ■ Otros

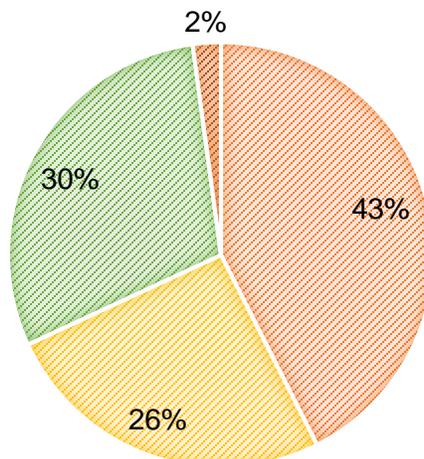


Gráfico 4.3. Productos químicos empleados en el proceso productivo del camarón

En el gráfico 4.3 se muestra los productos químicos empleados en los procesos de esta actividad, el 43 % de los encuestados mencionó que utilizan fertilizantes que contienen nitrógeno y fósforo, de acuerdo a Cheng *et al.* (2020) son sustancias biogénicas importantes en los ecosistemas acuáticos y su migración, transformación y transporte en sistemas fluviales son de importancia ecológica, sin embargo estos nutrientes en exceso, pueden conllevar problemas en la calidad del agua, Taipale *et al.* (2019) mencionan que el aumento en el fósforo total aumenta la proliferación de algas nocivas y reduce la porción de fitoplancton de alta calidad afectando el cuerpo hídrico; al contrario de esto un 2% respondió que otros, en los cuales incluyen suplementos orgánicos.

4. NÚMERO DE COSECHAS ANUAL

■ Dos veces al año ■ Tres veces al año ■ Ininterrumpidamente

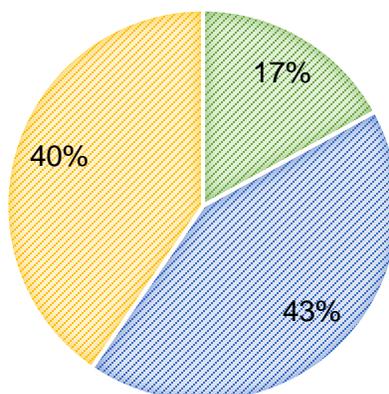


Gráfico 4.4. Números de cosechas anuales del proceso productivo del camarón

Con respecto al número de cosechas al año existió una variación en las respuestas de los encuestados, como se puede observar en el gráfico 4.4, un 43% de la población encuestada mencionó tener cosechas tres veces al año, un 17% manifestó que solo cosechan dos veces al año y un 40% realizan esta actividad ininterrumpidamente, esto debido a la falta de presupuesto, así mismo, al mantenimiento de las piscinas y la escasez del agua.

De acuerdo a Vite *et al.* (2021) Ecuador es uno de los principales países en exportan camarón a nivel mundial, son más de 50 años de producción, la zona costera básicamente concreta toda la producción, sin embargo, debido a algunos factores tales como el: capital y el poco interés de parte de empresas financieras no se realizan más cosechas en el año, en base a los datos expuestos por los Ministerios de Economía y Finanzas, Energía y Recursos Naturales No Renovables, Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca, y entidades del sector público y privado, respecto a la demanda final, las exportaciones de camarón muestran un crecimiento positivo y significativo del 25%, debido a las previsiones económicas por el Banco Central del Ecuador.

5. EXTENSIÓN DE LA ACTIVIDAD (ÁREA)

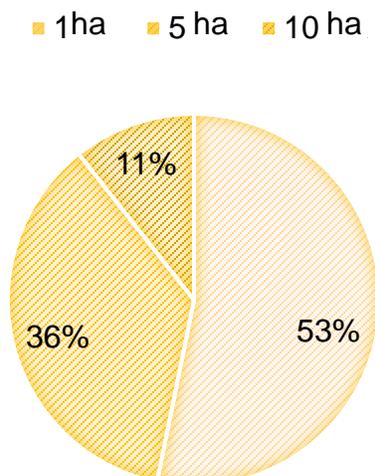


Gráfico 4.5. Extensión ocupada para la actividad del camarón

Cámara Nacional de Acuacultura (2021) menciona que se reconocen aproximadamente 187 empresas situadas en estas categorías, las cuales en la actualidad reportan alrededor de 210.000 hectáreas dedicadas a la producción de camarón. En la actualidad dentro del humedal existen 120 piscinas camaroneras como se mencionó con anterioridad.

Varias de estas piscinas se encuentran en alquiler esto se refleja en la extensión de uso que se tiene para la actividad, en el gráfico 4.5 se observa de acuerdo a la encuesta aplicada que el 53% indicó tener una extensión aproximada de 1 hectárea para el desempeño de esta actividad, mientras que una minoría de propietarios tienen más de 10 Ha para el uso de la actividad acuícola camaronera, el cual representan el 11%, debido a los años que tienen ejerciendo la actividad.

6. AFLUENTE QUE EMPLEA PARA EL PROCESO PRODUCTIVO

■ Agua del Humedal ■ Agua de Ríos ■ Tanques

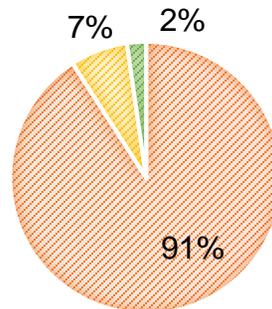


Gráfico 4.6. Afluente utilizado en el proceso productivo del camarón

De acuerdo al gráfico 4.6 el 91% de los encuestados manifestó utilizar como medio de afluente, el agua del humedal para llenar las piscinas, debido a que este es un recurso gratuito y está cercano a las camaroneras, el 9% restante indicó obtener el agua de otras fuentes como aguas de ríos (7%) y tanqueros (2%). Por otra parte, Vite *et al.*, (2021) conciertan que la mayoría de productores de la zona camaronera utilizan los afluentes por motivo que no tiene un costo agregado a la producción.

7. MEDIO RECEPTOR EMPLEADO PARA DESCARGAS

■ Suelo del establecimiento ■ Humedal La Segua ■ Otros

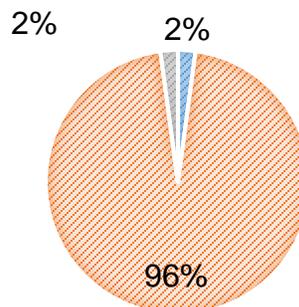


Gráfico 4.7. Medio Receptor para las descargas

En el gráfico 4.7 se observa que el 96% de la población encuestada manifestó que el efluente es descargado en el humedal, en donde han elaborado un sistema recirculación, descargando las aguas usadas después del proceso productivo del camarón, lo que podría estar afectando a la calidad del agua de la laguna, y a su vez la fauna que alberga el sitio; por el contrario, un 2% manifestó que se descargan en suelos cercanos al establecimiento. Marín, (2019) menciona que en el Ecuador el incremento descontrolado de contaminación en las costas y estuarios están siendo afectados por contaminantes relacionados a desechos industriales, hidrocarburos y residuos sólidos, afectando tanto al ser humano, como a la producción de camarón, siendo una pérdida general.

8. EFLUENTES DESCARGADOS AFECTA AL MEDIO AMBIENTE

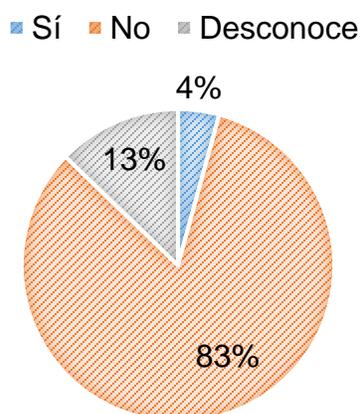


Gráfico 4.8. Afectación del medio ambiente en el proceso productivo del camarón

De acuerdo al gráfico 4.8 el 83% de los encuestados manifestaron que la descarga del efluente del proceso productivo no afecta al ambiente, esto se puede deber al desconocimiento que tienen o simplemente a una respuesta negativa por parte de ellos debido a los problemas ambientales que actualmente hay en el Humedal; un 13% dicen desconocer del tema en cuestión, dado que ellos solamente son encargados del cuidado de las piscinas y un 4% si consideran que

las aguas recirculadas al humedal generan un problema en el ambiente de la zona.

Por otra parte, Marín (2019) menciona que en el Ecuador es notable un incremento de la contaminación del agua producida por las industrias camaroneras, además de la destrucción de los manglares, está provocada por la descarga de los efluentes que contienen varios contaminantes como: antibióticos y químicos, no siendo la excepción el Humedal La Segua.

4.2. DETERMINACIÓN DEL GRADO TRÓFICO DEL AGUA MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE LOS ÍNDICES DE ESTADO TRÓFICO: (CARLSON MODIFICADO POR TOLEDO 1983; LAMPARELLI 2004)

Se requirieron un total de 12 puntos (Anexo 6), los cuales fueron seleccionados aleatoriamente en el espejo de agua del Humedal La Segua, ubicados de tal forma que estos fueron representativos en el lugar de estudio, a continuación, se muestra el mapa de ubicación y las coordenadas geográficas por cada punto:

Cuadro 4.1. Coordenadas de los puntos identificados en el humedal La Segua.

Puntos de muestreo	Coordenadas	
	X	Y
1	589144	9921582
2	588710	9921677
3	588784	9921343
4	589260	9921277
5	588856	9921001
6	589416	9920909
7	589195	9920589
8	589643	9920451
9	590069	9920315
10	589859	9920700
11	589607	9921070
12	589434	9921470

A continuación, en el cuadro 4.2 se presenta el resumen de los resultados de turbidez, clorofila y fósforo obtenidos durante los meses de muestreo:

Cuadro 4.2. Parámetros físicos y químicos empleados en los índices de estado trófico del humedal La Segua.

Mes	Semana	Clorofila ($\mu\text{g/l}$)	Fósforo ($\mu\text{g/l}$)	Turbidez (m)
Octubre	01/10/2020	36,46	1875,83	0,63
	15/10/2020	40,90	2540,83	0,57
Noviembre	04/11/2020	48,28	2728,33	0,43
	18/11/2020	50,95	2840,83	0,31
Diciembre	15/12/2020	52,68	1232,50	0,29
	30/12/2020	49,13	1136,67	0,27
Enero	11/01/2021	50,73	1015,83	0,24
	25/01/2021	49,84	948,33	0,26

En el cuadro 4.2 se evidencia los valores promedios de clorofila, fósforo y turbidez obtenidos de los puntos de muestreo, en este se aprecia que el valor de clorofila más alto se dio durante el primer muestreo del mes de diciembre con un resultado de 52,68 $\mu\text{g/l}$, a su vez el valor más alto de fósforo total corresponde a la segunda semana de noviembre con 2840,83 $\mu\text{g/l}$; mientras que la turbidez tuvo su valor más alto de 0,24 m en el primer muestreo del mes de enero, Jiang *et al.* (2019) indican que la profundidad del disco de Secchi (ZSD), también denominada "claridad del agua" o "transparencia" en las ciencias acuáticas, es un registro directo de la óptica del agua y es un indicador importante de su calidad.

Por otro lado, Maza (2017) expresa que los valores elevados de fosfatos ayudan al crecimiento potencial de las algas y aumenta el proceso de eutrofización de las aguas. Además, Ruiz (2017) en su estudio realizado sobre la comparación de estos análisis menciona que los valores de clorofila se mantienen con valores relativamente bajos en lo que consta del ciclo anual, no obstante, en esta investigación se observó que todos los valores obtenidos durante los meses de muestreo se encuentran elevados, en gran parte esta problemática se debe a las actividades camaroneras presentes en el establecimiento.

Se realizó el cálculo de cada uno de los parámetros estudiados; (Anexo 7). A continuación, en el Cuadro 4.3, se presenta el resumen de los resultados

obtenidos aplicando el índice de estado trófico de Carlson modificado por Toledo (1983).

Cuadro 4.3. Cálculo del grado trófico por el índice de Carlson modificado por Toledo (1983)

Mes	Semana	Índice de estado trófico de Carlson modificado por Toledo (1983)	Grado trófico
Octubre	01/10/2020	79,64	Eutrófico
	15/10/2020	86,04	Eutrófico
Noviembre	04/11/2020	88,79	Eutrófico
	18/11/2020	91,09	Eutrófico
Diciembre	15/12/2020	83,29	Eutrófico
	30/12/2020	82,82	Eutrófico
Enero	11/01/2021	82,86	Eutrófico
	25/01/2021	82,09	Eutrófico

En el cuadro 4.3 se observa que, durante el segundo muestreo del mes de noviembre, se obtuvo el valor más alto en comparación con los demás muestreos, con un valor de 91,09 en su escala y una clasificación de Eutrófico. De acuerdo a la clasificación propuesta por Granizo (2011) lo indica como el más alto en su escala; Meza y Siemann (2020) mencionan que la eutrofización puede tener efectos variables sobre el comportamiento de las especies que los humedales albergan y las actividades antropogénicas que se realicen influyen en este, además todos estos efectos pueden variar con el nivel trófico. Por consiguiente, Dash *et al.* (2020) mencionan que la eutrofización en los humedales, resultante de la descarga de nutrientes en exceso, se ha convertido en un tema de preocupación primordial, debido a que toda la ecología de un humedal eutrófico se ve gravemente afectada a causa de la degradación sustancial de la calidad del agua.

De igual manera se calculó el grado trófico por el índice de Lamparelli (Anexo 9). A continuación, se presenta los resultados obtenidos durante los meses de muestreo:

Cuadro 4.4. Cálculo del grado trófico por el índice de Carlson modificado por Lamparelli (2004)

Mes	Semana	Índice de estado trófico de Carlson modificado por Lamparelli (2004)	Grado Trófico
Octubre	01/10/2020	72,70	Hipertrófico
	15/10/2020	74,66	Hipertrófico
Noviembre	04/11/2020	75,69	Hipertrófico
	18/11/2020	76,17	Hipertrófico
Diciembre	15/12/2020	73,84	Hipertrófico
	30/12/2020	73,40	Hipertrófico
Enero	11/01/2021	73,17	Hipertrófico
	25/01/2021	72,82	Hipertrófico

Como se observa en el cuadro 4.4 en el segundo muestreo del mes de noviembre se obtuvo el valor más alto de las ocho semanas muestreadas, la clasificación obtenida fue de “Hipertrófico o Hipereutrófico”; Kotta *et al.* (2020) indican que la eutrofización es una grave amenaza para los ecosistemas acuáticos a nivel mundial, debido a que esta representa efectos negativos en el ambiente, por lo cual, este grado o calificación conllevará a que el medio donde se encuentra se degrade por completo.

Además, en zonas tropicales el crecimiento de algas está asociado con el exceso de nutrientes, donde este puede causar liberación de oxígeno generalizado en "zonas muertas" y otras amenazas a la sostenibilidad del ecosistema. En cuanto al estado trófico, Lee *et al.* (2020) señalan que altera, tanto la estructura como la función de los ecosistemas de agua dulce, deteriorando la calidad del agua de los recursos hídricos y produciendo sustancias olorosas y toxinas. Por otro lado, Martínez *et al.* (2020) mencionan que el uso de fertilizantes sintéticos o químicos provenientes de las actividades antropogénicas causa un impacto negativo, y de manera directa los humedales se ven muy afectados. Además, Arellano *et al.* (2017) indican que los nutrientes que son liberados con o sin intenciones en el medio ambiente contaminan el agua y favorecen el crecimiento antinatural de algunas especies de algas provocando el proceso de eutrofización en la zona en lugares como estos, debido a la diversidad que albergan estos humedales alrededor del planeta.

4.3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS ÍNDICES DE ESTADO TRÓFICO APLICADOS

Se muestran los resultados obtenidos en el cuadro 4.5:

Cuadro 4.5. Comparación de los índices de estado trófico, en las épocas seca y lluviosa (ingreso de afluentes).

Época	Muestreo	Semana	Valor medio índice de estado trófico y categoría trófica			
			Toledo et al, 1983		Lamparelli 2004	
			Índice	Clasificación	Índice	Clasificación
Seca	Octubre	01/10/2020	79,64	Eutrófico	72,70	Hipertrófico
		15/10/2020	86,04	Eutrófico	74,66	Hipertrófico
	Noviembre	04/11/2020	88,79	Eutrófico	75,69	Hipertrófico
		18/11/2020	91,09	Eutrófico	76,17	Hipertrófico
Ingreso de Afluente (Lluviosa)	Diciembre	15/12/2020	83,29	Eutrófico	73,84	Hipertrófico
		30/12/2020	82,82	Eutrófico	73,40	Hipertrófico
	Enero	11/01/2021	82,86	Eutrófico	73,17	Hipertrófico
		25/01/2021	82,09	Eutrófico	72,82	Hipertrófico

En el cuadro 4.5 se observa que el valor más alto se obtuvo durante el cuarto muestreo el 18 de noviembre del 2020, siendo este de 91,09 en el índice de Toledo *et al.* (1983) con su clasificación de Eutrófico y de 76,17 para el índice de Lamparelli (2004) clasificado como Hipertrófico; cabe destacar que el primero toma a consideración los tres parámetros utilizados en la investigación (turbidez, clorofila y fósforo) mientras que el segundo descarta el valor de turbidez pero ofrece una mayor clasificación. En efecto esta clasificación se debe en gran parte a la sequía presenciada durante ese periodo, de igual manera, al aumento de la carga de nutrientes por la presencia de actividades camaroneras que existen en el humedal, Tuboi y Hussain (2018) señalan que los principales factores de esta problemática, se deben a la extracción de recursos naturales como el agua; cambios en los caudales de los ríos debido a construcciones y contaminación, así mismo, Greenpeace (2017) manifiesta que las sequías producidas por la falta de ingreso de un caudal, favorecen al crecimiento de las algas y al aumento en la

concentración de los nutrientes presentes en el agua, generando un desequilibrio en el ecosistema presente.

Conjuntamente, se realizó un análisis de varianza de los resultados obtenidos (Anexo 10 y 11) de la aplicación de los índices exhibidos en el cuadro 4.6 y 4.7.

Cuadro 4.6. Análisis de varianza de los valores obtenidos del índice de Toledo.

F.V	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	77,03	3	25,68	4,36	0,0943
Mes	77,03	3	25,68	4,36	0,0943
Error	23,53	4	5,88		
Total	<u>100,56</u>	7			

Los resultados del ANOVA en el cuadro 4.6 reflejan que no existe diferencia significativa (0,0943) al analizar los valores promedios de cada mes en análisis, sin embargo, durante el mes de noviembre se obtuvo el valor más alto en la investigación, en definitiva esto refleja la realidad que atravesó el humedal La Segua (Anexo 12), en donde casi en su totalidad se redujo su extensión de agua, así mismo, además de las constantes descargas de aguas de las camaroneras; en un estudio realizado por Rivas *et al.* (2005) considera que esto se debe en su gran mayoría a las actividades agrícolas y acuícolas que afectan las propiedades del agua, degradándola; no obstante se menciona que los valores comprendidos en este rango de significancia pueden ser bajos estadísticamente.

Cuadro 4.7. Análisis de varianza de los valores obtenidos del índice de Lamparelli (2004).

F.V	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	9,94	3	3,31	6,04	0,0575
Mes	9,94	3	3,31	6,04	0,0575
Error	2,19	4		0,55	
Total	12,13	7			

En el cuadro 4.7 se observa los resultados del ANOVA, donde la significancia brinda un valor mayor ($>0,05$) al valor de p, en relación a los valores obtenidos en este índice, como se mencionó anteriormente la clasificación de dichos valores (eutrófico e hipertrófico) no se alteró durante los meses que duró la investigación.

La aplicación de los índices, reflejan que las aguas del humedal se encuentran en un grado (eutrófico-hipertrófico), pese a que no haya diferencia significativa entre los meses de estudios, considerando que es un hecho que no se puede ignorar. Comprendiendo los resultados del cuadro 4.7 coinciden con lo expresado por Oña y Tonato (2017) donde señalan que, el estado del agua se torna de un color verde oscuro debido al incremento del fitoplancton, además de que no es apta para el consumo humano sin previo tratamiento y produce malos olores, así mismo, existe una reducción en los niveles de oxígeno disuelto presente en el agua.

Por otro lado Ruiz (2017) añade que, los altos niveles de eutrofización en general son causados por el incremento de los nutrientes y la falta de afluentes al cuerpo de agua; a su vez, en un estudio realizado por Choco (2017) se demostró que en la mayoría de casos, el alimento que utilizan en el proceso de producción es de alto contenido de fertilizantes sintéticos, y de este solo una porción pequeña consume el camarón y las demás se quedan retenidas en el agua en donde se degradan, afectando los ecosistemas que son receptores de descargas de estas aguas; este sin duda es un caso similar al del humedal La Segua; por su parte Quiroz *et al.* (2005) en su estudio sobre la agriculturalización en el humedal Pompeano, expresan que el excesivo uso de suelo desgasta la calidad del mismo, y genera un incremento en la concentración de nutrientes que posteriormente terminan en un cuerpo de agua, además manifiesta que los efectos directos de la agricultura se reflejan en el incremento en los niveles de fósforo y nitrógeno.

De igual manera se realizaron los gráficos de isolíneas con los valores de eutrofización obtenidos del índice de estado trófico de Carlson modificado por Toledo *et al.* (1983) para cada muestreo.

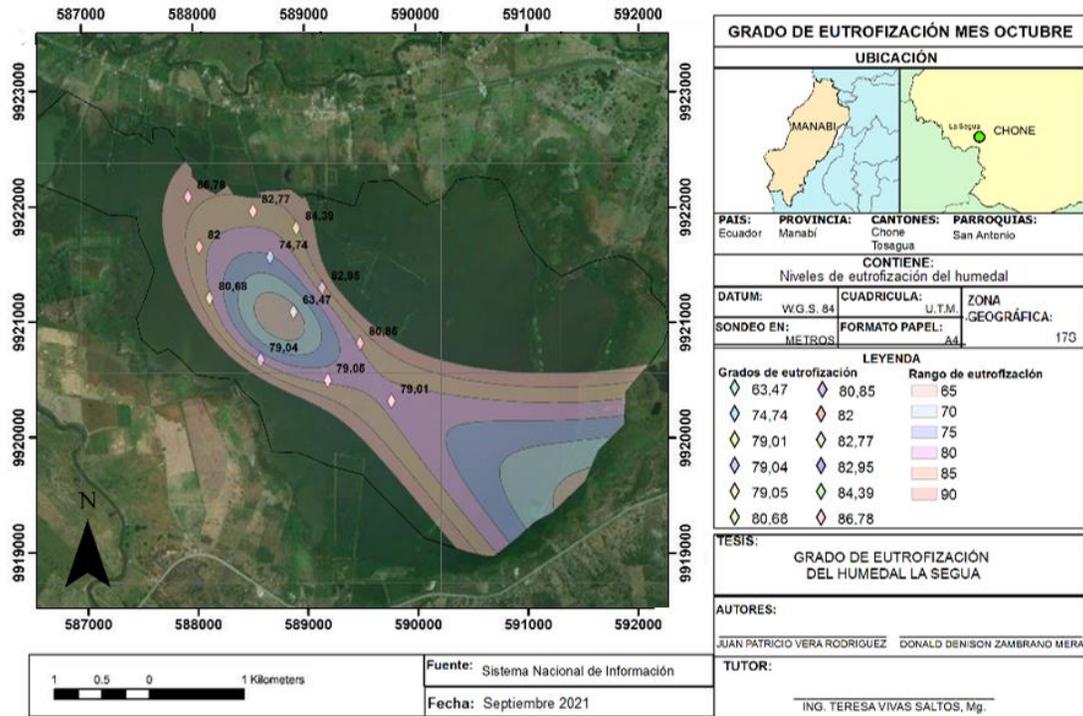


Figura 4.1. Primer muestreo del grado de eutrofización reflejado en Isolíneas del Humedal La Segua

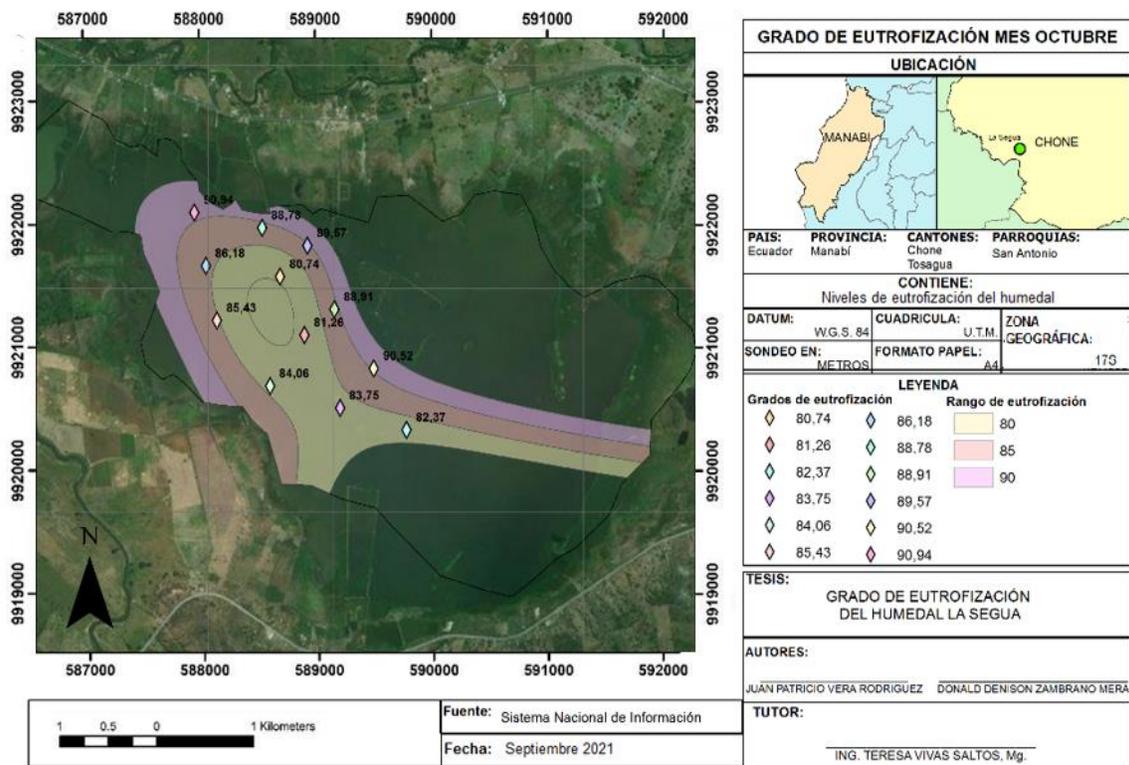


Figura 4.2. Segundo muestreo del grado de eutrofización reflejado en Isolíneas del Humedal La Segua

En la figura 4.1 y 4.2 se observa la concentración de los niveles de eutrofización durante las primeras semanas del estudio comprendida en el mes de octubre, además se evidenció que en la zonas de menor profundidad de agua el grado de eutrofización reflejó un valor más elevado con respecto a las zona de mayor profundidad, de la misma manera, se considera la intervención antropogénica como uno de los causantes de estos resultados, en gran parte por las disposiciones de las camaroneras, esto se debe a que los puntos que reflejaron un mayor grado de eutrofización fueron los que reciben las descargas del agua de forma directa. En un estudio realizado por Escobar (2020) reflejó que las actividades antropogénicas son responsables directas del incremento de nutrientes en las aguas, de la misma manera, Moreta (2008) expone que la eutrofización se manifiesta de manera negativa en el equilibrio de los ecosistemas.

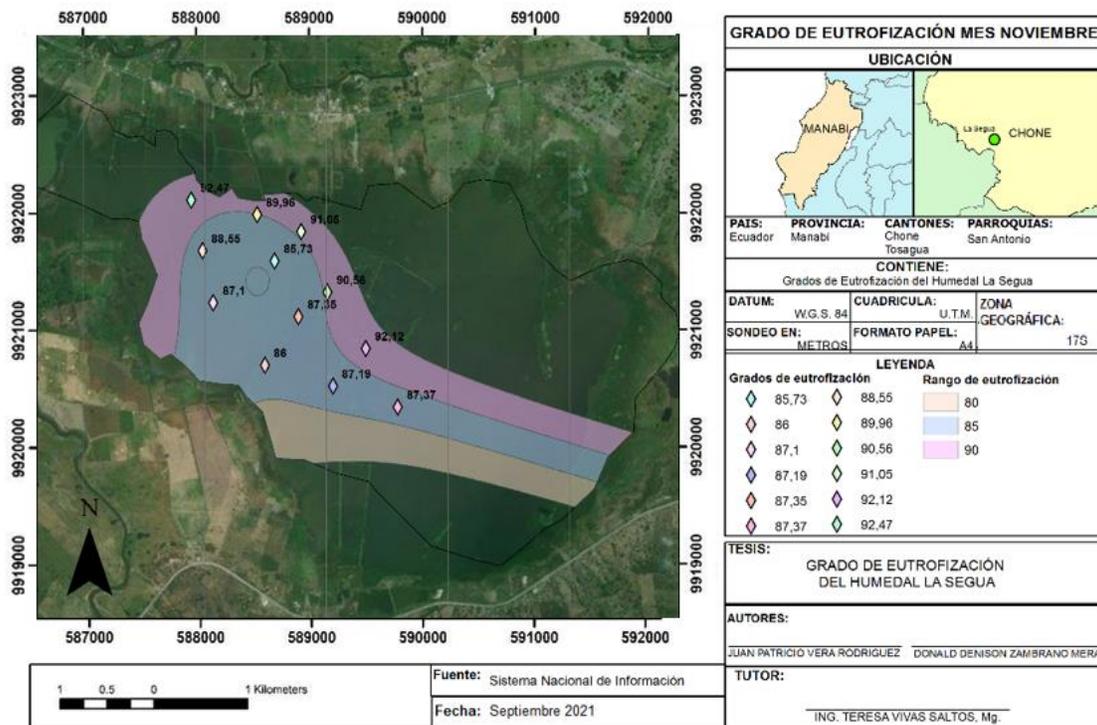


Figura 4.3. Tercer muestreo del grado de eutrofización reflejado en Isolíneas del Humedal La Segua

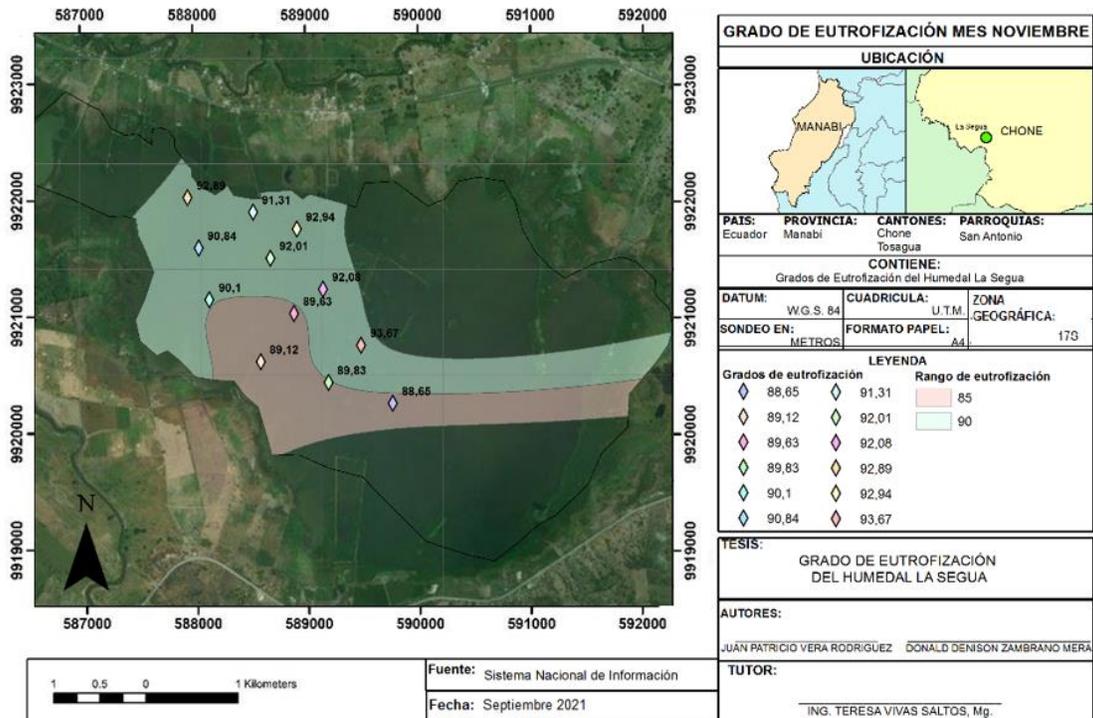


Figura 4.4. Cuarto muestreo del grado de eutrofización reflejado en Isolíneas del Humedal La Segua

En el mes de noviembre se evidenció un aumento en los niveles de eutrofización del humedal, las figuras 4.3 y 4.4 denotan el incremento que este presenta en comparación con el mes de octubre, durante este periodo se consideraron varios factores como: los incendios ocurridos en el mes de octubre y la sequía que presentó el humedal la cual representó la reducción del espejo de agua en casi un 90%, los gráficos representan la distribución del nivel de eutrofización en el espejo de agua, Zouiten (2012) manifiesta que los niveles de eutrofización se encuentran más elevados en aguas menos profundas en comparación con aguas más profundas; así mismo, Benjumea *et al.* (2018) expresan que en las épocas de sequías los nutrientes en las aguas tienden a ascender en su valor de concentración, esto se observa en los resultados de fosfatos y clorofila obtenidos en el mes de noviembre.

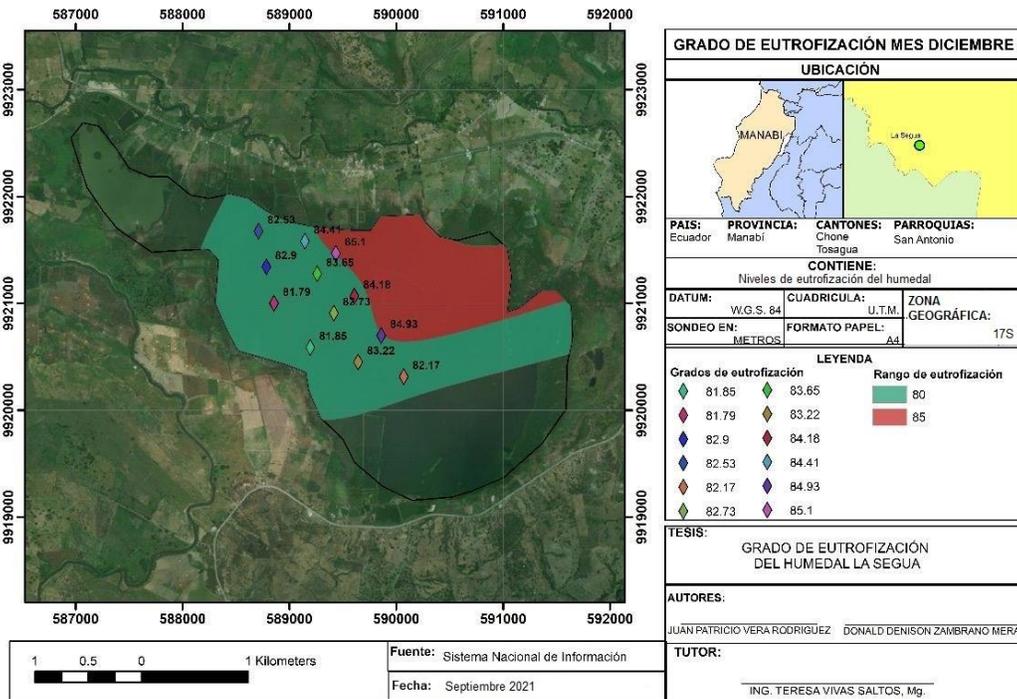


Figura 4.5. Quinto muestreo del grado de eutrofización reflejado en Isolíneas del Humedal La Segua

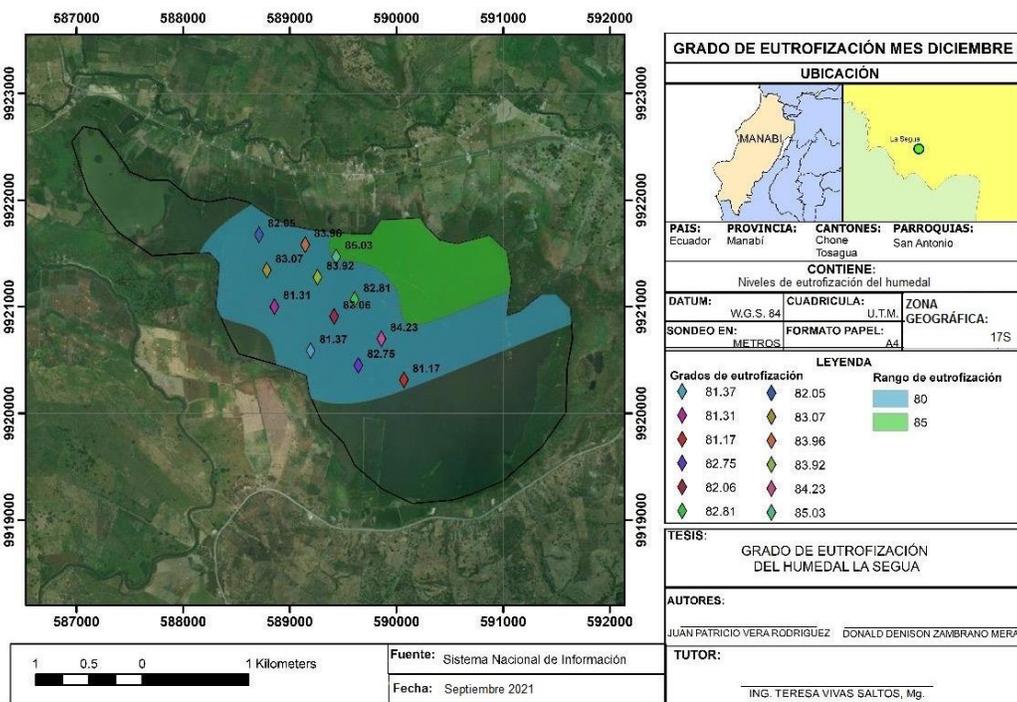


Figura 4.6. Sexto muestreo del grado de eutrofización reflejado en Isolíneas del Humedal La Segua

Las figuras 4.5 y 4.6, corresponden al mes de diciembre, durante este periodo hubo un ingreso de agua a través de un canal del río Chone para compensar la sequía del humedal, como resultado del acto los niveles de eutrofización del humedal descendieron en comparación con el mes de noviembre, así mismo, se evidenció un grado de eutrofización similar en los puntos de muestreo, esto como resultado de la entrada constante de agua ya sea por el canal del río Chone o por las lluvias. Además, se tuvo constancia que el grado de eutrofización promedio de ambos muestreos no presentó un incremento o reducción notable durante el mes de muestreo. Escobar (2020) señala que el ingreso de caudal a un hábitat es de gran importancia dado que mantiene el ciclo del agua activo y de esta manera las especies que habitan en estos ecosistemas se ven beneficiados, no obstante, cuando hay una carencia de este recurso (agua) el equilibrio del ecosistema se ve afectado drásticamente, por otra parte, Barroso *et al.* (2002) manifiestan que en las épocas de sequía la concentración de los nutrientes suele elevarse en comparación con la época de lluvia, favoreciendo de esta manera la eutrofización.

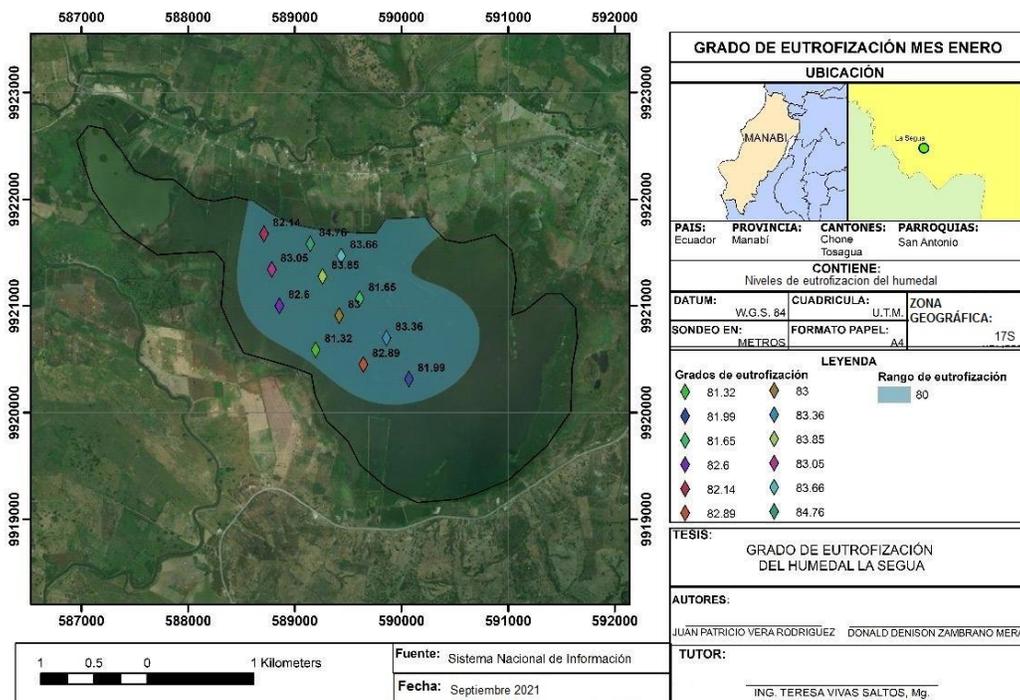


Figura 4.7 Séptimo muestreo del grado de eutrofización reflejado en Isolíneas del Humedal La Segua

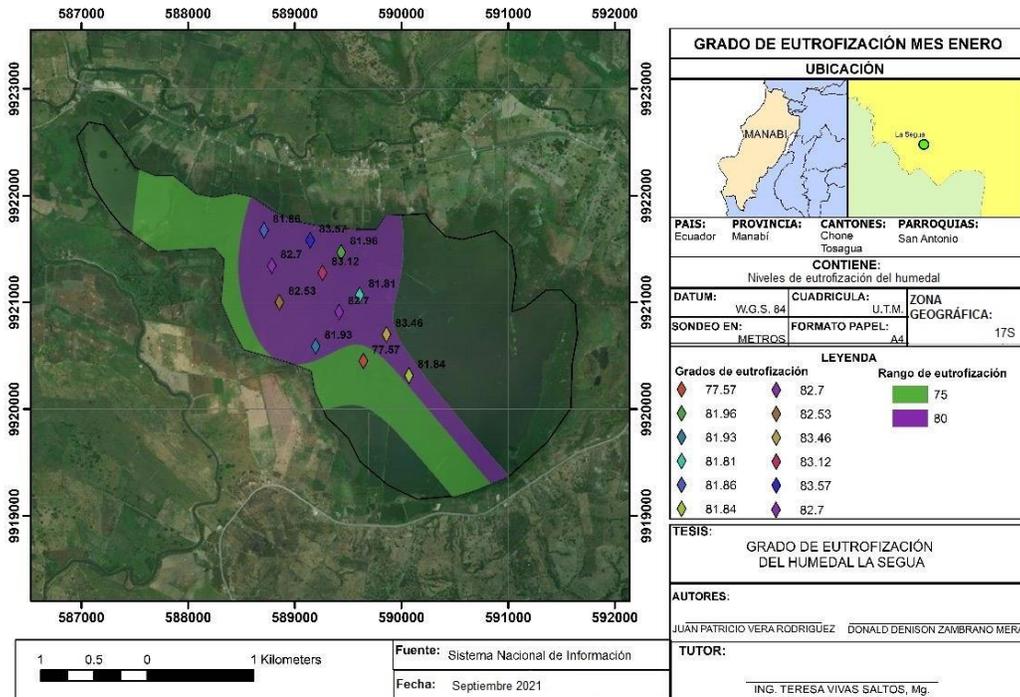


Figura 4.8. Séptimo muestreo del grado de eutrofización reflejado en Isolíneas del Humedal La Segua

Durante el mes de enero los valores de eutrofización obtenidos no variaron en comparación con lo obtenidos en el mes de diciembre, como se observa en la figura 4.7 y 4.8, el valor promedio de eutrofización es similar en todos los puntos de muestreo, esto se debe en gran parte al inicio de la época lluviosa que favorecen el aumento del nivel del agua. A pesar de esto, el valor de eutrofización del humedal aún se considera elevado superando los valores iniciales obtenidos durante el primer muestreo, García y Miranda (2018) en su estudio sobre la eutrofización mencionan como valores similares a los obtenidos en esta investigación, una amenaza para el recurso hídrico, además expresa que la eutrofización no solo afecta a este recurso, sino que todo el ecosistema en relación se ve afectado; de igual manera Bueno (2017) indica que este tipo de proceso genera pérdida en la calidad del recurso hídrico el cual es imprescindible y vital para el ser humano.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- La situación actual de las actividades camaroneras encontradas dentro del humedal develó la dependencia y el consumo que existe del agua por parte de la actividad camaronera, la cual ha incrementado, en comparación con años anteriores. Esta actividad se lleva realizando durante más de diez años, además que en el ciclo productivo del camarón se utilizan productos alimenticios con contenidos químicos como el fósforo y nitrógeno, en la actualidad se identificaron 100 camaroneras activas.
- El grado de eutrofización obtenido durante los meses de muestreo reflejó una clasificación de “Eutrófico” en la escala del Índice de Estado Trófico Modificado por Toledo con un valor promedio de 84,58; y de “Hipertrófico” para el Índice de Estado Trófico Modificado por Lamparelli con un valor promedio de 74,05, siendo noviembre el mes con mayor incremento en el valor de la eutrofización. Simultáneamente, a causa de los valores obtenidos que reflejaron una clasificación diferente, se refuta la idea a defender planteada en esta investigación, en la cual se estableció que el humedal presentaba una clasificación mesotrófica en cada índice aplicado.
- Con respecto a los análisis realizados en los índices de estado trófico se constató que no existe una diferencia significativa en relación a los valores obtenidos del índice de Toledo y del índice de Lamparelli, dado que en ambos índices se presenta la clasificación más alta de nivel trófico, además, se constató que, en las zonas de descarga de agua utilizadas por las camaroneras los niveles de eutrofización se encuentran más elevados en comparación a las zonas céntricas del espejo de agua.

5.2. RECOMENDACIONES

- A las autoridades competentes dentro del cantón tomar medidas estrictas en cuanto al incremento de las actividades camaroneras dentro del sitio en cuestión, así como el continuo seguimiento de los vertidos de agua provenientes de la descargas de las camaroneras, o por la entrada de agua de canales externos al humedal que puedan generar un incremento en la concentración de los nutrientes del agua, lo que a su vez incrementará el nivel de eutrofización de la misma.
- A entidades reguladoras, como el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica del Ecuador y al GAD provincial de Manabí socializar la información obtenida en esta investigación, para que de esta manera implementen acciones con respecto a la protección del humedal, que permitan su conservación y un buen equilibrio ecológico hacia las diferentes especies que en él habitan.
- A su vez, se recomienda continuar con este tipo de investigaciones en pro de la conservación del ambiente, de igual manera, analizar otros elementos que puedan afectar la calidad del agua y el ambiente en general, de la misma manera, estudiar otros factores como: las actividades agrícolas aledañas a la zona y la falta de entradas de aguas que puedan afectar al humedal.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, X. (2016). Modelo conceptual de la eutrofización y proliferación de cianobacterias. Un caso de estudio en el embalse de A Baxe. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2745.1927>
- Aranda, N. (2004). Eutrofización y calidad de agua de una zona costera tropical [Tesis Doctoral, Universidad de Barcelona]. <http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/35296/1/TESISNANCY.pdf>
- Arellano, O., García, E., Thomson, K y Tirado, R. (2017). Zonas muertas: los ecosistemas del mundo amenazados por la contaminación con fertilizantes. Greenpeace: https://redfan.cicese.mx/files/archivos/28012017_124716_zonas-muertas.pdf
- Aubriot, L., Delbene, L., Haakonsson, S., Somma, A., Hirsch, F y Bonilla, S. (2017). Evolución de la eutrofización en el Río Santa Lucía: Influencia de la intensificación productiva y perspectivas. INNOTECH, 14 jul-dic, 07-16. <https://doi.org/10.26461/14.04>
- Bardera, G., Owen, M., Façanha, F., Alcaraz, J., Alexander, M y Sloman, K. (2020). The influence of density and dominance on Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) feeding behaviour. *Aquaculture*, 531, 735949. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735949>
- Barreto, P. (2010). Protocolo de monitoreo de agua. https://biorem.univie.ac.at/fileadmin/user_upload/p_biorem/education/research/protocols/Protocolo_Agua.pdf
- Barroso, M., Valderas, L., Márquez, D y Alonso, J. (2002). Evolución de la calidad de las aguas del embalse de los hurones para consumo público (Cádiz, España). *Ingeniería Del Agua*, 183-195.
- Benjumea, C., Suárez, M y Villabona, S. (2018). Variación espacial y temporal de nutrientes y total de sólidos en suspensión en la cuenca de un río de alta montaña tropical. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 42(165), 353.

- Borrás, C. (2018). ¿Qué es la eutrofización? *ecologiaverde.com*.
<https://www.ecologiaverde.com/que-es-la-eutrofizacion-34.html>
- Boyd, C. (2019). Nitrógeno, fósforo, eutrofización y estándares de efluentes para certificación acuícola «Global Aquaculture Advocate. Global Aquaculture Alliance. <https://www.aquaculturealliance.org/advocate/nitrogeno-fosforo-eutrofizacion-y-estandares-de-efluentes-para-certificacion-acuicola/>
- Bueno, Y. (2017). Estudio del crecimiento excesivo del fitoplancton y sus consecuencias en la laguna de ortices, de San Andres Santander. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/12985/1101596935.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cámara Nacional de Acuacultura. (2021). Revista Lideres.
- Burgos, J y Pazmiño, G. (2017). Ictiofauna como bioindicador de calidad de agua en el humedal la Segua – Chone [Tesis de Grado, Ingeniero en Medio Ambiente, Escuela Superior Politécnica del Litoral].
<http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/603/1/TMA122.pdf>
- Castro, A. (2014). Diseño de una ruta de aviturismo entre el refugio de vida silvestre islas corazón y fragatas y el humedal la Segua, provincia de Manabí [Trabajo de Tesis de Grado, Licenciada en Ciencias de la Educación – Mención Ecología y Medio Ambiente, Universidad Tecnológica Equinoccial].
http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/13501/1/58164_1.pdf
- Chapa, C y Guerrero, R. (2010). Eutrofización: Abundancia que mata.
https://www.researchgate.net/publication/236649916_Eutrofizacion_Abundancia_que_mata
- Cheng, X., Huang, Y., Li, R., Pu, X., Huang, W y Yuan, X. (2020). Impacts of water temperature on phosphorus release of sediments under flowing overlying water. *Journal of Contaminant Hydrology*, 235, 103717.
<https://doi.org/10.1016/j.jconhyd.2020.103717>
- Choco, O. (2017). Evaluación de los factores de eutrofización que afectan la calidad de agua en sistemas de cultivos semintensivos de (*Litopenaeus vannamei*).
http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/11348/1/DE0010_EXAMENCOMPLEXIVO.pdf

- Da Costa Lobato, T., Hauser, R., de Oliveira, T., Maciel, M., Tavares, M., da Silveira, A y Saraiva, A. (2015). Categorization of the trophic status of a hydroelectric power plant reservoir in the Brazilian Amazon by statistical analyses and fuzzy approaches. *Science of The Total Environment*, 506-507, 613-620. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.11.032>
- Dhar, A., Uddin, M y Roy, M. (2020). Assessment of organic shrimp farming sustainability from economic and environmental viewpoints in Bangladesh. *Environmental Research*, 180, 108879. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.108879>
- Escóbar, J. (2002). La contaminación de los ríos y sus efectos en las áreas costeras y el mar. CEPAL, División de Recursos Naturales e Infraestructura. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.777>
- Escobar, S. (2020). Determinación de microorganismos considerados indicadores biológicos de eutrofización en la laguna Huacracocha Huancayo en el período abril a septiembre del año 2019 [Tesis de Grado, Ingeniera Ambiental, Universidad Continental]. https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/7882/1/IV_FIN_107_TE_Escobar_Cayetano_2020.pdf
- Felip, M., Riera, J., Camarero, L., Quijano, D y Giménez, Y. (2011). Efectos de la actividad ganadera en los lagos del parque nacional de aigüestortes i estany de sant maurici: aportes de nitrógeno y riesgo de eutrofización. 16.
- Fernández, C., Jocu, A y Gandullo, R. (2018). Vegetación acuática bioindicadora de eutrofización del Alto Valle de Río Negro (Argentina). 28(1), 45-93.
- García, F y Miranda, V. (2018). Eutrofización, una amenaza para el recurso hídrico. Obtenido de http://ru.iiec.unam.mx/4269/1/2-Vol2_Parte1_Eje3_Cap5-177-Garc%C3%ADa-Miranda.pdf
- García, M. (2016). Eutrofización: Una visión general [CienciAcierta Revista científica, tecnológica y humanística]. *CienciAcierta*. <http://www.cienciacierta.uadec.mx/2016/09/26/eutrofizacion-una-vision-general/>
- González, M., Navarrete, M y Fernández, S. (2014). Determinación de las principales fuentes de contaminación del río Portoviejo, en el sector entre

Andrés de Vera y Picoazá, del cantón Portoviejo [Tesis de Grado, Ingeniero Civil]. Universidad Técnica de Manabí.

Granizo, A. (2011). El estado trófico de la Laguna de Limoncocha en el período (febrero 2010 – enero 2011) [Tesis de Grado, para optar por el título de Ingeniero Ambiental, Universidad Internacional SEK]. <http://localhost:8080/xmlui/handle/123456789/455>

Greenpeace. (2017). Sequía es algo más que falta de lluvia, impactos e imágenes. https://es.greenpeace.org/es/wp-content/uploads/sites/3/2017/11/Sequia-Falta-de-Agua_WEB-1.pdf

Herman, R., Fast, B., Mathesius, C y Delaney, B. (2018). Isoline use in crop composition studies with genetically modified crops under EFSA guidance – Short communication. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 95, 204-206. <https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2018.03.022>

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (2011). Protocolo de Muestreo, Transporte y Conservación de Muestras de Agua con Fines Múltiples (consumo humano, abrevado animal y riego). https://inta.gov.ar/sites/default/files/script-tmp-protocolo_de_muestreo_de_aguas_inta.pdf

Iturrioz, T. (2002). Capítulo 5. Mapas de isolíneas. <http://redgeomatca.rediris.es/cart2/pdf/pdfT/tema5t.pdf>

Jiang, D., Matsushita, B., Setiawan, F y Vundo, A. (2019). An improved algorithm for estimating the Secchi disk depth from remote sensing data based on the new underwater visibility theory. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 152, 13-23. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2019.04.002>

Jones, C., Amacher, M., Grossl, P y Jacobson, A. (2020). Selenium mass balance and flux in water of Pariette Wetlands, Utah (USA). *Applied Geochemistry*, 113, 104517. <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2019.104517>

Kandus, P., Morandera, N y Schivo, F. (2010). Bienes y Servicios Ecosistémicos de los Humedales del Delta del Paraná. 32.

Kotta, J., Futter, M., Kaasik, A., Liversage, K., Rätsep, M., Barboza, F. R., Bergström, L., Bergström, P., Bobsien, I., Díaz, E., Herkül, K., Jonsson, P.

- R., Korpinen, S., Kraufvelin, P., Krost, P., Lindahl, O., Lindegarth, M., Lyngsgaard, M. M., Mühl, M y Virtanen, E. (2020). Cleaning up seas using blue growth initiatives: Mussel farming for eutrophication control in the Baltic Sea. *Science of The Total Environment*, 709, 136144. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.136144>
- Ledesma, C., Bonansea, M., Rodriguez, C y Sánchez, A. (2013). Determinación de indicadores de eutrofización en el embalse Río Tercero, Córdoba (Argentina). *Revista Ciência Agronômica*, 44(3), 419-425. <https://doi.org/10.1590/S1806-66902013000300002>
- Lee, S., Ahn, C., Kim, E., Park, J y Joo, J. (2020). Growth inhibition of harmful algae using TiO₂-embedded expanded polystyrene balls in the hypereutrophic stream. *Journal of Hazardous Materials*, 398, 123172. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.123172>
- López, M y Madroñero, S. (2015). Estado trófico de un lago tropical de alta montaña: Caso Laguna de la Cocha. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 25(2), 21. <https://doi.org/10.18359/rcin.1430>
- Marín, H. (2019). Descripción y análisis de impactos ambientales típicos relacionados a la actividad de producción acuícola en el Ecuador. Guayaquil: Espol.
- Martínez, C., Sauvage, S., Al Bitar, A., Green, P., Vörösmarty, C y Sánchez, J. (2020). Denitrification in wetlands: A review towards a quantification at global scale. *Science of The Total Environment*, 754, 142398. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142398>
- Maza, J. (2017). Cuantificación de la variabilidad espacial y temporal de iones de fosfatos en dos cuencas andinas altas del sur del Ecuador. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14968/1/UPS-CT007384.pdf>
- Meza, M y Siemann, E. (2020). Warming alone increased exotic snail reproduction and together with eutrophication influenced snail growth in native wetlands but did not impact plants. *Science of The Total Environment*, 704, 135271. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135271>

- Mills, P. (2009). Isoline retrieval: An optimal sounding method for validation of advected contours. *Computers & Geosciences*, 35(10), 2020-2031. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2008.12.015>
- Mioso, R., Marante, F., Laguna, I y Bessonart, M. (2014). Química de productos naturales aplicada a la acuicultura: Una revisión interdisciplinar. *Química Nova*, 37(3), 513-520. <https://doi.org/10.5935/0100-4042.20140084>
- Mitsch, W., Bernal, B., Nahlik, A. M., Mander, Ü., Zhang, L., Anderson, C., Jørgensen, S y Brix, H. (2013). Wetlands, carbon, and climate change. *Landscape Ecology*, 28(4), 583-597. <https://doi.org/10.1007/s10980-012-9758-8>
- Montalvo, J., Rodríguez, A., Vega, E y García, N. (2014). Modelación de la eutrofización e índice de calidad del agua en algunas bahías del archipiélago Sabana Camagüey. 34(3), 17.
- Montilla, A., Zambrano, M y Reyes, C. (2017). Análisis de las condiciones geográficas y ecológicas del humedal La Segua, provincia de Manabí, Ecuador. <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/latecnica/article/view/809/700>
- Moreta, J. (2008). La eutrofización de los lagos y sus consecuencias. [Trabajo de grado previa la obtención del título de tecnólogo en saneamiento Ambiental, Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/720/2/06%20NUT%20099%20TESIS.pdf>
- Naciones Unidas Organización de Desarrollo Industrial [ONUDI]. (2017). Guía para la eficiencia de recursos y producción más limpia en el sector camaronero. <https://open.unido.org/api/documents/13020765/download/Gu%C3%ADa%20para%20la%20eficiencia%20de%20recursos%20y%20producci%C3%B3n%20m%C3%A1s%20limpia%20en%20el%20sector%20camaronero.pdf>
- Noles, P., Philco, C., Delgado, C., Loor, E y López, M. (2017). Calidad de agua del humedal la Segua- Chone mediante su ictiofauna como bioindicador. 4(1).
- Ochoa, A. (2019). Utilización de *Paramecium caudatum* en el control de la eutrofización del agua en el distrito de Sapallanga – Junín 2019 [Tesis de Grado, Ingeniera Ambiental, Universidad Continental]. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/7131>

- Oña, J y Tonato, C. (2017). Determinación del estado trófico de las lagunas de Mojanda a través de la cuantificación de clorofila "a" [Tesis de Grado, Ingeniera Ambiental, Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/13140>
- Ordoñez, C y Toapanta, M. (2017). Determinación del estado trófico de la laguna de Yambo a través de la cuantificación de clorofila "a" [Tesis de Grado, Ingeniera Ambiental, Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/13141>
- Paredes, L. (2019). Desarrollo de un modelo conceptual para el manejo de servicios ecosistémicos costeros: isla grande de chiloé [Tesis de Grado, Magíster en Gestión y Planificación, Universidad de Chile]. <http://mgpa.forestaluchile.cl/Tesis/Paredes%20Lorena.pdf>
- Pérez, A., Machado, W., Gutiérrez, D., Saldarriaga, M y Sanders, C. (2020). Shrimp farming influence on carbon and nutrient accumulation within Peruvian mangroves sediments. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 243, 106879. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2020.106879>
- Quintana, C. (2017). Comparación de la eficiencia de los filtros de macrofitas en flotación FMF, para el tratamiento de aguas de lagos eutróficos [Tesis de Grado, Ingeniería en Biotecnología, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esepoch.edu.ec/bitstream/123456789/7875/1/236T0301.pdf>
- Quiroz, R., Boveri, M., Petracchi, C., Rennella, R. J., Sosnovsky, A y Bernad, H. (2005). Los efectos de la agriculturización del humedal Pompeano sobre la eutrofización de sus lagunas. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Armando-Rennella/publication/228676823_Los_efectos_de_la_agriculturizacion_del_humedal_pampeano_sobre_la_eutrofizacion_de_sus_lagunas/links/0fcfd5109868e0e7be000000/Los-efectos-de-la-agriculturizacion-del-humedal-pampe
- Ramos, A. (2018). Evaluación del riesgo de eutrofización del embalse El Quimbo, Huila (Colombia). *Revista Logos, Ciencia y Tecnología*, 10(1). <https://doi.org/10.22335/rlct.v10i2.461>
- Ranieri, E., Gorgoglione, A y Solimeno, A. (2013). A comparison between model and experimental hydraulic performances in a pilot-scale horizontal

subsurface flow constructed wetland. *Ecological Engineering*, 60, 45-49. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2013.07.037>

Rivas, Z., Márquez, R., Troncone, F., Sánchez, J., Colina, M y Hernández, P. (2005). Contribución de principales ríos tributarios a la contaminación y eutrofización del Lago de Maracaibo. *Ciencia*, 13(1), 68-77.

Ruiz, T. (2017). Análisis comparativo de índices de eutrofización en lagunas costeras del Estado Sonora, México [Tesis Doctoral, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C]. https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/503/1/ruiz_t.pdf

Sun, J., Yuan, X., Liu, G y Tian, K. (2019). Emergy and eco-exergy evaluation of wetland restoration based on the construction of a wetland landscape in the northwest Yunnan Plateau, China. *Journal of Environmental Management*, 252, 109499. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109499>

Taipale, S., Vuorio, K., Aalto, S., Peltomaa, E y Tiirola, M. (2019). Eutrophication reduces the nutritional value of phytoplankton in boreal lakes. *Environmental Research*, 179, 108836. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.108836>

Toro, L. (2019). Aplicación de metodologías para la estimación de la eutrofización en embalses tropicales y selección del índice de estado trófico más adecuado para el embalse Peñol - Guatapé, Colombia [Tesis de Grado, Ingeniería Ambiental, Universidad de Antioquia]. http://bibliotecadigital.udea.edu.co/dspace/bitstream/10495/12104/1/ToroLorena_2019_AplicacionMetodologiasEmbalses.pdf

Tuboi, C y Hussain, S. (2018). Plant community structure of the floating meadows of a hypereutrophic wetland in the Indo-Burma Biodiversity Hotspot. *Aquatic Botany*, 150, 71-81. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2018.06.006>

Vasquez, Y. (2016). Efectos de la eutrofización en el hábitat de la Bahía de Puno, en la diversidad y abundancia de avifauna del lago Titicaca. [Tesis de Grado, Licenciada en Biología, Universidad Nacional del Altiplano]. http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3563/Vasquez_Turpo_Yaneth_Faviola.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Vite, H., Townsend, J y Carvajal, H. (2021). Análisis del pronóstico de las exportaciones del camarón en el ecuador a partir del año 2019. *Metropolitana* 56-59.
- Wu, C y Chen, W. (2020). Indicator system construction and health assessment of wetland ecosystem—Taking Hongze Lake Wetland, China as an example. *Ecological Indicators*, 112, 106164. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106164>
- Yu, C., Li, Z., Xu, Z y Yang, Z. (2020). Lake recovery from eutrophication: Quantitative response of trophic states to anthropogenic influences. *Ecological Engineering*, 143, 105697. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2019.105697>
- Zhang, P., Chen, Y., Peng, C., Dai, P., Lai, J., Zhao, L y Zhang, J. (2020). Spatiotemporal variation, composition of DIN and its contribution to eutrophication in coastal waters adjacent to Hainan Island, China. *Regional Studies in Marine Science*, 37, 101332. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2020.101332>
- Zouiten, H. (2012). Análisis mediante modelado avanzado de procesos de eutrofización en lagunas litorales: Aplicación a masas de agua atlánticas y mediterráneas [Tesis Doctoral, Universidad de Cantabria +]. <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/96870/TesisHZ.pdf?sequence>

ANEXOS

Anexo 1. Encuesta a los trabajadores de las camaroneras del humedal



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL ENCUESTA A LOS PRODUCTORES CAMARONERAS COLINDANTES AL HUMEDAL LA SEGUA

1. ¿CUÁNTO TIEMPO HA DESARROLLADO LA ACTIVIDAD CAMARONERA?
 - 1-3 Años
 - 3-6 Años
 - Más de 10 Años
2. ¿QUÉ ESPECIE DE CAMARÓN UTILIZA?
 - Camarón Blanco
 - Larva silvestre
 - Otros
3. ¿QUÉ PRODUCTOS QUÍMICOS EMPLEA EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN?
 - Fertilizantes (N, P)
 - Desinfectantes
 - Suplementos
 - Otros
4. ¿CUÁL ES EL NÚMERO DE COSECHAS AL AÑO?
 - Dos veces al año
 - Tres veces al año
 - Interrumpidamente
5. ¿CUÁL ES EL ÁREA Y EXTENSIÓN PARA EL USO DE LA ACTIVIDAD?
 - 1 ha
 - 5 ha
 - 10 ha
- ¿CUÁL ES EL AFLUENTE QUE EMPLEA PARA EL PROCESO PRODUCTIVO?
 - Agua del Humedal
 - Agua de ríos cercanos
 - Tanques
6. ¿CONSIDERA USTED QUE LA DESCARGA DEL EFLUENTE DEL PROCESO PRODUCTIVO DEL CAMARÓN AFECTA AL AMBIENTE?
 - Si
 - No
 - Desconoce
7. ¿QUÉ MEDIO RECEPTOR EMPLEA PARA DESCARGAR EL EFLUENTE DE LAS PISCINAS?
 - Suelo del Establecimiento
 - Humedal La Segua
 - Otros

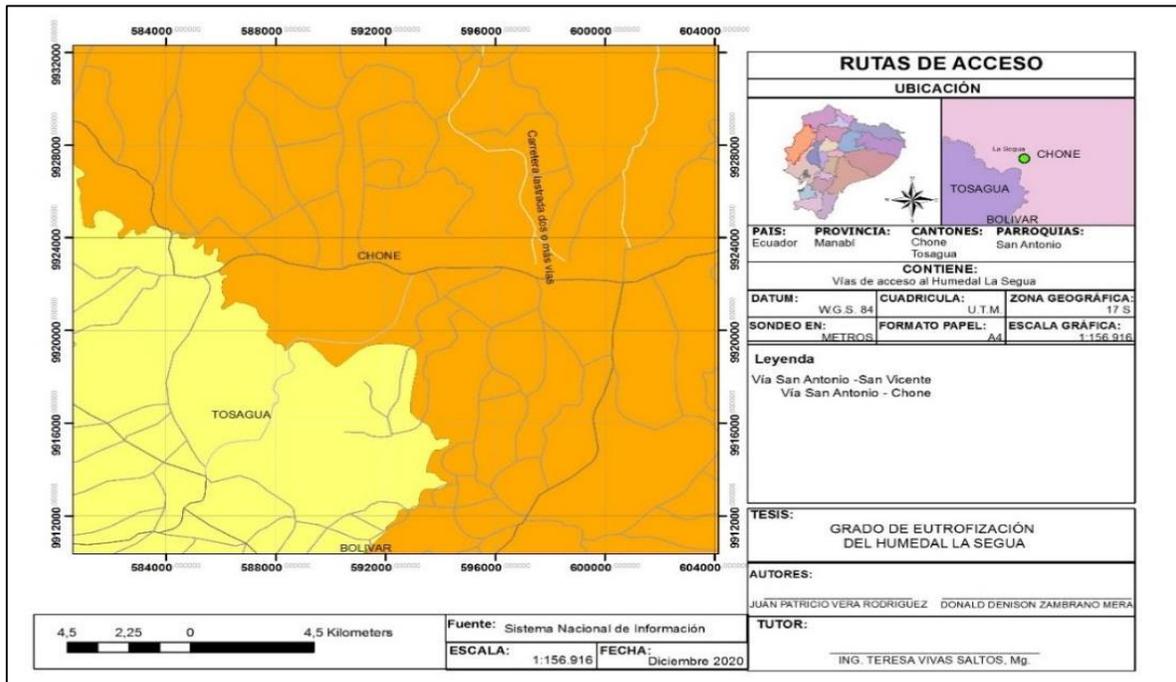
Anexo 2. Trabajo de campo



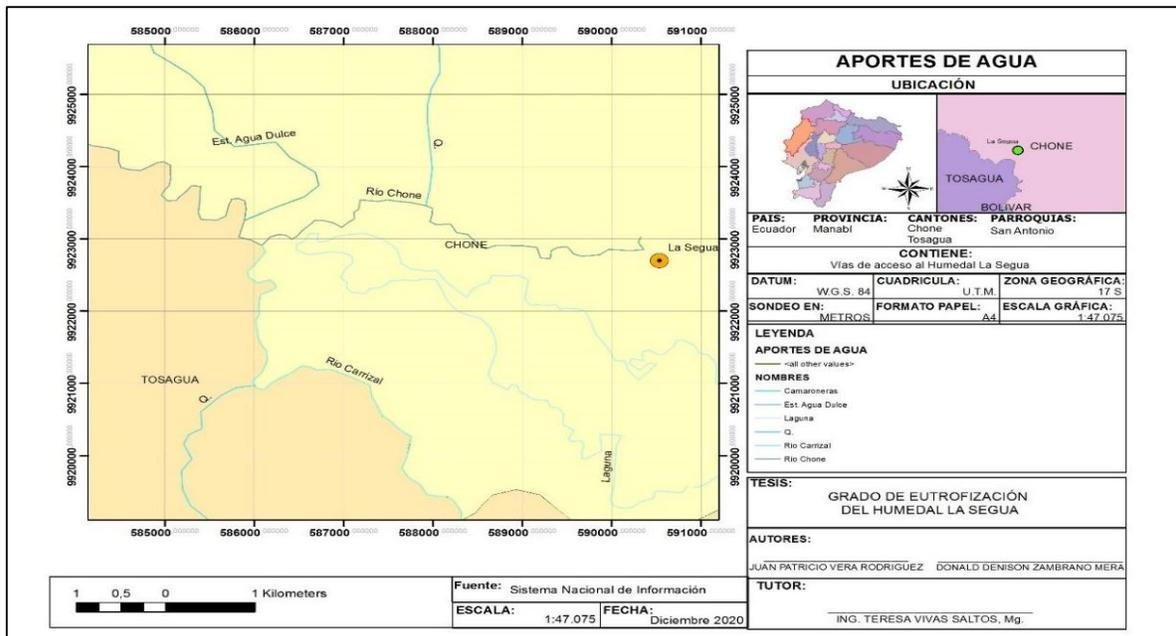
Anexo 3. Análisis de Laboratorio



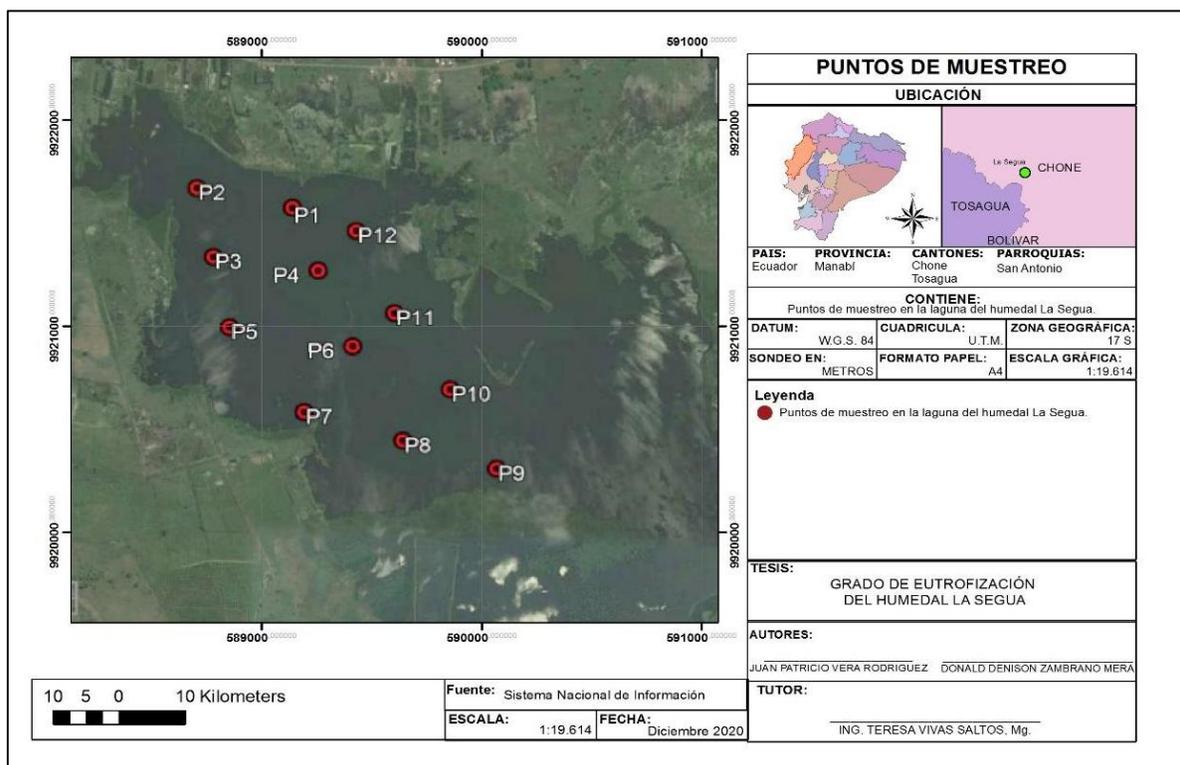
Anexo 4. Rutas de acceso del Humedal La Segua



Anexo 5. Aportes de Agua al Humedal La Segua



Anexo 6. Puntos de muestreo del humedal La Segua.



Anexo 7. Parámetros físicos y químicos (Turbidez, Clorofila y Fósforo)

Cuadro 1. Primer muestreo 1 de octubre de 2020 (Clorofila)

Puntos de muestreo	Primer muestreo 1 de octubre de 2020			Clorofila ug/l
	Absorbancia de las muestras de agua			
	A 660	A 610	A 430	
1	0,293	1,395	0,685	38,07
2	0,380	0,357	0,943	116,33
3	0,261	1,330	0,678	29,71
4	0,196	1,408	0,580	3,24
5	0,257	1,420	0,674	24,14
6	0,185	1,394	0,482	0,21
7	0,267	1,399	0,494	29,10
8	0,216	1,221	0,518	19,13
9	0,211	1,016	0,512	26,84
10	0,179	0,842	0,426	23,71
11	0,218	0,279	0,526	63,35
12	0,218	0,275	0,474	63,66

Cuadro 2. Primer muestreo 1 de octubre de 2020 (Fósforo)

Primer muestreo 1 de octubre de 2020		
Puntos de muestreo	Fósforo mg/l	Fósforo ug/l
1	1,80	1800,00
2	2,09	2090,00
3	2,21	2210,00
4	2,40	2400,00
5	2,12	2120,00
6	1,64	1640,00
7	1,30	1300,00
8	1,71	1710,00
9	1,26	1260,00
10	2,12	2120,00
11	1,74	1740,00
12	2,12	2120,00

Cuadro 3. Primer muestreo 1 de octubre de 2020 (Turbidez)

Primer muestreo 1 de octubre de 2020		
Puntos de muestreo	Turbidez cm	Turbidez m
1	40,00	0,40
2	48,00	0,48
3	57,00	0,57
4	60,00	0,60
5	64,00	0,64
6	65,00	0,65
7	60,00	0,60
8	60,00	0,60
9	54,00	0,54
10	58,00	0,58
11	63,00	0,63
12	53,00	0,53

Cuadro 4. Segundo muestreo 15 de octubre de 2020 (Clorofila)

Segundo muestreo 15 de octubre de 2020				
Puntos de muestreo	Absorbancia de las muestras de agua			Clorofila ug/l
	A 660	A 610	A 430	
1	0,297	1,416	0,688	38,51
2	0,357	0,915	0,972	82,31
3	0,289	1,390	0,696	36,85
4	0,196	1,408	0,580	3,24
5	0,300	1,490	0,697	36,14
6	0,210	1,370	0,512	10,13
7	0,289	1,401	0,514	36,78
8	0,250	1,301	0,554	27,44
9	0,219	1,205	0,589	20,77
10	0,296	0,977	0,478	58,94
11	0,242	0,306	0,578	70,51
12	0,239	0,314	0,538	69,17

Cuadro 5. Segundo muestreo 15 de octubre de 2020 (Fósforo)

Segundo muestreo 15 de octubre de 2020		
Puntos de muestreo	Fósforo mg/l	Fósforo ug/l
1	2,62	2620,00
2	2,94	2940,00
3	2,24	2240,00
4	3,98	3980,00
5	2,18	2180,00
6	2,21	2210,00
7	1,52	1520,00
8	1,74	1740,00
9	1,42	1420,00
10	4,08	4080,00
11	2,81	2810,00
12	2,75	2750,00

Cuadro 6. Segundo muestreo 15 de octubre de 2020 (Turbidez)

Segundo muestreo 15 de octubre de 2020		
Puntos de muestreo	Turbidez cm	Turbidez m
1	40,00	0,40
2	48,00	0,48
3	57,00	0,57
4	60,00	0,60
5	64,00	0,64
6	65,00	0,65
7	60,00	0,60
8	60,00	0,60
9	54,00	0,54
10	58,00	0,58
11	63,00	0,63
12	53,00	0,53

Cuadro 7. Tercer muestreo 4 de noviembre de 2020 (Clorofila)

Tercer muestreo 4 de noviembre de 2020				
Puntos de muestreo	Absorbancia de las muestras de agua			Clorofila ug/l
	A 660	A 610	A 430	
1	0,301	1,478	0,695	37,05
2	0,357	1,115	0,875	73,30
3	0,315	1,417	0,701	44,83
4	0,223	1,497	0,589	8,70
5	0,327	1,490	0,700	45,73
6	0,276	1,418	0,512	31,38
7	0,316	1,479	0,514	42,77
8	0,289	1,396	0,598	36,81
9	0,297	1,305	0,605	43,84
10	0,335	1,201	0,609	62,14
11	0,301	0,650	0,590	75,56
12	0,298	0,589	0,601	77,28

Cuadro 8. Tercer muestreo 4 de noviembre de 2020 (Fósforo)

Tercer muestreo 4 de noviembre de 2020		
Puntos de muestreo	Fósforo mg/l	Fósforo ug/l
1	2,75	2750,00
2	3,19	3190,00
3	2,59	2590,00
4	4,11	4110,00
5	2,34	2340,00
6	2,46	2460,00
7	1,71	1710,00
8	1,99	1990,00
9	1,61	1610,00
10	4,17	4170,00
11	2,88	2880,00
12	2,94	2940,00

Cuadro 9. Tercer muestreo 4 de noviembre de 2020 (Turbidez)

Tercer muestreo 4 de noviembre de 2020		
Puntos de muestreo	Turbidez cm	Turbidez m
1	32,00	0,32
2	35,00	0,35
3	46,00	0,46
4	43,00	0,43
5	57,00	0,57
6	44,00	0,44
7	50,00	0,50
8	41,00	0,41
9	36,00	0,36
10	44,00	0,44
11	48,00	0,48
12	45,00	0,45

Cuadro 10. Cuarto muestreo 18 de noviembre de 2020 (Clorofila)

Cuarto muestreo 18 de noviembre de 2020				
Puntos de muestreo	Absorbancia de las muestras de agua			Clorofila ug/l
	A 660	A 610	A 430	
1	0,330	1,489	0,698	46,85
2	0,368	1,235	0,899	71,61
3	0,356	1,498	0,836	55,34
4	0,290	1,499	0,745	32,05
5	0,327	1,501	0,789	45,01
6	0,278	1,440	0,867	30,22
7	0,323	1,489	0,596	44,60
8	0,318	1,376	0,714	47,76
9	0,329	1,325	0,674	54,13
10	0,338	1,256	0,825	60,15
11	0,316	1,276	0,781	51,51
12	0,332	0,956	0,715	72,14

Cuadro 11. Cuarto muestreo 18 de noviembre de 2020 (Fósforo)

Cuarto muestreo 18 de noviembre de 2020		
Puntos de muestreo	Fósforo mg/l	Fósforo ug/l
1	2,91	2910,00
2	3,23	3230,00
3	2,67	2670,00
4	4,21	4210,00
5	2,48	2480,00
6	2,49	2490,00
7	1,78	1780,00
8	2,18	2180,00
9	1,72	1720,00
10	4,28	4280,00
11	2,99	2990,00
12	3,15	3150,00

Cuadro 12. Cuarto muestreo 18 de noviembre de 2020 (Turbidez)

Cuarto muestreo 18 de noviembre de 2020		
Puntos de muestreo	Turbidez cm	Turbidez m
1	30,00	0,30
2	32,00	0,32
3	34,00	0,34
4	29,00	0,29
5	32,00	0,32
6	27,00	0,27
7	28,00	0,28
8	31,00	0,31
9	34,00	0,34
10	32,00	0,32
11	28,00	0,28
12	31,00	0,31

Cuadro 13. Quinto muestreo 15 de diciembre de 2020 (clorofila)

Quinto muestreo 15 de diciembre de 2020				
Puntos de muestreo	Absorbancia de las muestras de agua			Clorofila ug/l
	A 660	A 610	A 430	
1	0,310	1,209	0,540	53,05
2	0,325	1,160	0,769	60,10
3	0,314	1,311	0,690	49,40
4	0,309	1,201	0,705	52,67
5	0,315	1,208	0,708	54,47
6	0,297	1,240	0,689	46,64
7	0,312	1,310	0,505	49,18
8	0,318	1,317	0,684	50,56
9	0,298	1,206	0,674	48,60
10	0,327	1,108	0,656	63,48
11	0,310	1,276	0,706	49,56
12	0,304	1,125	0,678	54,47

Cuadro 14. Quinto muestreo 15 de diciembre 2020 (fósforo)

Quinto muestreo 15 de diciembre de 2020		
Puntos de muestreo	Fósforo mg/l	Fósforo ug/l
1	1,55	1550,00
2	0,92	920,00
3	1,14	1140,00
4	1,33	1330,00
5	0,92	920,00
6	1,17	1170,00
7	0,98	980,00
8	1,17	1170,00
9	0,92	920,00
10	1,46	1460,00
11	1,55	1550,00
12	1,68	1680,00

Cuadro 15. Quinto muestreo 15 de diciembre 2020 (Turbidez)

Quinto muestreo 15 de diciembre de 2020		
Puntos de muestreo	Turbidez cm	Turbidez m
1	30,00	0,30
2	28,00	0,28
3	28,00	0,28
4	30,00	0,30
5	32,00	0,32
6	29,00	0,29
7	31,00	0,31
8	27,00	0,27
9	25,00	0,25
10	28,00	0,28
11	30,00	0,30
12	28,00	0,28

Cuadro 16. Sexto muestreo 30 de diciembre de 2020 (clorofila)

Sexto muestreo 30 de diciembre de 2020				
Puntos de muestreo	Absorbancia de las muestras de agua			Clorofila ug/l
	A 660	A 610	A 430	
1	0,297	1,198	0,484	49,07
2	0,32	1,160	0,724	58,43
3	0,304	1,291	0,698	46,75
4	0,306	1,198	0,679	51,81
5	0,300	1,208	0,679	49,21
6	0,297	1,270	0,686	45,26
7	0,296	1,271	0,524	45,25
8	0,308	1,325	0,589	46,87
9	0,279	1,215	0,596	41,62
10	0,315	1,116	0,628	58,92
11	0,289	1,276	0,615	42,31
12	0,304	1,139	0,586	54,04

Cuadro 17. Sexto muestreo 30 de diciembre de 2020 (fósforo)

Sexto muestreo 30 de diciembre de 2020		
Puntos de muestreo	Fósforo mg/l	Fósforo ug/l
1	1,49	1490,00
2	0,79	790,00
3	1,11	1110,00
4	1,33	1330,00
5	0,82	820,00
6	1,04	1040,00
7	0,92	920,00
8	1,17	1170,00
9	0,79	790,00
10	1,33	1330,00
11	1,30	1300,00
12	1,55	1550,00

Cuadro 18. Sexto muestreo 30 de diciembre de 2020 (turbidez)

Sexto muestreo 30 de diciembre de 2020		
PUNTOS DE MUESTREO	TURBIDEZ cm	TURBIDEZ m
1	30,00	0,30
2	25,00	0,25
3	24,00	0,24
4	27,00	0,27
5	28,00	0,28
6	29,00	0,29
7	30,00	0,30
8	29,00	0,29
9	23,00	0,23
10	28,00	0,28
11	30,00	0,30
12	25,00	0,25

Cuadro 19. Séptimo muestreo 11 de enero de 2021 (clorofila)

Séptimo muestreo 11 de enero de 2021				
Puntos de muestreo	Absorbancia de las muestras de agua			Clorofila ug/l
	A 660	A 610	A 430	
1	0,315	1,178	0,565	56,20
2	0,312	1,169	0,657	55,33
3	0,325	1,178	0,668	59,51
4	0,295	1,189	0,614	48,47
5	0,317	1,189	0,669	56,16
6	0,299	1,279	0,614	45,73
7	0,287	1,215	0,598	44,46
8	0,308	1,235	0,615	50,96
9	0,304	1,245	0,59	49,14
10	0,315	1,246	0,612	52,95
11	0,267	1,298	0,655	33,38
12	0,312	1,148	0,598	56,44

Cuadro 20. Séptimo muestreo 11 de enero de 2021 (fósforo)

Séptimo muestreo 11 de enero de 2021		
Puntos de muestreo	Fósforo mg/l	Fósforo ug/l
1	1,39	1390,00
2	0,77	770,00
3	0,91	910,00
4	1,24	1240,00
5	0,91	910,00
6	0,99	990,00
7	0,82	820,00
8	0,98	980,00
9	0,81	810,00
10	1,14	1140,00
11	1,10	1100,00
12	1,13	1130,00

Cuadro 21. Séptimo muestreo 11 de enero de 2021 (turbidez)

Séptimo muestreo 11 de enero de 2021		
Puntos de muestreo	Turbidez cm	Turbidez m
1	24,00	0,24
2	22,00	0,22
3	23,00	0,23
4	23,00	0,23
5	25,00	0,25
6	20,00	0,20
7	25,00	0,25
8	23,00	0,23
9	22,00	0,22
10	26,00	0,26
11	26,00	0,26
12	25,00	0,25

Cuadro 22. Octavo muestreo 25 de enero de 2021 (clorofila)

Octavo muestreo 25 de enero de 2021				
Puntos de muestreo	Absorbancia de las muestras de agua			Clorofila ug/l
	A 660	A 610	A 430	
1	0,312	1,158	0,565	56,06
2	0,316	1,161	0,610	57,24
3	0,321	1,165	0,628	58,79
4	0,287	1,176	0,609	46,24
5	0,315	1,164	0,595	56,78
6	0,310	1,185	0,610	53,99
7	0,298	1,198	0,560	49,25
8	0,197	1,195	0,603	13,38
9	0,310	1,187	0,605	53,91
10	0,315	1,195	0,597	55,34
11	0,289	1,204	0,610	45,65
12	0,300	1,164	0,568	51,51

Cuadro 23. Octavo muestreo 25 de enero de 2021 (fósforo)

Octavo muestreo 25 de enero de 2021		
Puntos de muestreo	Fósforo mg/l	Fósforo ug/l
1	1,20	1200,00
2	0,77	770,00
3	0,90	900,00
4	1,19	1190,00
5	0,89	890,00
6	0,93	930,00
7	0,80	800,00
8	0,91	910,00
9	0,82	820,00
10	1,10	1100,00
11	0,96	960,00
12	0,91	910,00

Cuadro 24. Octavo muestreo 25 de enero de 2021 (turbidez)

Octavo muestreo 25 de enero de 2021		
Puntos de muestreo	Turbidez cm	Turbidez m
1	28,00	0,28
2	25,00	0,25
3	25,00	0,25
4	26,00	0,26
5	25,00	0,25
6	24,00	0,24
7	22,00	0,22
8	27,00	0,27
9	26,00	0,26
10	25,00	0,25
11	28,00	0,28
12	28,00	0,28

Anexo 8. Cálculo del grado trófico por el índice de Carlson modificado por Toledo

Primer muestreo 1 de octubre de 2020												
Puntos de muestreo	Coordenadas		Absorbancia de las muestras de agua			Clorofila ug/l	Índice del estado trófico	Fósforo ug/l	Índice del estado trófico	Turbidez m	Índice del estado trófico	Índice de estado trófico de Carlson modificado por Toledo (1983)
	X	Y	A 660	A 610	A 430							
1	589144	9921582	0,293	1,395	0,685	38,07	76,09	1800,00	104,86	0,45	67,37	82,77
2	588710	9921677	0,380	0,357	0,943	116,33	87,29	2090,00	107,02	0,52	66,04	86,78
3	588784	9921343	0,261	1,330	0,678	29,71	73,61	2210,00	107,82	0,61	64,56	82,00
4	589260	9921277	0,196	1,408	0,580	3,24	51,38	2400,00	109,01	0,66	63,84	74,74
5	588856	9921001	0,257	1,420	0,674	24,14	71,52	2120,00	107,22	0,70	63,29	80,68
6	589416	9920909	0,185	1,394	0,482	0,21	23,85	1640,00	103,52	0,72	63,03	63,47
7	589195	9920589	0,267	1,399	0,494	29,10	73,40	1300,00	100,17	0,68	63,56	79,04
8	589643	9920451	0,216	1,221	0,518	19,13	69,19	1710,00	104,12	0,66	63,84	79,05
9	590069	9920315	0,211	1,016	0,512	26,84	72,59	1260,00	99,72	0,60	64,72	79,01
10	589859	9920700	0,179	0,842	0,426	23,71	71,34	2120,00	107,22	0,65	63,98	80,85
11	589607	9921070	0,218	0,279	0,526	63,35	81,20	1740,00	104,37	0,70	63,29	82,95
12	589434	9921470	0,218	0,275	0,474	63,66	81,25	2120,00	107,22	0,60	64,72	84,39

Segundo muestreo 15 de octubre de 2020

Puntos de muestreo	Coordenadas		Absorbancia de las muestras de agua			Clorofila ug/l	Índice del estado trófico	Fósforo ug/l	Índice del estado trófico	Turbidez m	Índice del estado trófico	Índice de estado trófico de Carlson modificado por Toledo (1983)
	X	Y	A 660	A 610	A 430							
1	589144	9921582	0,297	1,416	0,688	38,51	75,42	2620,00	117,70	0,40	73,22	88,78
2	588710	9921677	0,357	0,915	0,972	82,31	82,87	2940,00	119,37	0,48	70,59	90,94
3	588784	9921343	0,289	1,390	0,696	36,85	74,98	2240,00	115,44	0,57	68,11	86,18
4	589260	9921277	0,196	1,408	0,580	3,24	51,12	3980,00	123,74	0,60	67,37	80,74
5	588856	9921001	0,300	1,490	0,697	36,14	74,79	2180,00	115,05	0,64	66,44	85,43
6	589416	9920909	0,210	1,370	0,512	10,13	62,32	2210,00	115,25	0,65	66,21	81,26
7	589195	9920589	0,289	1,401	0,514	36,78	74,97	1520,00	109,85	0,60	67,37	84,06
8	589643	9920451	0,250	1,301	0,554	27,44	72,09	1740,00	111,80	0,60	67,37	83,75
9	590069	9920315	0,219	1,205	0,589	20,77	69,36	1420,00	108,87	0,54	68,89	82,37
10	589859	9920700	0,296	0,977	0,478	58,94	79,59	4080,00	124,09	0,58	67,86	90,52
11	589607	9921070	0,242	0,306	0,578	70,51	81,35	2810,00	118,71	0,63	66,67	88,91
12	589434	9921470	0,239	0,314	0,538	69,17	81,16	2750,00	118,40	0,53	69,16	89,57

Tercer muestreo 4 de noviembre de 2020

Puntos de muestreo	Coordenadas		Absorbancia de las muestras de agua			Clorofila ug/l	Índice del estado trófico	Fósforo ug/l	Índice del estado trófico	Turbidez m	Índice del estado trófico	Índice de estado trófico de Carlson modificado por Toledo (1983)
	X	Y	A 660	A 610	A 430							
1	589144	9921582	0,301	1,478	0,695	37,05	75,04	2750,00	118,40	0,32	76,44	89,96
2	588710	9921677	0,357	1,115	0,875	73,30	81,73	3190,00	120,54	0,35	75,15	92,47
3	588784	9921343	0,315	1,417	0,701	44,83	76,91	2590,00	117,54	0,46	71,20	88,55
4	589260	9921277	0,223	1,497	0,589	8,70	60,82	4110,00	124,20	0,43	72,18	85,73
5	588856	9921001	0,327	1,490	0,700	45,73	77,10	2340,00	116,07	0,57	68,11	87,10
6	589416	9920909	0,276	1,418	0,512	31,38	73,41	2460,00	116,79	0,44	71,84	87,35
7	589195	9920589	0,316	1,479	0,514	42,77	76,45	1710,00	111,55	0,50	70,00	86,00
8	589643	9920451	0,289	1,396	0,598	36,81	74,97	1990,00	113,74	0,41	72,86	87,19
9	590069	9920315	0,297	1,305	0,605	43,84	76,69	1610,00	110,68	0,36	74,74	87,37
10	589859	9920700	0,335	1,201	0,609	62,14	80,11	4170,00	124,41	0,44	71,84	92,12
11	589607	9921070	0,301	0,650	0,590	75,56	82,03	2880,00	119,07	0,48	70,59	90,56
12	589434	9921470	0,298	0,589	0,601	77,28	82,25	2940,00	119,37	0,45	71,52	91,05

Cuarto muestreo 18 de noviembre de 2020

Puntos de muestreo	Coordenadas		Absorbancia de las muestras de agua			Clorofila ug/l	Índice del estado trófico	Fósforo ug/l	Índice del estado trófico	Turbidez m	índice del estado trófico	Índice de estado trófico de Carlson modificado por Toledo (1983)
	X	Y	A 660	A 610	A 430							
1	589144	9921582	0,330	1,489	0,698	46,85	77,34	2910,00	119,22	0,30	77,37	91,31
2	588710	9921677	0,368	1,235	0,899	71,61	81,50	3230,00	120,72	0,32	76,44	92,89
3	588784	9921343	0,356	1,498	0,836	55,34	78,97	2670,00	117,98	0,34	75,56	90,84
4	589260	9921277	0,290	1,499	0,745	32,05	73,62	4210,00	124,55	0,29	77,86	92,01
5	588856	9921001	0,327	1,501	0,789	45,01	76,95	2480,00	116,91	0,32	76,44	90,10
6	589416	9920909	0,278	1,440	0,867	30,22	73,04	2490,00	116,97	0,27	78,89	89,63
7	589195	9920589	0,323	1,489	0,596	44,60	76,86	1780,00	112,13	0,28	78,37	89,12
8	589643	9920451	0,318	1,376	0,714	47,76	77,53	2180,00	115,05	0,31	76,90	89,83
9	590069	9920315	0,329	1,325	0,674	54,13	78,76	1720,00	111,63	0,34	75,56	88,65
10	589859	9920700	0,338	1,256	0,825	60,15	79,79	4280,00	124,78	0,32	76,44	93,67
11	589607	9921070	0,316	1,276	0,781	51,51	78,27	2990,00	119,61	0,28	78,37	92,08
12	589434	9921470	0,332	0,956	0,715	72,14	81,57	3150,00	120,36	0,31	76,90	92,94

Quinto muestreo 15 de diciembre de 2020

Puntos de muestreo	Coordenadas		Absorbancia de las muestras de agua			Clorofila ug/l	Índice del estado trófico	Fósforo ug/l	Índice del estado trófico	Turbidez m	Índice del estado trófico	Índice de estado trófico de Carlson modificado por Toledo (1983)
	X	Y	A 660	A 610	A 430							
1	589144	9921582	0,310	1,209	0,540	53,05	79,42	1550,00	102,70	0,30	71,12	84,41
2	588710	9921677	0,325	1,160	0,769	60,10	80,67	920,00	95,18	0,28	71,75	82,53
3	588784	9921343	0,314	1,311	0,690	49,40	78,70	1140,00	98,27	0,28	71,75	82,91
4	589260	9921277	0,309	1,201	0,705	52,67	79,35	1330,00	100,50	0,30	71,12	83,65
5	588856	9921001	0,315	1,208	0,708	54,47	79,68	920,00	95,18	0,32	70,52	81,79
6	589416	9920909	0,297	1,240	0,689	46,64	78,13	1170,00	98,65	0,29	71,43	82,73
7	589195	9920589	0,312	1,310	0,505	49,18	78,66	980,00	96,09	0,31	70,81	81,85
8	589643	9920451	0,318	1,317	0,684	50,56	78,94	1170,00	98,65	0,27	72,09	83,22
9	590069	9920315	0,298	1,206	0,674	48,60	78,54	920,00	95,18	0,25	72,80	82,17
10	589859	9920700	0,327	1,108	0,656	63,48	81,22	1460,00	101,84	0,28	71,75	84,94
11	589607	9921070	0,310	1,276	0,706	49,56	78,74	1550,00	102,70	0,30	71,12	84,19
12	589434	9921470	0,304	1,125	0,678	54,47	79,68	1680,00	103,87	0,28	71,75	85,10

Sexto muestreo 30 de diciembre de 2020

Puntos de muestreo	Coordenadas		Absorbancia de las muestras de agua			Clorofila ug/l	Índice del estado trófico	Fósforo ug/l	Índice del estado trófico	Turbidez m	Índice del estado trófico	Índice de estado trófico de Carlson modificado por Toledo (1983)
	X	Y	A 660	A 610	A 430							
1	589144	9921582	0,297	1,198	0,484	49,07	78,64	1490,00	102,13	0,30	71,12	83,96
2	588710	9921677	0,320	1,160	0,724	58,43	80,39	790,00	92,98	0,25	72,80	82,06
3	588784	9921343	0,304	1,291	0,698	46,75	78,15	1110,00	97,89	0,24	73,18	83,07
4	589260	9921277	0,306	1,198	0,679	51,81	79,18	1330,00	100,50	0,27	72,09	83,92
5	588856	9921001	0,300	1,208	0,679	49,21	78,67	820,00	93,52	0,28	71,75	81,31
6	589416	9920909	0,297	1,270	0,686	45,26	77,83	1040,00	96,95	0,29	71,43	82,07
7	589195	9920589	0,296	1,271	0,524	45,25	77,82	920,00	95,18	0,30	71,12	81,37
8	589643	9920451	0,308	1,325	0,589	46,87	78,18	1170,00	98,65	0,29	71,43	82,75
9	590069	9920315	0,279	1,215	0,596	41,62	76,99	790,00	92,98	0,23	73,57	81,18
10	589859	9920700	0,315	1,116	0,628	58,92	80,47	1330,00	100,50	0,28	71,75	84,24
11	589607	9921070	0,289	1,276	0,615	42,31	77,15	1300,00	100,17	0,30	71,12	82,81
12	589434	9921470	0,304	1,139	0,586	54,04	79,60	1550,00	102,70	0,25	72,80	85,04

Séptimo muestreo 11 de enero de 2021

Puntos de muestreo	Coordenadas		Absorbancia de las muestras de agua			Clorofila ug/l	Índice del estado trófico	Fósforo ug/l	Índice del estado trófico	Turbidez m	Índice del estado trófico	Índice de estado trófico de Carlson modificado por Toledo (1983)
	X	Y	A 660	A 610	A 430							
1	589144	9921582	0,315	1,178	0,565	56,20	80,00	1390,00	101,13	0,24	73,18	84,77
2	588710	9921677	0,312	1,169	0,657	55,33	79,84	770,00	92,61	0,22	73,98	82,14
3	588784	9921343	0,325	1,178	0,668	59,51	80,57	910,00	95,02	0,23	73,57	83,05
4	589260	9921277	0,295	1,189	0,614	48,47	78,51	1240,00	99,48	0,23	73,57	83,86
5	588856	9921001	0,317	1,189	0,669	56,16	79,99	910,00	95,02	0,25	72,80	82,60
6	589416	9920909	0,299	1,279	0,614	45,73	77,93	990,00	96,24	0,20	74,86	83,01
7	589195	9920589	0,287	1,215	0,598	44,46	77,65	820,00	93,52	0,25	72,80	81,32
8	589643	9920451	0,308	1,235	0,615	50,96	79,02	980,00	96,09	0,23	73,57	82,89
9	590069	9920315	0,304	1,245	0,590	49,14	78,65	810,00	93,34	0,22	73,98	81,99
10	589859	9920700	0,315	1,246	0,612	52,95	79,40	1140,00	98,27	0,26	72,44	83,37
11	589607	9921070	0,267	1,298	0,655	33,38	74,77	1100,00	97,76	0,26	72,44	81,66
12	589434	9921470	0,312	1,148	0,598	56,44	80,04	1130,00	98,14	0,25	72,80	83,66

Octavo muestreo 25 de enero de 2021

Puntos de muestreo	Coordenadas		Absorbancia de las muestras de agua			Clorofila ug/l	Índice del estado trófico	Fósforo ug/l	Índice del estado trófico	Turbidez m	Índice del estado trófico	Índice de estado trófico de carlson modificado por toledo (1983)
	X	Y	A 660	A 610	A 430							
1	589144	9921582	0,312	1,158	0,565	56,06	79,97	1200,00	99,01	0,28	71,75	83,58
2	588710	9921677	0,316	1,161	0,61	57,24	80,18	770,00	92,61	0,25	72,80	81,86
3	588784	9921343	0,321	1,165	0,628	58,79	80,45	900,00	94,86	0,25	72,80	82,70
4	589260	9921277	0,287	1,176	0,609	46,24	78,04	1190,00	98,89	0,26	72,44	83,12
5	588856	9921001	0,315	1,164	0,595	56,78	80,10	890,00	94,70	0,25	72,80	82,53
6	589416	9920909	0,310	1,185	0,61	53,99	79,60	930,00	95,33	0,24	73,18	82,70
7	589195	9920589	0,298	1,198	0,56	49,25	78,67	800,00	93,16	0,22	73,98	81,94
8	589643	9920451	0,197	1,195	0,603	13,38	65,60	910,00	95,02	0,27	72,09	77,57
9	590069	9920315	0,310	1,187	0,605	53,91	79,58	820,00	93,52	0,26	72,44	81,85
10	589859	9920700	0,315	1,195	0,597	55,34	79,84	1100,00	97,76	0,25	72,80	83,47
11	589607	9921070	0,289	1,204	0,61	45,65	77,91	960,00	95,79	0,28	71,75	81,82
12	589434	9921470	0,300	1,164	0,568	51,51	79,12	910,00	95,02	0,28	71,75	81,97

Anexo 9. Cálculo del grado trófico por el índice de Carlson modificado por Lamparelli

Primer muestreo 1 de octubre de 2020										
Puntos de muestreo	Coordenadas		Absorbancia de las muestras de agua			Clorofila ug/l	Índice del estado trófico	Fósforo ug/l	Índice del estado trófico	Índice de estado trófico de carlson modificado por lamparelli (2004)
	X	Y	A 660	A 610	A 430					
1	589144	9921582	0,293	1,395	0,685	38,07	68,65	1800,00	79,88	74,27
2	588710	9921677	0,380	0,357	0,943	116,33	74,13	2090,00	80,79	77,46
3	588784	9921343	0,261	1,330	0,678	29,71	67,44	2210,00	81,13	74,28
4	589260	9921277	0,196	1,408	0,580	3,24	56,56	2400,00	81,63	69,09
5	588856	9921001	0,257	1,420	0,674	24,14	66,42	2120,00	80,87	73,65
6	589416	9920909	0,185	1,394	0,482	0,21	43,10	1640,00	79,32	61,21
7	589195	9920589	0,267	1,399	0,494	29,10	67,33	1300,00	77,91	72,62
8	589643	9920451	0,216	1,221	0,518	19,13	65,28	1710,00	79,57	72,42
9	590069	9920315	0,211	1,016	0,512	26,84	66,94	1260,00	77,72	72,33
10	589859	9920700	0,179	0,842	0,426	23,71	66,33	2120,00	80,87	73,60
11	589607	9921070	0,218	0,279	0,526	63,35	71,15	1740,00	79,68	75,41
12	589434	9921470	0,218	0,275	0,474	63,66	71,17	2120,00	80,87	76,02

Segundo muestreo 15 de octubre de 2020

Puntos de muestreo	Coordenadas		Absorbancia de las muestras de agua			Clorofila ug/l	Índice del estado trófico	Fósforo ug/l	Índice del estado trófico	Índice de estado trófico de carlson modificado por lamparelli (2004)
	X	Y	A 660	A 610	A 430					
1	589144	9921582	0,297	1,416	0,688	38,51	68,71	2620,00	82,16	75,43
2	588710	9921677	0,357	0,915	0,972	82,31	72,43	2940,00	82,86	77,64
3	588784	9921343	0,289	1,390	0,696	36,85	68,49	2240,00	81,21	74,85
4	589260	9921277	0,196	1,408	0,580	3,24	56,56	3980,00	84,69	70,63
5	588856	9921001	0,300	1,490	0,697	36,14	68,40	2180,00	81,04	74,72
6	589416	9920909	0,210	1,370	0,512	10,13	62,16	2210,00	81,13	71,64
7	589195	9920589	0,289	1,401	0,514	36,78	68,48	1520,00	78,86	73,67
8	589643	9920451	0,250	1,301	0,554	27,44	67,05	1740,00	79,68	73,36
9	590069	9920315	0,219	1,205	0,589	20,77	65,68	1420,00	78,45	72,06
10	589859	9920700	0,296	0,977	0,478	58,94	70,80	4080,00	84,84	77,82
11	589607	9921070	0,242	0,306	0,578	70,51	71,67	2810,00	82,58	77,13
12	589434	9921470	0,239	0,314	0,538	69,17	71,58	2750,00	82,45	77,02

Tercer muestreo 4 de noviembre de 2020

Puntos de muestreo	Coordenadas		Absorbancia de las muestras de agua			Clorofila ug/l	Índice del estado trófico	Fósforo ug/l	Índice del estado trófico	Índice de estado trófico de carlson modificado por lamparelli (2004)
	X	Y	A 660	A 610	A 430					
1	589144	9921582	0,301	1,478	0,695	37,05	68,52	2750,00	82,45	75,48
2	588710	9921677	0,357	1,115	0,875	73,30	71,87	3190,00	83,35	77,61
3	588784	9921343	0,315	1,417	0,701	44,83	69,45	2590,00	82,09	75,77
4	589260	9921277	0,223	1,497	0,589	8,70	61,41	4110,00	84,88	73,15
5	588856	9921001	0,327	1,490	0,700	45,73	69,55	2340,00	81,47	75,51
6	589416	9920909	0,276	1,418	0,512	31,38	67,70	2460,00	81,77	74,74
7	589195	9920589	0,316	1,479	0,514	42,77	69,22	1710,00	79,57	74,40
8	589643	9920451	0,289	1,396	0,598	36,81	68,49	1990,00	80,49	74,49
9	590069	9920315	0,297	1,305	0,605	43,84	69,34	1610,00	79,21	74,28
10	589859	9920700	0,335	1,201	0,609	62,14	71,06	4170,00	84,97	78,01
11	589607	9921070	0,301	0,650	0,590	75,56	72,01	2880,00	82,73	77,37
12	589434	9921470	0,298	0,589	0,601	77,28	72,13	2940,00	82,86	77,49

Cuarto muestreo 18 de noviembre de 2020

Puntos de muestreo	Coordenadas		Absorbancia de las muestras de agua			Clorofila ug/l	Índice del estado trófico	Fósforo ug/l	Índice del estado trófico	Índice de estado trófico de carlson modificado por lamparelli (2004)
	X	Y	A 660	A 610	A 430					
1	589144	9921582	0,330	1,489	0,698	46,85	69,67	2910,00	82,79	76,23
2	588710	9921677	0,368	1,235	0,899	71,61	71,75	3230,00	83,43	77,59
3	588784	9921343	0,356	1,498	0,836	55,34	70,49	2670,00	82,27	76,38
4	589260	9921277	0,290	1,499	0,745	32,05	67,81	4210,00	85,03	76,42
5	588856	9921001	0,327	1,501	0,789	45,01	69,47	2480,00	81,82	75,65
6	589416	9920909	0,278	1,440	0,867	30,22	67,52	2490,00	81,85	74,68
7	589195	9920589	0,323	1,489	0,596	44,60	69,43	1780,00	79,81	74,62
8	589643	9920451	0,318	1,376	0,714	47,76	69,76	2180,00	81,04	75,40
9	590069	9920315	0,329	1,325	0,674	54,13	70,38	1720,00	79,61	74,99
10	589859	9920700	0,338	1,256	0,825	60,15	70,90	4280,00	85,13	78,01
11	589607	9921070	0,316	1,276	0,781	51,51	70,14	2990,00	82,96	76,55
12	589434	9921470	0,332	0,956	0,715	72,14	71,79	3150,00	83,27	77,53

Quinto muestreo 15 de diciembre de 2020

Puntos de muestreo	Coordenadas		Absorbancia de las muestras de agua			Clorofila ug/l	Índice del estado trófico	Fósforo ug/l	Índice del estado trófico	Índice de estado trófico de carlson modificado por lamparelli (2004)
	X	Y	A 660	A 610	A 430					
1	589144	9921582	0,310	1,209	0,540	53,05	70,28	1550,00	78,98	74,63
2	588710	9921677	0,325	1,160	0,769	60,10	70,89	920,00	75,82	73,35
3	588784	9921343	0,314	1,311	0,690	49,40	69,93	1140,00	77,11	73,52
4	589260	9921277	0,309	1,201	0,705	52,67	70,24	1330,00	78,05	74,15
5	588856	9921001	0,315	1,208	0,708	54,47	70,41	920,00	75,82	73,11
6	589416	9920909	0,297	1,240	0,689	46,64	69,65	1170,00	77,27	73,46
7	589195	9920589	0,312	1,31	0,505	49,18	69,91	980,00	76,20	73,05
8	589643	9920451	0,318	1,317	0,684	50,56	70,04	1170,00	77,27	73,66
9	590069	9920315	0,298	1,206	0,674	48,60	69,85	920,00	75,82	72,83
10	589859	9920700	0,327	1,108	0,656	63,48	71,16	1460,00	78,61	74,89
11	589607	9921070	0,310	1,276	0,706	49,56	69,95	1550,00	78,98	74,46
12	589434	9921470	0,304	1,125	0,678	54,47	70,41	1680,00	79,46	74,94

Sexto muestreo 30 de diciembre de 2020

Puntos de muestreo	Coordenadas		Absorbancia de las muestras de agua			Clorofila ug/l	Índice del estado trófico	Fósforo ug/l	Índice del estado trófico	Índice de estado trófico de carlson modificado por lamparelli (2004)
	X	Y	A 660	A 610	A 430					
1	589144	9921582	0,297	1,198	0,484	49,07	69,90	1490,00	78,74	74,32
2	588710	9921677	0,320	1,16	0,724	58,43	70,75	790,00	74,89	72,82
3	588784	9921343	0,304	1,291	0,698	46,75	69,66	1110,00	76,95	73,31
4	589260	9921277	0,306	1,198	0,679	51,81	70,16	1330,00	78,05	74,11
5	588856	9921001	0,300	1,208	0,679	49,21	69,91	820,00	75,12	72,51
6	589416	9920909	0,297	1,270	0,686	45,26	69,50	1040,00	76,56	73,03
7	589195	9920589	0,296	1,271	0,524	45,25	69,50	920,00	75,82	72,66
8	589643	9920451	0,308	1,325	0,589	46,87	69,67	1170,00	77,27	73,47
9	590069	9920315	0,279	1,215	0,596	41,62	69,09	790,00	74,89	71,99
10	589859	9920700	0,315	1,116	0,628	58,92	70,79	1330,00	78,05	74,42
11	589607	9921070	0,289	1,276	0,615	42,31	69,17	1300,00	77,91	73,54
12	589434	9921470	0,304	1,139	0,586	54,04	70,37	1550,00	78,98	74,67

Séptimo muestreo 11 de enero de 2021

Puntos de muestreo	Coordenadas		Absorbancia de las muestras de agua			Clorofila ug/l	Índice del estado trófico	Fósforo ug/l	Índice del estado trófico	Índice de estado trófico de carlson modificado por lamparelli (2004)
	X	Y	A 660	A 610	A 430					
1	589144	9921582	0,315	1,178	0,565	56,20	70,56	1390,00	78,32	74,44
2	588710	9921677	0,312	1,169	0,657	55,33	70,49	770,00	74,74	72,61
3	588784	9921343	0,325	1,178	0,668	59,51	70,84	910,00	75,75	73,30
4	589260	9921277	0,295	1,189	0,614	48,47	69,84	1240,00	77,62	73,73
5	588856	9921001	0,317	1,189	0,669	56,16	70,56	910,00	75,75	73,15
6	589416	9920909	0,299	1,279	0,614	45,73	69,55	990,00	76,26	72,91
7	589195	9920589	0,287	1,215	0,598	44,46	69,41	820,00	75,12	72,27
8	589643	9920451	0,308	1,235	0,615	50,96	70,08	980,00	76,20	73,14
9	590069	9920315	0,304	1,245	0,59	49,14	69,90	810,00	75,04	72,47
10	589859	9920700	0,315	1,246	0,612	52,95	70,27	1140,00	77,11	73,69
11	589607	9921070	0,267	1,298	0,655	33,38	68,01	1100,00	76,90	72,45
12	589434	9921470	0,312	1,148	0,598	56,44	70,58	1130,00	77,06	73,82

Octavo muestreo 25 de enero de 2021										
Puntos de muestreo	Coordenadas		Absorbancia de las muestras de agua			Clorofila ug/l	Índice del estado trófico	Fósforo ug/l	Índice del estado trófico	Índice de estado trófico de carlson modificado por lamparelli (2004)
	X	Y	A 660	A 610	A 430					
1	589144	9921582	0,312	1,158	0,565	56,06	70,55	1200,00	77,43	73,99
2	588710	9921677	0,316	1,161	0,610	57,24	70,65	770,00	74,74	72,69
3	588784	9921343	0,321	1,165	0,628	58,79	70,78	900,00	75,68	73,23
4	589260	9921277	0,287	1,176	0,609	46,24	69,61	1190,00	77,37	73,49
5	588856	9921001	0,315	1,164	0,595	56,78	70,61	890,00	75,61	73,11
6	589416	9920909	0,310	1,185	0,610	53,99	70,37	930,00	75,88	73,12
7	589195	9920589	0,298	1,198	0,560	49,25	69,91	800,00	74,97	72,44
8	589643	9920451	0,197	1,195	0,603	13,38	63,52	910,00	75,75	69,64
9	590069	9920315	0,310	1,187	0,605	53,91	70,36	820,00	75,12	72,74
10	589859	9920700	0,315	1,195	0,597	55,34	70,49	1100,00	76,90	73,69
11	589607	9921070	0,289	1,204	0,610	45,65	69,54	960,00	76,07	72,81
12	589434	9921470	0,300	1,164	0,568	51,51	70,14	910,00	75,75	72,94

Anexo 10. Análisis de varianza, índice de Toledo

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Indice	8	0,77	0,59	2,87

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	77,03	3	25,68	4,36	0,0943
Mes	77,03	3	25,68	4,36	0,0943
Error	23,53	4	5,88		
Total	100,56	7			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=9,87380

Error: 5,8830 gl:

4

Mes	Medias	n	E.E.
Enero	82,48	2	1,72 A
Octubre	82,84	2	1,72 A
Diciembre	83,06	2	1,72 A
Noviembre	89,94	2	1,72 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 11. Análisis de varianza, índice de Lamparelli

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Indice	8	0,82	0,68	1,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9,94	3	3,31	6,04	0,0575
Mes	9,94	3	3,31	6,04	0,0575
Error	2,19	4	0,55		
Total	12,13	7			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,01494

Error: 0,5485 gl:

4

Mes	Medias	n	E.E.
Noviembre	75,93	2	0,52 A
Octubre	73,68	2	0,52 A
Diciembre	73,62	2	0,52 A
Enero	73,00	2	0,52 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 12. Humedal La Segua finales de noviembre 2020