UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES DE RECAMBIO PROCEDENTE DE UNA CAMARONERA

TESIS

Trabajo de titulación como requisito previo para la obtención del título de

INGENIERA AMBIENTAL

AUTORA

GARCÍA SANTANA ANDREA ROMINA

TUTOR

ING. DIEGO IVÁN MUÑOZ NARANJO, *M.Sc*

GUAYAQUIL – ECUADOR

2021

UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, **ING. MUÑOZ NARANJO DIEGO IVAN Msc.,** docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **"EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES DE RECAMBIO PROCEDENTE DE UNA CAMARONERA."**, realizado por la estudiante **GARCÍA SANTANA ANDREA ROMINA** ; con cédula de identidad N°**0926032582** de la carrera INGENIERIA AMBIENTAL, Unidad Académica Guayaquil, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

ING. MUÑOZ NARANJO DIEGO IVAN

Guayaquil, 18 de junio del 2021

UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: "**EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES DE RECAMBIO PROCEDENTE DE UNA CAMARONERA.",** realizado por la estudiante **GARCÍA SANTANA ANDREA ROMINA**, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

Dr. FREDDY ARCOS RAMOS
PRESIDENTE

Blgo. RAUL ARIZAGA GAMBOA
EXAMINADOR PRINCIPAL

Dra. TAMARA BORODULINA
EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. DIEGO MUÑOZ NARANJO
EXAMINADOR SUPLENTE

Guayaquil, 14 de junio del 2021

Dedicatoria

Quiero dedicar esta tesis a mi Querida Familia, Por sus consejos y ánimos para seguir adelante en especial a Mi Esposo Holguer Zapata por el apoyo incondicional en la parte moral y Económico para poder culminar esta meta de ser Ingeniera Ambiental.

Agradecimiento

Mira que te mando que te esfuerces y seas valiente; no temas ni desmayes, Porque El Señor tu Dios Te acompañará dondequiera que vayas. (Josué 1:9)

Le Agradezco infinitas veces al Señor Mi Dios quien me ha dirigido al camino del Bien y me ha dado la oportunidad de seguir adelante después de tantos errores, Por darme Vida y salud para poder culminar Esta Meta.

Agradezco a mi tutor el Ing. Quim Diego Muñoz Naranjo, por el apoyo y la paciencia para explicarme aquellos detalles para poder culminar mi tesis y por los conocimientos aprendidos en el laboratorio de suelo para poder realizar mi tesis. Gracias por sus enseñanzas y consejos.

Autorización de Autoría Intelectual

Yo **GARCÍA SANTANA ANDREA ROMINA**, en calidad de autor(a) del proyecto realizado, sobre "**EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES DE RECAMBIO PROCEDENTE DE UNA CAMARONERA."** para optar el título de **INGENIERO AMBIENTAL**, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor(a) me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Guayaquil, 18 de junio del 2021

ANDREA ROMINA GARCÍA SANTANA
C.I. 0926032582

Índice general

PORTADA 1

APROBACIÓN DEL TUTOR 2

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN 3

Dedicatoria 4

Agradecimiento 5

Autorización de Autoría Intelectual 6

Índice general 7

Índice de tablas 12

Índice de figuras 13

Resumen 15

Abstract 15

1. Introducción 16

1.1 Antecedentes del problema 18

1.2 Planteamiento y formulación del problema 21

1.2.1 Planteamiento del Problema 21

1.2.2 Formulación del Problema 23

1.3 Justificación de la Investigación 23

1.4 Delimitación de la Investigación 24

1.5 Objetivo General 24

1.6 Objetivos específicos 25

1.7 Hipótesis 25

2.Marco Teórico 26

2.1 Estado del Arte **26**

2.2 Bases teóricas **28**

2.2.1 Agua marina **28**

2.2.2 Cuerpo receptor o cuerpo de agua **29**

2.2.3 Agua **29**

2.2.4 Agua residual **29**

2.2.5 Calidad del agua **29**

2.2.6 Características físicas **30**

2.2.6.1 pH ***30***

2.2.6.2 Temperatura ***30***

2.2.6.3 Conductividad ***30***

2.2.6.4 Los Sólidos ***30***

2.2.7 Características químicas **31**

2.2.7.1 Alcalinidad ***31***

2.2.7.2 DBO5 ..... ***31***

2.2.7.3 DQO ***32***

2.2.7.4 Cloruros ***32***

2.2.7.5 Sulfatos ***33***

2.2.7.6 Fosfatos ***33***

2.2.7.7 Bicarbonatos y carbonatos ***33***

2.2.8 Características microbiológicas **34**

2.2.8.1 Parámetros microbiológicos ***34***

2.2.9 Tratamiento de aguas Residuales **35**

2.2.9.1 Tratamiento convencional de aguas residuales ***35***

2.2.9.2 Tratamiento preliminar 35

2.2.10 Camaronera 35

2.2.10.1 Camarón 35

2.2.10.2 Técnicas de Cosecha 35

2.2.10.3 Proceso de recambio de agua 36

2.2.11 Impacto ambiental 36

2.2.11.1 Métodos de evaluación de impactos 37

2.2.11.2 Matriz de Leopold 37

2.3 Marco Legal 38

2.3.1 Constitución de la República del Ecuador, Vigente desde el 2008 38

2.3.2 Ley de Gestión Ambiental 40

2.3.3 Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental 41

2.3.4 Texto Unificado De Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente. 42

3. Materiales y métodos 45

3.1 Enfoque de la investigación 45

3.1.1 Tipo de investigación 45

3.1.2 Diseño de la investigación 45

3.2 Metodología 45

3.2.1 Variables 45

3.2.1.1 Variable dependiente 45

3.2.1.2 Variable independiente 46

3.2.2 Tratamientos 46

3.2.3 Diseño no experimental 46

3.2.4 Recolección de datos 46

3.2.4.1 Recursos 47

3.2.4.2 Métodos y técnicas. 47

3.2.5 Análisis estadístico 51

4. Resultados 52

4.1 Identificación de los impactos ambientales que produce la descarga de las aguas residuales de Recambio en la camaronera "MARSUR" mediante una Matriz de Leopold 52

4.2 Caracterización de las Aguas residuales de recambio en la Camaronera "MARSUR" mediante análisis de laboratorio de parámetros físicos químicos y biológicos. 56

4.3.Comparación de los resultados obtenidos de los análisis de laboratorio con el cumplimiento de la normativa ambiental vigente para descargas a un cuerpo receptor de agua TULSMA libro VI Anexo1 Tabla 13. 62

4.4.. Propuesta de un manual de buenas prácticas ambientales de minimización de impactos para aguas residuales de recambio de la camaronera "Marsur". . 68

5. Discusión 69

6. Conclusiones 71

7. Recomendaciones 73

8. Bibliografía 75

9. Anexos 80

9.1 Anexo 1. Tablas complementarias 80

9.2 Anexo 2. Figuras complementarias 88

Índice de tablas

Tabla 1. Geolocalización del área de estudio 24

Tabla 2. Matriz de Leopold 52

Tabla 3. Afectación de impactos 53

Tabla 4. Niveles de significancia de los impactos 53

Tabla 5. Nivel de significancia para factores ambientales 54

Tabla 6. Nivel de significancia para actividades 55

Tabla 7. Límites Máximos Permisibles de descargas a un cuerpo de agua marina TULSMA 80

Tabla 8. Puntos de Muestreo Camaronera MARSUR 82

Tabla 9. Caracterización de los parámetros fisicoquímicos de la camaronera "MARSUR" 83

Tabla 10. Valores de Temperatura, medias y medianas 84

Tabla 11. Valores del Potencial de hidrógeno, medias y medianas 84

Tabla 12. Valores de Conductividad, medias y medianas 85

Tabla 13. Valores de SDT, medias y medianas 85

Tabla 14. Valores de Coliformes totales, medias y medianas 86

Tabla 15. Comparación con norma TULSMA libro VI Anexo1 Tabla 13 87

Tabla 16. Tratamientos piscinas de crianza 87

Índice de figuras

Figura 1. Mediana de la temperatura por piscina camaronera.....56

Figura 2. Mediana del pH por piscina camaronera 57

Figura 3. Mediana de la conductividad por piscina camaronera 58

Figura 4. Mediana de SDT por piscina camaronera 59

Figura 5. Mediana de coliformes totales por piscina camaronera 60

Figura 6. DBO_5 en la piscina dos 61

Figura 7. DQO en la piscina dos 62

Figura 8. Límites máximos permisibles para la temperatura.....63

Figura 9. Límites máximos permisibles para el pH 64

Figura 10. Límites máximos permisibles para la conductividad 64

Figura 11. Límites máximos permisibles para los SDT 65

Figura 12. Límites máximos permisibles para las coliformes fecales totales 66

Figura 13. Límites máximos permisibles para las coliformes fecales totales 66

Figura 14. Contenido del manual de buenas prácticas ambientales.....68

Figura 15. Ciclo de Producción de *Penaeus Vannamei*.....88

Figura 16. Anatomía Externa de Litopenaues Vannamei 89

Figura 17. Diagrama de procesos Diagrama de Proceso Investigativo 90

Figura 18. Mapa de la Ubicación de la Camaronera MARSUR 91

Figura 19. Oficio aprobación y revisión tema anteproyecto de tesis 92

Figura 20. Presentación del Manual de buenas prácticas Ambientales.....100

Resumen

El presente trabajo de grado tuvo como objetivo realizar una evaluación de impactos ambientales generados en el proceso de recambio en la camaronera “MARSUR”. Se lo hizo mediante la utilización de una matriz de doble entrada, arrojando resultados subjetivos de las posibles afectaciones positivas o negativas que causa la actividad y se evidenció que de un total de 56 factores ambientales analizados 17 son impactados positivamente y 39 de manera negativa, también se ejecutó un muestreo y una caracterización de las aguas residuales a las 6 piscinas de producción tomando 3 muestras de cada una para posteriormente ser analizadas en laboratorio. Una vez obtenidos los resultados de los parámetros (temperatura, pH, conductividad, SDT, coliformes totales, DBO_5 y DQO) fueron comparados con la normativa ambiental vigente TULSMA libro VI Anexo1 Tabla 13 (Límites de descarga a un cuerpo de agua marina) donde únicamente la temperatura conductividad y DBO_5 cumplen con los límites máximos permisibles, dejando como resultado agua residual altamente contaminada para ser descargada al cuerpo de agua receptor y finalmente se creó un manual de buenas prácticas ambientales que tuvo como fin crear conciencia del uso responsable de los recursos naturales para la preservación y conservación del medio ambiente.

Palabras clave: caracterización, descarga, impactos, matriz, recambio.

Abstract

The objective of this degree work was to carry out an evaluation of the environmental impacts generated in the replacement process in the “MARSUR” shrimp farm. This work was done through the use of a double entry matrix, giving subjective results of the possible positive or negative effectations caused by the activity and it was evidenced that out of a total of 56 environmental factors analyzed, 17 are positively impacted and 39 negatively, a sampling and characterization of the wastewater was also carried out in the 6 production pools, taking 3 samples for each one to later be analyzed in the laboratory. Once the results of the parameters (temperature, pH, conductivity, TDS, total coliforms, BOD_5 and COD) were obtained, they were compared with the current enviromental regulations TULSMA book VI Appendix 1 Table 13 (Limits of discharge to a body of marine water) where only the temperature, conductivity and BOD_5 comply with the maximum permissible limits, leaving as a result highly contaminated wastewater to be discharged to the receiving water body, and finally a manual of good environmental practices was created that aimed to create awareness of the responsible use of natural resources for the preservation and conservation of the environment.

Keywords: characterization, discharge, impacts, matrix, replacement**.**

1. Introducción

En el mundo, la industria del cultivo de camarón enfrenta hoy en día una serie de problemas relacionados con la sostenibilidad que incluyen temas como el medio ambiente, la producción y el mercado. La confianza en la absorción por parte de los ecosistemas colindantes de los efluentes de este cultivo condujo a problemas de impacto ambiental lo cual promovió la aplicación de un mayor control y una mayor eficiencia del cultivo (Aurora et al., 2010).

Según Aurora (2010) señala que debido al conocido debate sobre el impacto nocivo del cultivo del camarón, resulta imprescindible el estudio y caracterización de los efluentes generados en el mismo, ya que el exceso de nutrientes que emite una granja camaronera puede contaminar al ecosistema donde son depositados los desechos.

En el 2010, Aurora escribió que los efluentes del cultivo de camarón, aunque son menos agresivos que los productos en la industria pesquera y que otros residuales de la industria alimenticia, genera grandes volúmenes que son emitidos al ambiente, por lo que las aguas costeras y ríos se ven afectadas en forma negativa por nutrientes, materia orgánica, y sólidos suspendidos de los efluentes.

Ecuador ha sido tradicionalmente un país agrícola y ganadero con actividades pesqueras extractivas, el cultivo de camarón tuvo sus inicios en el país, por el año de 1968 en la provincia del Oro, pero no se extendió hasta los ochenta. Convirtiéndose en las últimas décadas la especie marina de mayor relevancia dentro del comercio exterior. Siendo Ecuador uno de los principales productores a nivel mundial de camarón en cautiverio del hemisferio occidental (Jos20).

En la actualidad la actividad camaronera en el Ecuador ha sido una de las más productivas pues posee un crecimiento sostenido con respecto a las demás

exportaciones que realiza el país desde el año 2011 hasta la fecha, la Provincia de El Oro está ubicada entre una de las destacadas en el cultivo del camarón blanco L. Vanammei, con muchas y variadas técnicas de cultivo (Tenelema, 2016).

Las primeras granjas de camarón se establecieron en el sur del país y, desde entonces, se han desarrollado casi 220.000 hectáreas de estaques de producción, que hoy forman parte de una industria que es la primera fuente de ingresos extranjeros no relacionados con el petróleo en el país (Piedrahita, 2018).

A Santa Rosa se la ha denominado la 'Capital Camaronera del Mundo'. Es un cantón rico en producción camaronera y agrícola. Esta localidad orense con 157 años de creación, cuya patrona es Santa Rosa, se destaca por ser pionera en la producción de camarón en cautiverio, actividad iniciada por el orense Jorge Kaiser (Mejía, 2020).

Este trabajo experimental consistió en la caracterización fisicoquímica y biológica de las aguas residuales de la camaronera MARSUR de la provincia Santa Rosa- El Oro mediante la realización de un muestreo in situ para posteriormente realizar un análisis en el laboratorio de los principales parámetros (T°, pH, conductividad, sólidos disueltos totales, coliformes totales, DBO y DQO) y así verificar si cumple con la norma ambiental vigente TULSMA libro VI Anexo1 Tabla 13. Límites de descarga a un cuerpo de agua marina. Considerando los resultados del análisis de calidad de agua se propuso un sistema de pretratamiento para las aguas de descarga al cuerpo receptor.

1.1 Antecedentes del problema

A nivel mundial, el camarón farming tuvo un repunte de producción en los años 1980 y 1990, sobre todo en las regiones tropicales y subtropicales de Asia y América del

Sur, impulsado por la creciente demanda internacional y un alto precio de mercado (FAO, 2007).

El medio ambiente en un estanque de camarón es esencialmente suelo y agua, y los factores que más afectan al camarón son las variables de calidad del agua y suelo. Los efluentes de las granjas pueden causar efectos adversos en las aguas costeras con el incremento de nutrientes, materia orgánica y sólidos suspendidos. No obstante, el efecto negativo de los efluentes es menor si las granjas son adecuadamente manejadas, y se mantienen en buenas condiciones en la calidad del agua y suelo (Boyd, 2001).

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (ONUAA) estima que alrededor del mundo, el 87 % de las poblaciones de pescados y mariscos silvestres están saturadas a su máximo uso, sobreexplotadas o completamente explotadas. Su alternativa más sostenible son las granjas de acuicultura, que cuando no se gestionan de manera adecuada liberan cantidades masivas de contaminantes como sal, antibióticos y desechos biológicos que terminan por devastar los hábitats a su alrededor. En particular, se estima que desde 1980 se han perdido un total de 1,5 millones de hectáreas de manglares a causa de las granjas de camarones (FAO, 2011).

Asia sufrió la mayor disminución neta de manglares desde 1980, con más de 1.9 millones de hectáreas destruidas, fundamentalmente debido a cambios en el uso de la tierra. América del Norte y Central y África también contribuyeron significativamente a la disminución del área de manglar, con pérdidas de unas 690 000 y 510 000 hectáreas respectivamente en los últimos 25 años (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentacion y Agricultura, 2008).

La acuicultura de crustáceos dado su valor en precio en el primer punto de venta; y dentro de éstos, los camarones y langostinos son los principales productos que aportan una demanda económica relevante en la región de América Latina, la cual ocupa el segundo lugar en producción a nivel mundial (10 %), aunque muy por debajo de Asia (89 %). Por subregión, Sudamérica produce el 86 % de la producción acuícola, Centro América el 13 % y finalmente El Caribe el 1 % (Naciones Unidas Organización de Desarrollo Industrial, 2017).

La desaparición de bosque de manglar, además de la disminución de moluscos y especies asociadas de las que han vivido y dependido ancestralmente todos los asentamientos poblacionales que, en este caso, se han asentado en los filos costaneros de la provincia de El Oro, aporta también al fenómeno mundial de calentamiento global y a la disminución de la capa de ozono. La incesante y febril actividad marina como: la actividad camaronera, la pesca, la presencia de naves de alto calado dedicadas a la comercialización de productos agrícolas y acuícolas, la disposición final de aguas de alcantarillado público directamente al mar, el arrastre de pesticidas y abonos químicos de la actividad agrícola, pecuaria, avícola, etc. dejan su innegable huella ecológica en las aguas marinas y en la vida que el mar alberga. Muestra de ello son, por ejemplo, los restos de hidrocarburo y la abundante presencia de desechos sólidos alrededor de todo el perfil (Montoya, 2017).

En las últimas cuatro décadas se han perdido 56.396 hectáreas de manglar en Ecuador, un área equivalente a casi el doble de la ciudad de Quito, según la organización Conservación Internacional. A nivel mundial cada año se pierde el 2 % de estas coberturas lo que representa hasta el 10 % de todas las emisiones causadas

por deforestación en el planeta. Una cifra muy alta si tenemos en cuenta que los manglares cubren apenas el 0.7 % de la Tierra (Zambrano, 2019).

Pero, sin duda, los problemas más graves de contaminación de las aguas marinas son los provocados por las descargas de agua de recambio de las piscinas camaroneras cuyo alto contenido de desechos fecales, residuos de alimento balanceado, restos de hidrocarburos provenientes tanto de los motores fuera de borda como de los motores de las bombas de camaroneras, remanentes de antibióticos usados para combatir las patologías de los organismos de cultivo, entre otros, degradan sustancialmente la calidad de las aguas (Montoya, 2017).

En la actualidad dentro del sector camaronero no poseen sistemas de tratamientos de aguas, es por eso la necesidad de implementar sistemas de filtración natural para depurar aguas, así de esta manera mejorar la calidad de vida del camarón y tener una mejor calidad de agua en el momento del descargue hacia el medio ambiente (Landivar, Quirola y Ventimilla, 2008).

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del Problema

De modo particular, esta práctica para el Ecuador se inicia en el cantón Santa Rosa, en 1968 surge la idea de cultivar camarones cuando se construía la vía Santa Rosa–Machala, pues de algunos estantes naturales empezaron a saltar camarones que llegaron allí por medio de los arrastres de la lluvia y se alimentaron de los recursos de la naturaleza hasta convertirse en adultos. Desde el inicio hasta aproximadamente el año 1985, la semilla utilizada para la producción camaronera era del tipo silvestre, la cual era capturada en su hábitat natural, el manglar. Esta situación ha evolucionado,

se generan centros de alevinaje que aseguran su reproducción para la cría intensiva en cautiverio (Añazco, Morán, & Brito, 2017).

Ciertas prácticas de cultivo aún en uso son dañinas para los ambientes naturales donde se desarrolla la actividad, los productores se dan cuenta que los daños causados por las malas prácticas de cultivo son nocivos para los ecosistemas costeros y a mediano y largo plazo impactan negativamente las producciones y las ganancias de las empresas. Un ambiente deteriorado y contaminado solo conduce a producciones pobres y pérdidas económicas (Añazco, Morán, & Brito, 2017).

La empresa camaronera MARSUR ubicada en el cantón Santa Rosa-El Oro fue fundada en el año de 1973, su principal actividad es la reproducción, crianza, desarrollo y comercialización de *Litopennaeus vannamei* (camarón blanco) el cual se desarrolla en un predio de 26.4 hectáreas con una distribución de 6 piscinas o estanques de desarrollo del camarón. En los cuales se aprovecha los recursos hídricos tomados del estero Cargaderos colindante con los predios de la empresa que es la base para la producción camaronera, el crecimiento de la demanda de camarón a nivel local y mundial hace que las extensiones de las piscícolas aumenten generando un problema ambiental mayor en lo que se refiere a contaminación de las fuentes hídricas ya que al momento de realizar el proceso de recambio se producen descargas de aguas residuales hacia el estero sin previamente realizar ningún tratamiento para lo cual el presente trabajo realizó una evaluación de los impactos que produce las descargas de aguas residuales al cuerpo receptor de agua mediante una caracterización físico química del agua y una identificación de posibles impactos ambientales.

1.2.2 Formulación del Problema

¿Cuáles son los impactos ambientales que se generan en el proceso de recambio de agua en las piscinas camaroneras de la empresa MARSUR del cantón Santa Rosa?

1.3 Justificación de la Investigación

En Ecuador, de cada 100 litros de agua se consumen el 81,1 % para la agricultura y acuicultura, 12,3 % para uso doméstico, 6,3 % en industria, y el 0,3 % en otros usos (SENAGUA - Secretaria Nacional del Agua, 2012).

La industria camaronera desde hace 40 años viene siendo parte de la industria manufacturera del país (Arévalo, 2014). El terreno que ocupa la actividad camaronera está alrededor de las 210.000 ha en todas las provincias costeras del país, produciendo así un gran impacto al ambiente (Bernabé, 2016).

Las cuencas hidrológicas, principales fuentes de servicios ambientales relacionados con el agua, son de vital importancia para la subsistencia de los seres vivos. Por esta razón, es importante llevar a cabo un adecuado manejo de los recursos hidrológicos, para evitar el deterioro de los bienes y servicios ambientales (Monar et al., 2016).

El trabajo investigativo planteado tuvo como finalidad analizar los parámetros fisicoquímicos y biológicos de las aguas residuales en el proceso de recambio de la camaronera “MARSUR” para determinar si algún elemento del efluente está en desequilibrio con respecto a su rango normal para su descarga al cuerpo de agua marina, para la elaboración de este trabajo se hizo un análisis en laboratorio del agua residual el cual nos permitirá determinar los principales parámetros establecidos en la Normativa Ambiental vigente TULSMA libro VI Anexo1 Tabla 13 y verificar su cumplimiento.

1.4 Delimitación de la Investigación

Tabla 1. Geolocalización del área de estudio

Ubicación	Este (m)	Norte (m)
Norte	605219	9621002
Sur	605112	9621127
Este	605000	9621453
Oeste	604913	9621929

García, 2021

La tabla 1 refleja las coordenadas geográficas (UTM WGS 84) de la Camaronera Marsur Zona 17 meridiano 81dw, tomadas con el equipo de posicionamiento satelital Garmin en los puntos exteriores.

Espacio: La camaronera “Marsur” se encuentra ubicada en el Estero Cargaderos, parroquia Jumón; Cantón: Santa Rosa; Provincia: El Oro con 26.5 Ha (ver observación en anexo 2).

Tiempo: El trabajo se desarrolló en un periodo de 3 meses

Población: 60368 habitantes (INEC, 2010)

1.5 Objetivo General

Evaluar los impactos ambientales generados en el proceso de recambio en la camaronera “MARSUR”, para la generación de un manual de buenas prácticas ambientales en el cantón Santa Rosa; Provincia: El Oro.

1.6 Objetivos específicos

- Identificar impactos ambientales que produce la descarga de las aguas residuales de Recambio en la camaronera “Marsur” mediante una Matriz de Leopold.
- Caracterizar las Aguas residuales de recambio en la Camaronera “Marsur” mediante análisis de laboratorio de parámetros físicos químicos y biológicos.
- Comparar los resultados obtenidos de los análisis de laboratorio con el cumplimiento de la normativa ambiental vigente para descargas a un cuerpo receptor de agua TULSMA libro VI Anexo1 Tabla 13.
- Proponer un manual de buenas prácticas ambientales que minimice los impactos producidos en la camaronera “Marsur”.

1.7 Hipótesis

Los procesos de recambio de agua que se realiza en las piscinas de crecimiento y pesca de la camaronera “Marsur” producen una alteración en el pH, temperatura, conductividad, solidos totales, Alcalinidad, DBO_5, DQO, cloruros, sulfatos, fosfatos, carbonatos y coliformes fecales en consecuencia causarían posibles impactos ambientales en el cuerpo receptor.

2. Marco Teórico

2.1 Estado del Arte

Aurora et al., (2010) mediante la caracterización física, química y microbiológica de los efluentes de la camaronera CULTIZAZA de Cuba mediante el cultivo del camarón *Litopenaeus vannamei*, para determinar la composición y concentración del fitoplancton en diferentes épocas del año. Los resultados mostraron que todos los indicadores medidos se encontraban dentro de las regulaciones establecidas en el país, no evidenciándose deterioro en el medio ambiente en la zona de emisión. Se observó un aumento significativo ($p < 0.001$) de las concentraciones de los indicadores químicos en la época de lluvias lo que evidenció el mayor arrastre de materia orgánica en esta estación del año, sin embargo, en igual período disminuyó la concentración de Coliformes fecales y totales. En la caracterización del fitoplancton fueron identificados 6 grupos de bacterias, entre ellas las cianobacterias fueron las de mayor concentración en los muestreos realizados. La presencia de cianobacterias filamentosas en los efluentes denota su presencia en el agua de los estantes, lo que la hace inadecuada para el cultivo del camarón.

Muñoz y Vera (2019) determinaron la variabilidad fisicoquímica del agua durante el proceso productivo del camarón patiblanco (*L. vannamei*), en una laguna camaronera, sitio el pueblito, Chone mediante monitoreo al afluente, efluente y durante el proceso productivo; los parámetros analizados en esta investigación fueron el potencial de hidrógeno (pH), temperatura, oxígeno disuelto (OD), los sólidos disuelto totales (TDS), demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5), demanda química de oxígeno (DQO), nitritos (NO_2) y nitratos (NO_3), para determinar el cambio en las características fisicoquímicas

del agua utilizada en el proceso productivo de la camaronera, obteniendo como resultado: En el pH el afluente fue de 7,35 y el efluente de 9,15; la temperatura fue de 28 ºC en el afluente y 25,4 ºC en el efluente; los TDS en afluente fue de 0,34 mg/l y en el efluente de 0,99 mg/l; la DQO en el afluente fue de 0,9 mg/l y en el efluente de 1140 mg/l; en la DBO_5 el afluente fue de 2 mg/l y el efluente de 25 mg/l; los nitritos fueron de 0,045 mg/l a el afluente y 0,08 mg/l en el efluente; los nitratos en el afluente fueron de 0,06 mg/l y en el efluente de 0,09 mg/l; el OD en el afluente fue de 3,5 mg/l y en el efluente de 5 mg/l, demostrando que existe variabilidad en el agua utilizada en el sistema. Se comparó el efluente con la norma ambiental vigente del Ecuador expuesta en el libro VI, del Anexo 1, tabla 9 del TULSMA, “Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce”, en el cual los parámetros que no cumplieron con la norma fueron la DQO sobrepasando el límite permisible (DQO >250 mg/l) con 850 mg/l y el pH por encima de la norma ambiental vigente (pH 7 - 9) con 9,15.

Muñoz (2017) evaluó la calidad del agua y sedimento de piscinas camaroneras durante un ciclo productivo del cultivo semi intensivo en la parroquia Cojimíes, cantón pedernales, provincia de Manabí, Ecuador realizando dos muestreos en dos tiempos distintos, al inicio del ciclo productivo, y al final de ciclo productivo, existiendo un lapso de tiempo de 40 días aproximadamente, considerando parámetros químicos y físicos del agua tales como Aluminio, Arsénico, Zinc, Cobalto, Cobre, Cromo, Mercurio, Coliformes fecales y sólidos disueltos totales, y metales pesados como Arsénico, Cobalto, Cobre, Cromo y Mercurio, comparando los resultados obtenidos con la normativa ambiental vigente en el Ecuador, específicamente con lo determinado en los Tablas 5 y 10 del Anexo 1, y Tabla 2 del Anexo 2 del Acuerdo Ministerial 097A, estableciendo cumplimientos e incumplimientos de normativa, resultados demostraron

que las sustancias y químicos usados, así como en el proceso productivo de crianza y producción de camarón Citroplus, Adimix, E-flox, Vi-Bac, Melaza, Procrecim plus con diferentes concentraciones, no han alteran la calidad físico, química o microbiológica del agua y de los sedimentos.

Ramírez (2015) evaluó y determinó la calidad del agua en las piscinas de la camaronera Boca Salima, para el mejoramiento de la producción de Camarón mediante un análisis de laboratorio a tres piscinas de boca Salima, ubicadas en la Parroquia Salima Cantón Muisne. A la primera se le aplicó un tratamiento de fertilización inorgánica una segunda con un tratamiento de fertilización orgánica y tercera sin control alguno se realizó la medición de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua y la evaluación de crecimiento durante 120 días de cultivo del camarón con una frecuencia quincenal. Como resultado de este estudio se determinó que la aplicación de fertilizantes a las piscinas produce cambios muy importantes en la calidad del agua y producción del camarón lográndose incrementar en un 38% la producción con la aplicación de fertilizantes inorgánicos y 107 % cuando se aplicó fertilizantes orgánicos.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Agua marina

Es el agua de los mares y se distingue por su elevada salinidad, también conocida como agua salada. Las aguas marinas corresponden a las aguas territoriales en la extensión y términos que fijen el derecho internacional, las aguas marinas interiores y las de lagunas y esteros que se comuniquen permanentemente (Ministerio del medio ambiente, 2004).

2.2.2 Cuerpo receptor o cuerpo de agua

Es todo río, lago, laguna, aguas subterráneas, cauce, depósito de agua, corriente, zona marina, estuarios, que sea susceptible de recibir directa o indirectamente la descarga de aguas residuales (Ministerio del medio ambiente , 2004).

2.2.3 Agua

El agua cubre más del 70 % de la superficie del planeta; se la encuentra en océanos, lagos, ríos; en el aire, en el suelo. Es la fuente y el sustento de la vida, contribuye a regular el clima del mundo y con su fuerza formidable modela la Tierra. Los océanos dan cuenta de casi el 97,5 % del agua del planeta. Únicamente un 2,5% es agua dulce (Fernández , 2012).

2.2.4 Agua residual

Es un agua que no tiene valor inmediato para el fin para el que se utilizó ni para el propósito para el que se produjo debido a su calidad, cantidad o al momento en que se dispone de ella (García, 2019).

2.2.5 Calidad del agua

Puede definirse la calidad del agua como la composición fisicoquímica y microbiológica, recordando que el agua pura no existe en la naturaleza, un agua es de calidad, cuando sus características la hacen aceptable para un cierto uso. La calidad del agua se determina por análisis cuantitativos en laboratorio, tales como pH, sólidos totales (TS), la conductividad y la contaminación microbiana. El conocimiento de las propiedades del agua, derivadas de estas características es fundamental para valorar los posibles inconvenientes y perjuicios que su utilización pudiera ocasionar en sus consumidores (Franco, 2014).

2.2.6 Características físicas

Son las propiedades que se pueden ver, sentir u oler. Por ejemplo: la turbiedad, el color, la temperatura, el olor y el sabor. El agua para consumo humano debe ser transparente, incolora y sin sedimentos. Tampoco debe tener sabor ni olor y debe ser fresca al paladar (Aguilar, Ballesteros, & Jàcome, 2015).

2.2.6.1 pH

Es una medida de la naturaleza ácida o alcalina de la solución acuosa que puede afectar a los usos específicos del agua. La mayoría de las aguas naturales tienen un pH entre 6 y 8. Los valores del pH han de ser referidos a la temperatura de medición, pues varían con ella. El pH se corrige por neutralización (Rigola, 1990).

2.2.6.2 Temperatura

La medición de la temperatura es importante, ya que muchos tratamientos de aguas y/o AR incluyen procesos biológicos que dependen de la temperatura. En las regiones frías, la temperatura varía de 7 a 18° C, mientras que en regiones cálidas la variación será de 13 a 30 ° C (Rigola, 1990).

2.2.6.3 Conductividad

Es indicativa de la materia ionizable total presente en el agua. El agua pura contribuye mínimamente a la conductividad, y en su casi totalidad es el resultado del movimiento de los iones de las impurezas presentes (Rigola, 1990).

2.2.6.4 Los Sólidos

El agua residual contiene una variedad de materiales sólidos que varían desde hilachas hasta materiales coloidales. Las aguas residuales están constituidas en un elevado porcentaje (en peso) por agua, cerca de 99,9%, y apenas 0,1% de sólidos suspendidos, coloides y disueltos. sin embargo, esta pequeña fracción de sólidos es

la que presentan los mayores problemas en el tratamiento y su disposición. El agua es simplemente el medio de transporte. En la caracterización de las aguas residuales, los materiales gruesos son removidos generalmente antes de analizar sólidos en la muestra. Pueden dividirse en sólidos en suspensión y sólidos disueltos (según el tamaño y la sedimentabilidad), así como en fracciones orgánica (fracción volátil) e inorgánica (fracción fija) (Rigola, 1990).

2.2.7 Características químicas

Estas características se deben a las diversas sustancias químicas disueltas en el agua. Es importante conocerlas, para así poder escoger el tratamiento adecuado y las sustancias requeridas para tratarla y que este apta para el consumo humano. La alcalinidad, la dureza y el pH son propiedades químicas del agua muy importantes para decidir el tratamiento más adecuado (Jara, 2015).

2.2.7.1 Alcalinidad

Es una medida de los efectos de la combinación de sustancias asociadas a los carbonatos y bicarbonatos. Debido a las variaciones del pH se generan reacciones secundarias que rompen el ciclo ecológico en un cuerpo de agua, mismos que se expresan como la concentración de carbonato de calcio (Rigola, 1990).

Es el más conveniente para la determinación de la cantidad total de materia orgánica presente en el agua. Con sus resultados se pueden establecer relaciones con DBO, DQO y, por lo tanto, obtener conclusiones sobre su consistencia o no (Jara, 2015).

2.2.7.2 DBO_5

La Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) es una medida de oxígeno que usan los microorganismos para descomponer el agua. Mide la cantidad de oxígeno consumido

en la eliminación de la materia orgánica del agua, mediante procesos biológicos aerobios. En general se refiere al oxígeno consumido en 5 días (DBO_5) y se mide en ppm de O_2. Las aguas subterráneas suelen contener menos de 1 ppm. Un contenido superior es indicativo de contaminación. En las aguas residuales domésticas se sitúa entre 100 y 350 ppm. En las aguas residuales industriales su concentración es totalmente dependiente del proceso de fabricación pudiendo alcanzar varios miles de ppm. Su eliminación se realiza por procesos fisicoquímicos y biológicos aerobios o anaerobios (Rigola, 1990).

2.2.7.3 DQO

Mide la capacidad de consumo de un oxidante químico, dicromato o permanganato, por las materias oxidables contenidas en el agua, y también se expresa en ppm de O_2. Indica el contenido en materias orgánicas oxidantes y otras sustancias reductoras, tales como Fe^{2+}, NH_4^+, etc. Las aguas no contaminadas 29 tienen valores de la DQO de 1 a 5 ppm, o algo superiores. Las aguas con valores elevados de DQO, pueden dar lugar a interferencias en ciertos procesos industriales. Las aguas residuales domésticas suelen contener entre 250 y 600 ppm. La relación entre los valores de la DBO y la DQO es un indicativo de la biodegradabilidad de la materia contaminante. En aguas residuales un valor de la relación DBO/DQO menor que 0,2 se interpreta como un vertido de tipo inorgánico y si es mayor que 0,6 como orgánico (Rigola, 1990).

2.2.7.4 Cloruros

El ion cloruro, Cl^-, forma sales en general muy solubles. Suele ir asociado al ión Na^+, especialmente en aguas muy salinas. Las aguas dulces contienen entre 10 y 25 ppm de cloruros, pero no es raro encontrar valores mucho mayores. Las aguas salobres pueden tener centenares e incluso millares de ppm. El agua de mar contiene alrededor

de 20.000 ppm. El contenido en cloruros afecta la potabilidad del agua y su potencial uso agrícola e industrial. A partir de 300 ppm el agua empieza a adquirir un sabor salado. Las aguas con cloruros pueden ser muy corrosivas debido al pequeño tamaño del ion que puede penetrar la capa protectora en la interfase óxido - metal y reaccionar con el hierro estructural. Se valora con nitratos de plata usando cromato potásico como indicador. Se separa por intercambio iónico, aunque es menos retenido que los iones polivalentes, por lo cual las aguas de alta pureza requieren un pulido final (Jara, 2015).

2.2.7.5 Sulfatos

El ión sulfato, $SO_4^{=}$, corresponde a sales de moderadamente solubles a muy solubles. Las aguas dulces contienen de 2 a 150 ppm, y el agua de mar cerca de 3000 ppm. Aunque en agua pura se satura a unos 1500 ppm, como SO_4Ca, la presencia de otras sales aumenta su solubilidad (Rigola, 1990).

2.2.7.6 Fosfatos

El ión fosfato, $PO_4^{=}$, en general forma sales muy poco solubles y precipita fácilmente como fosfato cálcico. Al corresponder a un ácido débil, contribuye a la alcalinidad de las aguas. En general no se encuentran en el agua más de 1 ppm, pero pueden llegar a algunas decenas debido al uso de fertilizantes. Puede ser crítico en la eutrofización de las aguas superficiales. No suele determinarse en los análisis de rutina, pero puede hacerse colorimétricamente (Rigola, 1990).

2.2.7.7 Bicarbonatos y carbonatos

Existe una estrecha relación entre los iones bicarbonato, CO_3H^-, carbonato, $CO_3^{=}$, el CO_2 gas y el CO_2 disuelto. A su vez el equilibrio está afectado por el pH. Estos iones contribuyen fundamentalmente a la alcalinidad del agua. Los carbonatos precipitan fácilmente en presencia de iones calcio. Las aguas dulces suelen contener entre 50 y

350 ppm de ion bicarbonato, y si el pH es inferior a 8,3 no hay prácticamente ion bicarbonato. El agua de mar tiene unos 100 ppm de ion bicarbonato (Rigola, 1990).

2.2.8 Características microbiológicas

Estas características están dadas por los microorganismos presentes en el agua.

El agua para consumo humano debe estar libre de los microorganismos y parásitos que pueden causar enfermedades como diarrea, cólera, gastroenteritis, amebiasis, entre otras (Jara, 2015).

2.2.8.1 Parámetros microbiológicos

La denominación genérica coliformes designa a un grupo de especies bacterianas que tienen ciertas características bioquímicas en común e importancia relevante como indicadores de contaminación del agua y los alimentos (Chang, 2007).

2.2.8.1.1 Coliformes fecales

La Mayoría son Intestinales: indican la calidad del agua para recreación y agua tratada y la posible presencia de contaminación fecal.

2.2.8.1.2 Escherichia coli

Estrictamente Intestinal: indica la calidad del agua tratada y de agua para recreación, y es evidencia directa de contaminación fecal. No todos los coliformes son de origen fecal, por lo que se hizo necesario desarrollar pruebas para diferenciarlos a efectos de emplearlos como indicadores de contaminación.

Se distinguen, por lo tanto, los coliformes totales que comprende la totalidad del grupo y los coliformes fecales aquellos de origen intestinal (Chang, 2007). Desde el punto de vista de la salud pública esta diferenciación es importante puesto que permite

asegurar con alto grado de certeza que la contaminación que presenta el agua es de origen fecal (Chang, 2007).

2.2.9 Tratamiento de aguas Residuales

2.2.9.1 Tratamiento convencional de aguas residuales

Es aquel que está conformado ya sea por un tratamiento preliminar, un tratamiento primario, un tratamiento secundario y un tratamiento avanzado aplicado de manera individual o en conjunto de acuerdo a la eficiencia requerida (Ministerio del Ambiente, 2015).

2.2.9.2 Tratamiento preliminar

Procesos para remoción de sólidos gruesos, flotantes, grasas, procesos de compensación y ajustes de pH (Ministerio del Ambiente, 2015).

2.2.10 Camaronera

2.2.10.1 Camarón

Litopenaeus vannamei es un crustáceo nadador, característico de las aguas con profundidades lodosos, de tamaño mediano, comestible, y es comercializado, su existencia en los mercados hace que sea un crustáceo conocido. *L. vannamei* se expandió en el sudeste de Asia y en Latinoamérica (Varo, 2012).

2.2.10.2 Técnicas de Cosecha

Para realizar la cosecha, los camarones deben cumplir con condiciones como: tamaño, buen estado sanitario, características organolépticas y físicas aceptables para el mercado. Se debe explicar cómo realizar las actividades de la operación, personal, materiales y equipo, para continuar con la cosecha, Los estanques de cultivos se drenan durante la marea baja, a través de redes colocadas en la salida, para iniciar la

cosecha se recomienda retirar la alimentación durante un tiempo de 24 y 48 horas antes de que este se realice (Varo, 2012).

2.2.10.3 Proceso de recambio de agua

Por medio del reemplazo del agua se logra diluir la floración de plancton u otros organismos en el ecosistema. Sin embargo, en algunos sistemas camaroniculturas se emplean tasas de recambio bajas o inexistentes. La presencia de estos organismos se puede verificar a partir de la medición continua del pH en el agua. Estas observaciones adicionales deben además considerar el color del agua, presencia de burbujas en la superficie, oxígeno disuelto y sólidos suspendidos, así como elementos como amonio o sulfuro de hidrógeno. También es clave tomar en cuenta que el promedio del pH durante el día cambia. Por ende, éste debe ser medido temprano en la mañana, y nuevamente al finalizar la tarde. Se considera la evaluación del agua que ingresa mediante tres puntos: pH, turbidez y salinidad. Ello debido a que, en zonas propensas a la contaminación del agua, el ingresante puede estar en condiciones similares. Por último, al proceder al recambio de agua, es ideal no sustituir en más del 30% el agua. De realizarse un drenaje superior al 10%, es recomendable hacer el recambio por medio de un flujo continuo. De esta manera reducirá el tiempo requerido y el estrés a su cría de camarones (Molinos Champions S.A, 2019).

2.2.11 Impacto ambiental

Un impacto ambiental es la alteración de la calidad del medio ambiente producidas por una actividad humana, Hay que tener en cuenta que no todas las variaciones medibles de un factor ambiental pueden ser consideradas como impactos ambientales, ante el riesgo de convertir la definición en un concepto totalmente inoperante para la evaluación del impacto ambiental, ya que habría que incluir las propias variaciones

naturales. “La valoración de estos efectos, cuantitativa, si fuese posible, o cualitativas, expresará los indicadores o parámetros utilizados, empleándose siempre que sea posible normas estudios técnicos de general aceptación, que establezcan valores limites o guías, según diferentes tipos de impacto (Garmedia, Salvador, Crespo y Garmedia, 2005).

2.2.11.1 Métodos de evaluación de impactos

Los métodos de evaluación de impactos sirven para poner un valor a cada impacto y al impacto total de cada alternativa del proyecto, de forma que se puedan comparar alternativas diferentes (Garmedia, Salvador, Crespo y Garmedia, 2005).

2.2.11.2 Matriz de Leopold

La matriz de Leopold es el primer método que se utilizó en evaluaciones de impacto ambiental, en 1971, por el Servicio geológico de los estados unidos de Norteamérica, y a pesar de su antigüedad, con variaciones, es de los que más se utilizan en la actualidad. Se basa en una matriz donde las columnas hay 100 acciones y en las filas 88 factores ambientales. Los cruces son posibles efectos ambientales o impactos. Las cuadriculas del cruce que presenten impactos significativos se dividen con una diagonal marcando en la parte superior la magnitud del impacto, valorado entre 0 y 10, y en la inferior la importancia, también en una escala de 0 a 10. Sumando por filas se obtiene el impacto producido sobre un determinado factor ambiental, y sumando por columnas el impacto producido por una cierta acción (Garmedia, Salvador, Crespo y Garmedia, 2005).

2.3 Marco Legal

2.3.1 Constitución de la República del Ecuador, Vigente desde el 2008

Título II. Derechos.
Capítulo Segundo; Derechos del buen vivir.
Sección primera. Agua y Alimentación.
Art. 12.- El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida (p.13).
Sección segunda. Ambiente sano.

Art. 14.- 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. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados (p.13).

Capítulo Séptimo; Derechos de la naturaleza.
Art. 71.- La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos. Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos de la naturaleza. Para aplicar e interpretar estos derechos se observarán los principios establecidos en la Constitución, en lo que proceda. El Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema (p.31).

Art. 72.- La naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tienen el Estado y las personas naturales o jurídicas de Indemnizar a los individuos y colectivos que dependan de los sistemas naturales afectados. En los casos de impacto ambiental grave o permanente, incluidos los ocasionados por la explotación de los recursos naturales no renovables, el Estado establecerá los mecanismos más eficaces para alcanzar la restauración, y adoptará las medidas adecuadas para eliminar o mitigar las consecuencias ambientales nocivas (p.31).

Art. 74.- Las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades tendrán derecho a beneficiarse del ambiente y de las riquezas naturales que les permitan el buen vivir. Los servicios ambientales no serán susceptibles de apropiación; su producción, prestación, uso y aprovechamiento serán regulados por el Estado (p.31).

Capítulo Noveno; Responsabilidades.
Art. 83.- Son deberes y responsabilidades de las ecuatorianas y los ecuatorianos, sin perjuicio de otros previstos en la Constitución y la ley: su ítem 6 nos indica:

Respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo racional, sustentable y sostenible (p.35).

Título V. Organización territorial del Estado.
Capítulo Cuarto; Régimen de competencias.
Art. 264.- Ítem 4. Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley (p.82).

Título VII. Régimen del buen vivir.
Capítulo Segundo; Biodiversidad y recursos naturales.
Sección primera. Naturaleza y ambiente.
Art. 395.- La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:
1. El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.
2. Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional.
3. El Estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales.
4. En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza (p.114).

Art. 396.- El Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño. En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el Estado adoptará medidas protectoras eficaces y oportunas. La responsabilidad por daños ambientales es objetiva. Todo daño al ambiente, además de las sanciones correspondientes, implicará también la obligación de restaurar integralmente los ecosistemas e indemnizar a las personas y comunidades afectadas. Cada uno de los actores de los procesos de producción, distribución, comercialización y uso de bienes o servicios asumirá la responsabilidad directa de prevenir cualquier impacto ambiental, de mitigar y reparar los daños que ha causado, y de mantener un sistema de control ambiental permanente. Las acciones legales para perseguir y sancionar por daños ambientales serán imprescriptibles (p.114).

Art. 397.- En caso de daños ambientales el Estado actuará de manera inmediata y subsidiaria para garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas. Además de la sanción correspondiente, el Estado repetirá contra el operador de la actividad que produjera el daño las obligaciones que conlleve la reparación integral, en las condiciones y con los procedimientos que la ley establezca. La responsabilidad también recaerá sobre las servidoras o servidores responsables de realizar el

control ambiental. Para garantizar el derecho individual y colectivo a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, el Estado se compromete a:
1. Permitir a cualquier persona natural o jurídica, colectividad o grupo humano, ejercer las acciones legales y acudir a los órganos judiciales y administrativos, sin perjuicio de su interés directo, para obtener de ellos la tutela efectiva en materia ambiental, incluyendo la posibilidad de solicitar medidas cautelares que permitan cesar la amenaza o el daño ambiental materia de litigio. La carga de la prueba sobre la inexistencia de daño potencial o real recaerá sobre el gestor de la actividad o el demandado.
2. Establecer mecanismos efectivos de prevención y control de la contaminación ambiental, de recuperación de espacios naturales degradados y de manejo sustentable de los recursos naturales.
3. Regular la producción, importación, distribución, uso y disposición final de materiales tóxicos y peligrosos para las personas o el ambiente.
4. Asegurar la intangibilidad de las áreas naturales protegidas, de tal forma que se garantice la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de las funciones ecológicas de los ecosistemas. El manejo y administración de las áreas naturales protegidas estará a cargo del Estado.
5. Establecer un sistema nacional de prevención, gestión de riesgos y desastres naturales, basado en los principios de inmediatez, eficiencia, precaución, responsabilidad y solidaridad (p.114-115).

Sección Sexta. Agua
Art. 411.- El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua. La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua (p.117) (Asamblea Nacional Constituyente de la República del Ecuador, 2008).

2.3.2 Ley de Gestión Ambiental

Título I. Ámbito y principios de la gestión ambiental.
Art. 1.- La presente Ley establece los principios y directrices de política ambiental; determina las obligaciones, responsabilidades, niveles de participación de los sectores público y privado en la gestión ambiental y señala los límites permisibles, controles y sanciones en esta materia (p.1).

Art. 3.- El proceso de Gestión Ambiental, se orientará según los principios universales del Desarrollo Sustentable, contenidos en la Declaración de Río de Janeiro de 1992, sobre Medio Ambiente y Desarrollo (p.1).

Título II. Del régimen institucional de la gestión ambiental.
Capítulo IV. De la participación de las instituciones del estado.
Art. 9.- Le corresponde al Ministerio del ramo: Coordinar con los organismos competentes sistemas de control para la verificación del cumplimiento de las normas

de calidad ambiental referentes al aire, agua, suelo, ruido, desechos y agentes contaminantes (p.2).

Art. 12.- Son obligaciones de las instituciones del Estado del Sistema Descentralizado de Gestión Ambiental en el ejercicio de sus atribuciones y en el ámbito de su competencia, las siguientes:
a) Aplicar los principios establecidos en esta Ley y ejecutar las acciones específicas del medio ambiente y de los recursos naturales;
b) Ejecutar y verificar el cumplimiento de las normas de calidad ambiental, de permisibilidad, fijación de niveles tecnológicos y las que establezca el Ministerio del ramo;
c) Participar en la ejecución de los planes, programas y proyectos aprobados por el Ministerio del ramo;
d) Coordinar con los organismos competentes para expedir y aplicar las normas técnicas necesarias para proteger el medio ambiente con sujeción a las normas legales y reglamentarias vigentes y a los convenios internacionales;
e) Regular y promover la conservación del medio ambiente y el uso sustentable de los recursos naturales en armonía con el interés social; mantener el patrimonio natural de la Nación, velar por la protección y restauración de la diversidad biológica, garantizar la integridad del patrimonio genético y la permanencia de los ecosistemas; f) Promover la participación de la comunidad en la formulación de políticas para la protección del medio ambiente y manejo racional de los recursos naturales; y, g) Garantizar el acceso de las personas naturales y jurídicas a la información previa a la toma de decisiones de la administración pública, relacionada con la protección del medio ambiente (p.3) (Ministerio del medio ambiente, 2004).

2.3.3 Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental

Capítulo II. De la prevención y control de la contaminación de las aguas.
Art. 6.- Queda prohibido descargar, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, a las redes de alcantarillado, o en las quebradas, acequias, ríos, lagos naturales o artificiales, o en las aguas marítimas, así como infiltrar en terrenos, las aguas residuales que contengan contaminantes que sean nocivos a la salud humana, a la fauna, a la flora y a las propiedades (p.2).

Art. 7.- El Consejo Nacional de Recursos Hídricos, en coordinación con los Ministerios de Salud y del Ambiente, según el caso, elaborarán los proyectos de normas técnicas y de las regulaciones para autorizar las descargas de líquidos residuales, de acuerdo con la calidad de agua que deba tener el cuerpo receptor (2).

Art. 8.- Los Ministerios de Salud y del Ambiente, en sus respectivas áreas de competencia, fijarán el grado de tratamiento que deban tener los residuos líquidos a descargar en el cuerpo receptor, cualquiera sea su origen (p.2).

Art. 9.- Los Ministerios de Salud y del Ambiente, en sus respectivas áreas de competencia, también, están facultados para supervisar la construcción de las

plantas de tratamiento de aguas residuales, así como de su operación y mantenimiento, con el propósito de lograr los objetivos de esta Ley (p.2) (Ministerio del medio ambiente , 2004).

2.3.4 Texto Unificado De Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente.

Acuerdo ministerial 097. Anexo 1. Libro VI. Capítulo 4: Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua.
4.2 Criterios generales para la descarga de efluentes.
4.2.1.1 El regulado deberá mantener un registro de los efluentes generados, indicando el caudal del efluente, frecuencia de descarga, tratamiento aplicado a los efluentes, análisis de laboratorio y la disposición de los mismos, identificando el cuerpo receptor (p.320).

4.2.1.3 Se prohíbe la utilización de cualquier tipo de agua, con el propósito de diluir los efluentes líquidos no tratados (p.321).

4.2.1.6 Las aguas residuales que no cumplan previamente a su descarga, con los parámetros establecidos de descarga en esta Norma, deberán ser tratadas mediante tratamiento convencional, sea cual fuere su origen: público o privado. Por lo tanto, los sistemas de tratamiento deben ser modulares para evitar la falta absoluta de tratamiento de las aguas residuales en caso de paralización de una de las unidades, por falla o mantenimiento (p.321).

4.2.1.8 Los laboratorios que realicen los análisis de determinación del grado de contaminación de los efluentes o cuerpos receptores deberán haber implantado buenas prácticas de laboratorio, seguir métodos normalizados de análisis y estar certificados por alguna norma internacional de laboratorios, hasta tanto el organismo de acreditación ecuatoriano establezca el sistema de acreditación nacional que los laboratorios deberán cumplir (p.322).

4.2.1.14 El regulado deberá disponer de sitios adecuados para caracterización y aforo de sus efluentes y proporcionarán todas las facilidades para que el personal técnico encargado del control pueda efectuar su trabajo de la mejor manera posible. A la salida de las descargas de los efluentes no tratados y de los tratados, deberán existir sistemas apropiados, ubicados para medición de caudales. Para la medición del caudal en canales o tuberías se usarán vertederos rectangulares o triangulares, medidor Parshall u otros aprobados por la Entidad Ambiental de Control (p.322).

4.2.1.16 De acuerdo con su caracterización toda descarga puntual al sistema de alcantarillado y toda descarga puntual o no puntual a un cuerpo receptor, deberá cumplir con las disposiciones de esta Norma. La Entidad Ambiental de Control dictará la guía técnica de los parámetros mínimos de descarga a analizarse o monitorearse, que deberá cumplir todo regulado (p.323).

4.2.1.20 Cuando los regulados, aun cumpliendo con las normas de descarga, produzcan concentraciones en el cuerpo receptor o al sistema de alcantarillado, que excedan los criterios de calidad para el uso o los usos asignados al agua, la Entidad Ambiental de Control podrá exigirles valores más restrictivos en la descarga, previo a los estudios técnicos realizados por la Entidad Ambiental de Control, justificando esta decisión (p.323-324).

4.2.3 Normas de descarga de efluentes a un cuerpo de agua o receptor: Agua dulce y agua marina.
4.2.3.4 Las normas locales para descargas serán fijadas considerando los criterios de calidad establecidos para el uso o los usos asignados a las aguas. Las normas guardarán siempre concordancia con la norma técnica nacional vigente, pudiendo ser únicamente igual o más restrictiva y deberán contar con los estudios técnicos y económicos que lo justifiquen (p.329).

4.2.3.11 Los municipios serán las autoridades encargadas de realizar los monitoreos a la calidad de los cuerpos de agua ubicados en su jurisdicción, llevando los registros correspondientes, que permitan establecer una línea base y de fondo que permita ajustar los límites establecidos en esta Norma en la medida requerida (p.336) (Ministerio de Ambiente, 2015).

5.1 Normas generales de criterios de calidad para los usos de las aguas superficiales, marítimas y de estuarios.
La norma tendrá en cuenta los siguientes usos del agua:
a. Consumo humano y uso doméstico.
b. Preservación de la vida acuática y silvestre.
c. Uso Agrícola o de riego.
d. Uso Pecuario.
e. Uso Recreativo.
f. Uso Estético.
En los casos en los que se concedan derechos de aprovechamiento de aguas con fines múltiples, los criterios de calidad para el uso de aguas corresponderán a los valores más restrictivos para cada referencia (p.7).

5.1.2 Criterios de calidad de aguas para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, y en aguas marinas y de estuarios.
5.1.2.1 Se entiende por uso del agua para preservación de la vida acuática y silvestre, su empleo en actividades destinadas a mantener la vida natural de los ecosistemas asociados, sin causar alteraciones en ellos, o para actividades que permitan la reproducción, supervivencia, crecimiento, extracción y aprovechamiento de especies bioacuáticas en cualquiera de sus formas, tal como en los casos de pesca y acuacultura (p.7).

5.2.5 Normas generales para descarga de efluentes a cuerpos de agua marina
5.2.5.1 Se prohíbe la descarga de aguas residuales domesticas e industriales a cuerpos de agua salobre y marina, sujetos a la influencia de flujo y reflujo de mareas. Todas las descargas a cuerpos de agua estuarinos, sin excepción, deberán ser

interceptadas para tratamiento y descarga de conformidad con las disposiciones de esta norma. Las Municipalidades deberán incluir en sus planes maestros o similares, las consideraciones para el control de la contaminación de este tipo de cuerpos receptores, por efecto de la escorrentía pluvial urbana (p.13).

5.2.5.2 Las descargas de efluentes a cuerpos de agua marina, se efectuarán teniendo en cuenta la capacidad de asimilación del medio receptor y de acuerdo al uso del recurso que se haya fijado para cada zona en particular (p.13) (Ministerio del Ambiente, 2015).

3. Materiales y métodos

3.1 Enfoque de la investigación

3.1.1 Tipo de investigación

El proyecto de investigación fue de campo y práctico (laboratorio), en donde el levantamiento de la información se realizó en las instalaciones de la empresa MARSUR, específicamente en las piscinas de crecimiento del camarón mediante la toma de muestras de agua de descarga para posteriormente analizarlos e interpretarlos.

El nivel de conocimiento exploratorio dentro de este proyecto de investigación se vio reflejado en una matriz de identificación de impactos ambientales para evaluar la afectación que tiene las actividades realizadas en la camaronera sobres los factores ambientales; Especialmente el factor del agua y su calidad.

3.1.2 Diseño de la investigación

El diseño de la investigación es no experimental, ya que los fenómenos observados ocurrieron de manera natural y espontánea durante el proceso de recambio de agua en las piscinas de crianza de camarón, donde no se realizó alteración a las variables en estudio.

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

3.2.1.1 Variable dependiente

Características fisicoquímicas y biológicas del agua de descarga:

1. T°
2. pH

3. conductividad (ms/cm)

4. SDT (mg/l)

5. Coliformes totales (Nmp/100ml)

6. DBO, (confirmatorias) (mg/l)

7. DQO (mg/l)

3.2.1.2 Variable independiente

Coordenadas de los puntos de muestreo donde se efectuará la recolección del efluente.

3.2.2 Tratamientos

La caracterización de aguas de descarga del proceso de crianza de camarón se efectuó mediante la toma de tres muestras ubicadas en los desfogues de cada piscina, los cuales se tabularon y promediaron para comprobar si superan el límite máximo permisible de descarga para un cuerpo receptor de agua marina (ver anexo tabla 10).

3.2.3 Diseño no experimental

Para esta investigación se utilizó un diseño no experimental transeccional que se fundamenta en la recolección de datos en un tiempo único, en función de esto las muestras fueron tomadas en el proceso de recambio de agua en las piscinas de crecimiento del camarón.

3.2.4 Recolección de datos

La información y los datos para esta investigación se obtuvieron de fuentes primarias a partir de la observación directa realizando un muestreo de aguas residuales para descarga directamente en las 6 piscinas de la camaronera MARSUR en los puntos de muestreo seleccionados y de fuentes secundarias a partir de

documentos libros, revistas científicas para ampliar el conocimiento en cuanto al proceso de producción de la industria camaronera.

3.2.4.1 Recursos

Equipos: Un computador con sus respectivos softwares informáticos a su vez se utilizaron equipos de muestreo de aguas residuales (potenciómetro, termómetro y GPS) in situ y el equipamiento de laboratorio de análisis de aguas residuales (mufla, refrigerador, centrifuga y microscopio)

Materiales: Para fase de campo se utilizaron frascos ámbar de toma de muestra, hielera, etiquetas, útiles de oficina y registros de muestreo en laboratorio material de vidrio y reactivos químicos

Recursos bibliográficos: Se utilizó documentos con validez técnica y científica como: papers, tesis, libros, páginas web, normativa ambiental vigente, leyes e información de la biblioteca virtual de la Universidad Agraria del Ecuador.

Recursos humanos: Encargado de mantenimiento y producción de la empresa MARSUR, autora del trabajo y docente tutor.

3.2.4.2 Métodos y técnicas.

El trabajo de investigación de campo, el cual se aplicó extrayendo datos e informaciones directamente de la realidad a través del uso de técnicas de recolección con el fin de dar respuesta a alguna situación o problema planteado previamente (Editorial Definición MX, 2016).

Para el cumplimiento del primer objetivo se realizó una matriz de Leopold que es uno de los métodos más utilizados para la evaluación de impactos ambientales.

Para la utilización de la Matriz de Leopold, el primer paso fue identificar las interacciones existentes, para lo cual, se tomó en cuenta todas las actividades que se

desarrollan en la empresa, estos fueron colocados como títulos en forma de columnas (limpieza vegetación, limpieza del terreno, extracción de tierras, fertilización y pesca). Posteriormente y para cada acción, se consideraron todos los factores ambientales que puedan ser afectados significativamente (aire, agua, suelo, flora y fauna) ubicándolos en filas, trazando una diagonal en las cuadriculas donde se interceptan con la acción. La ponderación dependió del criterio profesional de la persona que realiza la valoración que irá en una escala del 1 al 10 donde la magnitud representó la valoración del impacto en forma ascendente y fue precedido por un signo positivo o negativo según criterio. La valoración de la importancia o relevancia del impacto fue reflejada en la parte inferior derecha de la diagonal en la cuadrícula de interacción donde tuvo una escala del 1 al 10 en orden creciente de importancia.

Una vez llenas las cuadrículas el siguiente paso consistió en evaluar o interpretar los números colocados (Metodologías de evaluación de impacto ambiental, s.f)

El segundo objetivo consistió en la caracterización de las aguas residuales en el proceso de recambio en la Camaronera MARSUR que fue realizado post cosecha del camarón que se efectúa de forma trimestral, el número total de muestras fueron 18 en donde la cantidad de puntos de muestreo por piscina son 3, ubicados según el tamaño de estas (ver anexo tabla 3), conociendo que se tiene un área total de 26,5 ha y 6 piscinas, las muestras fueron tomadas en las compuertas de descarga y se recolectó un volumen de 1 litro por cada punto de muestreo utilizando la norma INEN 2179 Agua, Calidad del agua, Muestreo y Técnicas de muestreo.

Al momento de muestreo se siguieron los siguientes pasos: Identificar la muestra con su respectivo nombre y el sitio de muestreo, las características que presenta y sus condiciones. Las muestras fueron tomadas en frascos ámbar se enjuagaron 2 a 3

veces con la fuente de agua que se iba a muestrear, desechando el agua de enjuague. Luego se recogió la muestra sin dejar cámara de aire a una profundidad de 20 centímetros y se cerró el envase y se almacenó la muestra en una hielera. Una vez que las muestras fueron recolectadas se trasladaron y transportaron siguiendo lo estipulado en la norma INEN 2169 Agua, Calidad del agua, Muestreo, Manejo y conservación al Laboratorio de la Universidad Agraria del Ecuador en la ciudad de Guayaquil para realizar los análisis de agua detallados a continuación.

Determinación de T° (°C): Es un parámetro que será medido in situ y con un termómetro se realizará la lectura y se reportará el valor obtenido.

Determinación de pH (SM4500-H); Se utilizará un potenciómetro certificado, en la muestra a analizar y se introducirá el electrodo y se realizará la lectura digitalmente y se reportará el valor obtenido, previo a cada lectura el electrodo será lavado con agua destilada.

Determinación de conductividad (ms/cm); Para la determinación de la conductividad se tomó una alícuota de la muestra de agua en un envase se introdujo la celda del conductímetro procurando que quede bien cubierto, de esta forma se obtuvo la lectura de los valores.

Determinación de Sólidos Disueltos Totales (Método Gravimétrico) Se prepara el papel filtro a utilizar, enjuagándolo con agua destilada y secándolo en la estufa a 103-105 °C por 1 hora; una vez preparado el papel filtro se procederá a la determinación de SST. Se pesará el papel antes de utilizarlo, se colocará en el embudo de filtración y se tomará un volumen de 250 ml de muestra de agua homogenizada y se verterá por el embudo de filtración. Se removerá el filtro y se colocará en un soporte de porcelana y se lo llevará a la estufa por una hora a temperatura de 103-105 ºC, se enfriará y se

pesará. Luego se colocará en la mufla a 550ºC durante una hora, se enfriará y se pesará.

Determinación de Coliformes Fecales (FILTRACIÓN A TRAVÉS DE MEMBRANA SMWW9222D): Se realizarán diluciones de 10-1, 10-2, y 10-3, se preparará el equipo a utilizar. Se filtrará 100 ml de la muestra de agua, y se pondrá en marcha el sistema de vacío, una vez filtrada toda la muestra se retirará con pinzas estériles la membrana filtrante. Se colocará sobre una placa con la almohadilla absorbente y el caldo m-FC, se colocará la tapa de la placa Petri, y se incubará por 24 horas a 44,5±0.5°C. Los coliformes fecales crecen en este medio formando colonias de azul, azul verdosas. Los resultados se expresan en UFC/100ml (Jara, 2015).

Determinación de DBO (RESPIROMETRICO(OXITOP)- SM, EDISION 17): Se ubicará el volumen de muestra dentro de la botella, colocando la barra de agitador dentro de la botella y se colocará de 2 a 5 perlas de Na (OH) en un beaker de caucho; colocando con cuidado en la boca de la botella. Se taparán las botellas con el sensor y se colocará sobre el sistema de agitación. A continuación, se presionará las teclas M y S del sensor OXITOP para activar el registro, luego de ser activado se grabará cada 24 horas el 5 día para consultar DBO, se presionará la tecla M y la pantalla se iluminará mostrando el resultado.

Determinación de DQO (EPA 410.4, SM 5220D e ISO 6060): Para rango de 26 a 1500mg/l, se realizará dilución 1 en 4, se añadirá 0.3 de Solución A y 2.3 Solución B, cerrando firmemente con tapa rosca y mezclar. Se calentará la cubeta en el termo-reactor durante 2 horas a 148 °C, se retirará la cubeta y dejar enfriar durante 10 minutos y se agitará, se dejará enfriar a temperatura ambiente. Se colocará la cubeta en el compartimiento para cubetas y se realizará la lectura.

Con respecto al tercer objetivo se realizó una tabulación y posteriormente un cuadro comparativo de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del efluente en el proceso de recambio en la camaronera ya analizados anteriormente en el laboratorio de la Universidad Agraria del Ecuador junto con los parámetros establecidos en el TULSMA libro VI Anexo1 Tabla 13. Límites de descarga a un cuerpo de agua marina, tomando los siguientes parámetros T°, pH, conductividad, SDT, coliformes fecales, DBO, DQO y posteriormente se verificó su cumplimiento con la norma ambiental vigente.

Para el cuarto objetivo se tomó como referencia documentos, bases jurídicas y otras fuentes de información que nos facilitó la interpretación y el desarrollo adecuado para la creación del manual de buenas prácticas ambientales.

3.2.5 Análisis estadístico

El análisis estadístico fue descriptivo ya que cada parámetro de calidad de agua fue medido en el proceso de recambio, obteniendo 18 muestras de agua de las 6 piscinas en estudio y procesado mediante la utilización de tablas, diagrama de barras y gráficos combinados para localizar valores máximos y mínimos, adicionalmente se realizó un cálculo de media y medianas de cada parámetro para establecer mediante una representación lineal el límite máximo permisible estipulados en el TULSMA LIBRO VI ANEXO 1 Tabla 13. Límites de descarga a un cuerpo de agua marina para verificar el cumplimiento con este, finalmente se evaluó los impactos positivos y negativos de la actividad camaronera sobre los factores ambientales de estudio (físico, biótico, socioeconómico y perceptual), y en función de ello se creó un manual de buenas prácticas ambientales que reduzcan y mejoren el desempeño ambiental de la empresa.

4. Resultados

4.1 Identificación de los impactos ambientales que produce la descarga de las aguas residuales de Recambio en la camaronera “MARSUR” mediante una Matriz de Leopold.

Tabla 2. Matriz de Leopold

MATRIZ DE IDENTIFICACION POSIBLES IMPACTOS AMBIENTALES				PROCESO DE RECAMBIO																				
FACTORES MEDIO AMBIENTALES	ACCIONES AMBIENTALES / FACTORES AMBIENTALES			Bombeo de agua		Limpieza de cubierta vegetal		Desinfección de las piscinas		Consumo (agua, electricidad)		Evacuación de agua de piscinas		Cosecha o pesca		Transporte de la pesca		Limpieza de canales y piscinas		Limpieza de filtro de compuertas de entradas y salidas de agua		Fertilización de la piscina		Comprobación
Medio físico	Aire	Olores		0	0	0	0	-2	3	0	0	-1	2	-2	4	-2	2	-3	2	0	0	-1	2	-11 / 15
		Nivel de ruido		-2	4	-4	5	0	0	0	0	-1	2	-2	3	-1	1	-2	3	-1	1	0	0	-13 / 19
	Suelo	Erosión		0	0	-7	9	0	0	0	0	-4	3	0	0	0	0	-1	1	0	0	0	0	-12 / 13
		Cambio de características fisicoquímicas		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	3	0	0	0	0	-2 / 3
	Agua	Agua superficial		4	5	0	0	-8	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10	10	-14 / 24
		Agua subterránea		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-3	2	0	0	0	0	-3 / 2
Medio biótico	Flora	Cubierta Vegetal		0	0	-9	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	1	-1	1	0	0	-11 / 12
		Diversidad		0	0	-4	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-4 / 5
	Fauna	Productividad		3	2	-3	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 / 8
		Insectos		2	1	0	0	-6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	3	-6 / 8
		Aves		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-4	3	-4 / 3
		Cadena Trófica		0	0	0	0	0	0	0	0	-2	2	0	0	0	0	-2	4	0	0	0	0	-4 / 6
		Diversidad		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 / 0
Medio socioeconómico	Calidad de vida	Infraestructura y servicios		0	0	0	0	0	0	6	7	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	9 / 9
		Seguridad Ocupacional		0	0	0	0	-2	2	0	0	0	0	-1	1	-1	1	-1	1	-2	2	-4	5	-11 / 12
	Economía	Ingresos económicos		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	8	-3	5	0	0	0	0	4	3	11 / 16
		Empleo		6	8	6	8	6	8	3	2	4	4	5	6	3	4	3	3	5	4	5	4	46 / 51
Medio Perceptual	Paisaje	Paisaje Intrínseco		0	0	-7	6	0	0	0	0	-3	2	0	0	0	0	-4	5	0	0	0	0	-14 / 13
Comprobación				13	20	-28	49	-12	26	9	9	-7	15	10	22	-4	13	-13	27	1	8	-12	30	-43 / 219

García,2021

La identificación de impactos ambientales se realizó mediante una matriz de doble entrada comparando la interacción que se produce entre los factores y las acciones ambientales obteniendo los impactos positivos y negativos calificados con respecto a su magnitud e importancia durante el proceso de recambio.

Tabla 3. Afectación de impactos

Factores	N°
N° de factores Impactados	56
N° de factores Impactados positivo	17
N° de factores Impactados negativo	39
% de interacción de cada acción	100%
% de interacción de cada acción (+)	30,36%
% de interacción de cada acción (-)	69,64%

García, 2021

Observando la tabla 3 se evaluó el total de factores afectados de manera positiva y negativa arrojando un resultado del 30,36 % y 69,64 % respectivamente de un total de 56 factores ambientales.

Tabla 4. Niveles de significancia de los impactos

Rango	Característica	Grado de significancia
81 – 100	E+	Muy significativo
61 – 80	D+	Significativo
41 – 60	C+	Medianamente significativo
21 – 40	B+	Poco significativo
0 – 20	A+	No significativo
(-) 1 – 20	A-	(-) No significativo
(-) 21 – 40	B-	(-) Poco significativo
(-) 41 – 60	C-	(-) Medianamente significativo
(-) 61 – 80	D-	(-) Significativo
(-) 81 – 100	E-	(-) Muy significativo

García, 2021

Según la tabla 4 propuesta se evaluó el grado de significancia de los factores y actividades ambientales en un rango que va de menos 100 a 100 positivo diferenciados por su color respectivo.

Tabla 5. Nivel de significancia para factores ambientales

Medio	Factores Ambientales		Significancia	Grado
Medio físico	Aire	Olores	(-) Poco significativo	B-
		Nivel de ruido	(-) Poco significativo	B-
		Erosión	(-) Poco significativo	B-
	Suelo	Cambio de características fisicoquímicas	(-) No significativo	A-
	Agua	Agua superficial	(-) Poco significativo	B-
		Agua subterránea	(-) No significativo	
Medio biótico	Flora	Cubierta Vegetal	(-) Poco significativo	B-
		Diversidad	No significativo	A+
	Fauna	Productividad	(-) No significativo	A-
		Insectos	(-) Poco significativo	B-
		Aves	(-) Poco significativo	B-
		Cadena Trófica	(-) Poco significativo	B-
		Diversidad	(-) No significativo	A-
Medio socioeconómico	Calidad de vida	Infraestructura y servicios	No significativo	A+
		Seguridad Ocupacional	(-) Poco significativo	B-
	Economía	Ingresos económicos	No significativo	A+
		Empleo	Poco significativo	B+
Medio Perceptual	Paisaje	Paisaje Intrínseco	(-) Poco significativo	B-

García, 2021

A través de la tabla 5 se obtuvo como resultado para los factores ambientales dentro del medio físico olores, nivel de ruido y erosión un impacto negativo poco significativo con respecto al aire. Para el factor suelo y el cambio en sus características fisicoquímicas se obtuvo un impacto negativo no significativo. El agua superficial y subterránea tienen un impacto negativo para el primer caso es poco significativo y en el siguiente no significativo.

Dentro del medio biótico con respecto a la flora, la cubierta vegetal adquiere un impacto negativo poco significativo mientras que la diversidad tiene un impacto

positivo, pero no significativo. La fauna se ve afectada con un impacto negativo en la cuál para la productividad y diversidad es no significativa mientras que para insectos, aves y cadena trófica es poco significativa.

Para la calidad de vida con respecto a infraestructura y servicios se genera un impacto positivo no significativo; la seguridad ocupacional adquiere un impacto negativo poco significativo. Con respecto a la economía para ingresos económicos y empleo se obtiene un impacto positivo en el primer caso no significativo y para el segundo es poco significativo.

El factor paisaje tiene un impacto ambiental negativo poco significativo.

Tabla 6. Nivel de significancia para actividades

Actividad	Significancia	Grado
Bombeo de agua	No significativo	A+
Limpieza de cubierta vegetal	(-) Poco significativo	B-
Desinfección de las piscinas	(-) No significativo	A-
Consumo (agua, electricidad)	No significativo	A+
Evacuación de agua de piscinas	(-) No significativo	A-
Cosecha o pesca	No significativo	A+
Transporte de la pesca	(-) No significativo	A-
Limpieza de canales y piscinas	(-) No significativo	A-
Limpieza de filtro de compuertas de entradas y salidas de agua	No significativo	A+
Fertilización de la piscina	(-) No significativo	A-

García, 2021

Según lo reflejado en la tabla 6 las actividades de bombeo de agua, consumo, cosecha o pesca y limpieza de filtros de compuertas de entrada y salida de agua generan un impacto positivo no significativo. Actividades como desinfección de piscinas, evacuación de agua de piscinas, transporte de la pesca, limpieza de canales

y piscinas y fertilización de estas generan un impacto negativo no significativo. Y por último la limpieza de cubierta vegetal adquiere un impacto negativo poco significativo .

4.2 Caracterización de las Aguas residuales de recambio en la Camaronera "MARSUR" mediante análisis de laboratorio de parámetros físicos químicos y biológicos.

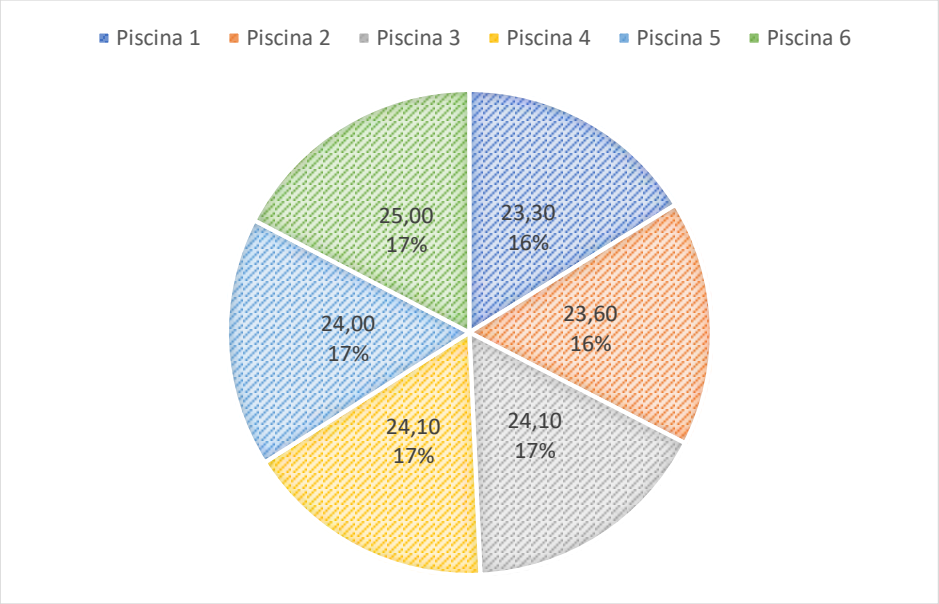

Figura 1. Mediana de la temperatura por piscina camaronera García,2021

La temperatura fue un parámetro medido, observando los valores obtenidos no existen variaciones significativas, la temperatura promedio no baja a menos de los 23°C. La mediana de la temperatura máxima varía de 25°C en la piscina seis hasta la mínima de 23,3°C en la piscina uno.

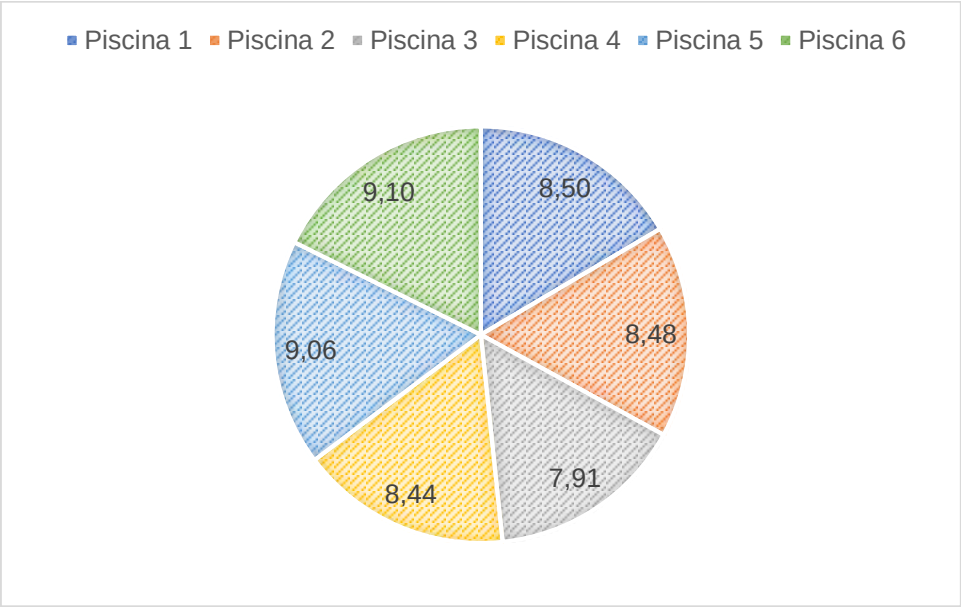

Figura 2. Mediana del pH por piscina camaronera
García,2021

El potencial de hidrógeno fue medido para conocer el nivel de acidez y basicidad del agua residual en el proceso de recambio, se observó que el pH en el agua fluctúa esto se debe básicamente al dióxido de carbono producido por los camarones cuando respiran. El pH óptimo de las aguas residuales debe estar entre 6 y 8, es decir, entre neutra y ligeramente alcalina. Como resultado de los análisis realizados se encontró que todas las piscinas mantienen un pH básico en su agua residual que superan los límites máximos permisibles exceptuando la piscina seis. Un aumento de la concentración de dióxido de carbono en el océano generado por los procesos de recambio del agua en las piscinas camaroneras ha dado como resultado una disminución del pH promedio de los océanos, esto ha causado que algunas áreas en el océano estén por debajo de la saturación con carbonato de calcio.

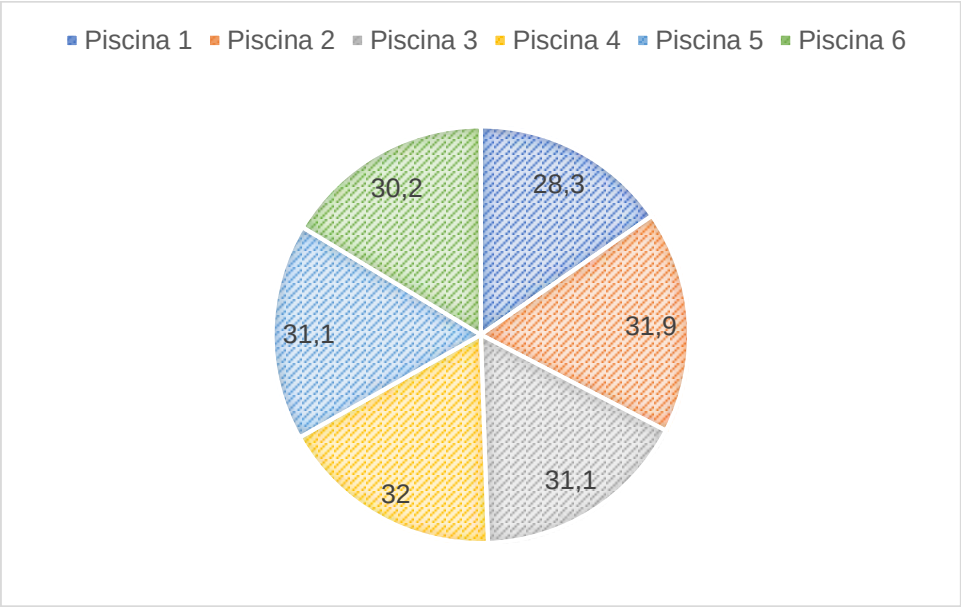

Figura 3. Mediana de la conductividad por piscina camaronera García,2021

Se observó que la piscina cuatro presenta la mayor concentración de iones es decir la mayor conductividad con respecto a las otras piscinas en donde la mínima arrojó un valor de 28.3 ms/cm. Es importante realizar este análisis ya que nos ayudó a evaluar

las variaciones de la concentración de minerales disueltos entre las diferentes piscinas

.

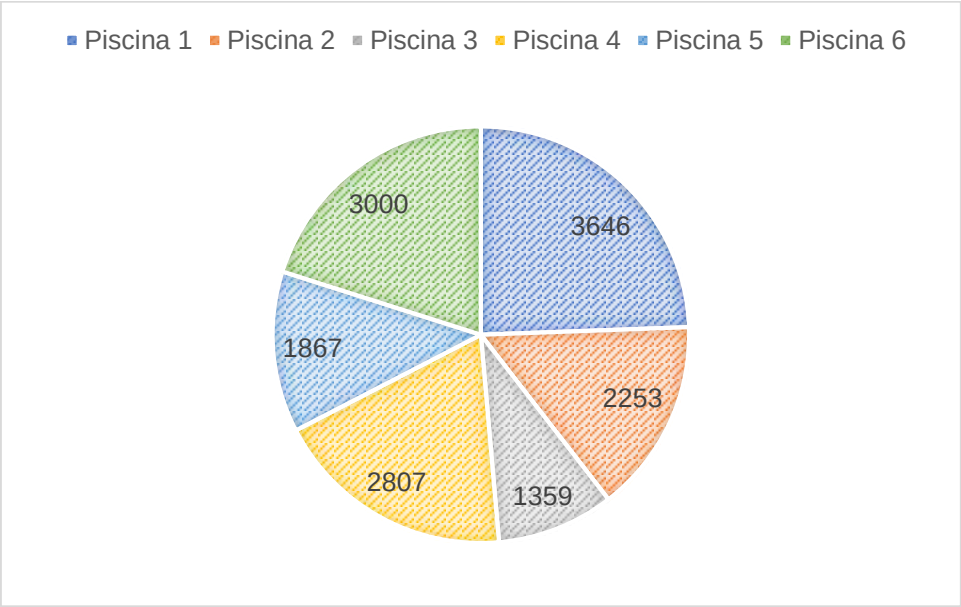

Figura 4. Mediana de SDT por piscina camaronera
García,2021

Realizar el análisis de los sólidos disueltos totales generados en el proceso de recambio fue imprescindible ya que nos permitió definir la cantidad de sales inorgánicas y pequeñas cantidades de materia orgánica que están disueltas en el agua residual dando como resultado un valor máximo de 3646 ppm en la piscina uno y el menor valor obtenido en la piscina tres con un valor de 1359 ppm en donde ambos valores al sobrepasar los límites máximos permisibles afectan negativamente a la calidad de agua de descarga por ende existe una contaminación al cuerpo de agua receptor.

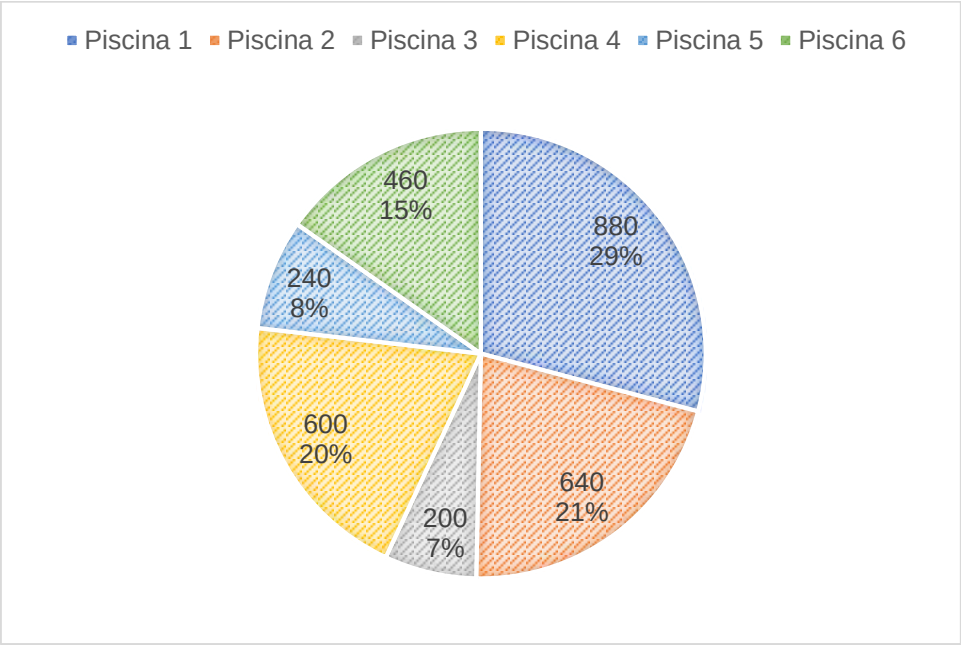

Figura 5. Mediana de coliformes totales por piscina camaronera García,2021

Una alta presencia de Coliformes totales en el agua residual generadas en el proceso de recambio es un indicio de que el agua puede estar contaminada con aguas negras u otro tipo de desechos en descomposición. Generalmente, las bacterias Coliformes se encuentran en mayor abundancia en la capa superficial del agua o en los sedimentos del fondo. De acuerdo con lo observado los valores registrados de las muestras tomadas en las seis piscinas sobrepasan el valor límite establecido para descargas a un cuerpo de agua marina, obteniendo el mayor valor en la piscina uno con 880 Nmp/100 ml y el menor valor es de 200 Nmp/100 ml en la piscina tres, lo cual indicaría que no hay un buen manejo de desinfección y de limpieza de las piscinas o hay filtraciones difusas de aguas superficiales contaminadas.

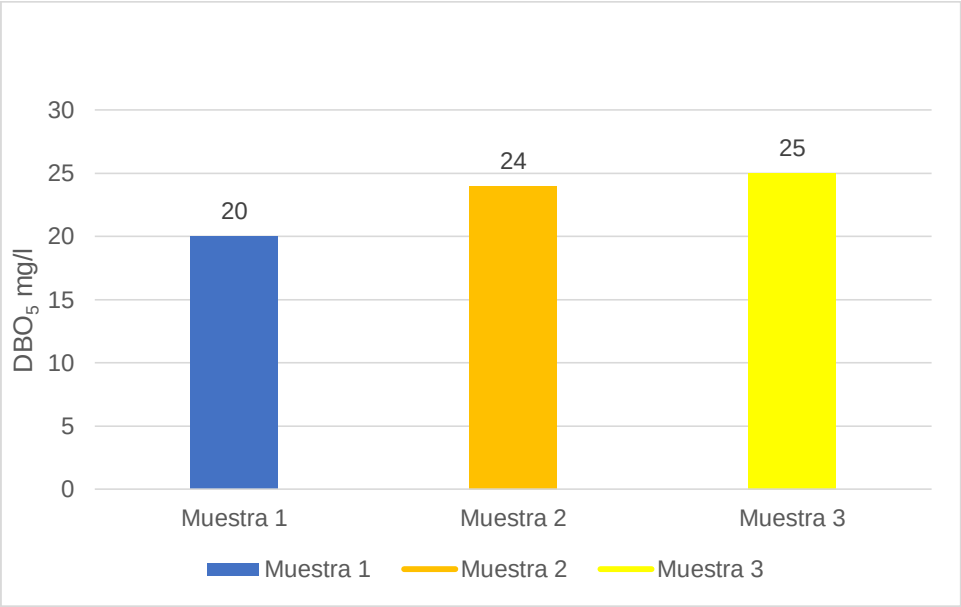

Figura 6. DBO_5 en la piscina dos
García,2021

La DBO es una medida cuantitativa de la contaminación de agua por materia orgánica este parámetro fue analizado solamente en la piscina dos en tres puntos de monitoreo, ya que mediante observación directa fue la más contaminada, se calculó la mediana de la DBO arrojando un resultado de 24 mg/l, como se puede observar el resultado obtenido se encuentra por debajo del límite máximo permisible, lo que nos indica que el agua residual tiene poca capacidad de disolver oxígeno.

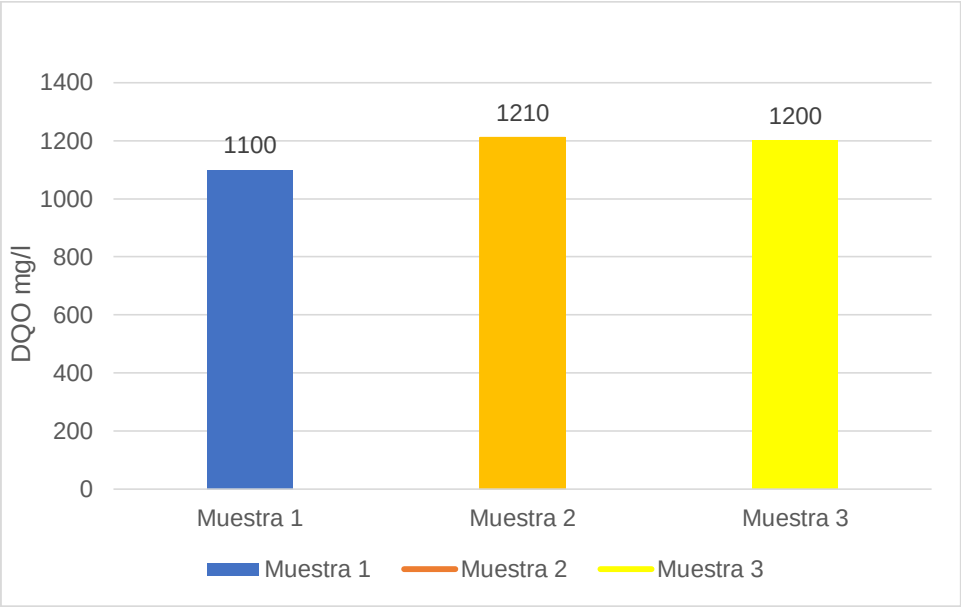

Figura 7. DQO en la piscina dos
García,2021

Los resultados obtenidos de la piscina dos calculando la mediana de la DQO de los puntos de monitoreo correspondientes es de 1200 mg/l reflejando un valor por encima de los límites máximos permisibles lo que indica que hay alta contaminación en el agua residual que será devuelta al cuerpo de agua marina.

4.3 Comparación de los resultados obtenidos de los análisis de laboratorio con el cumplimiento de la normativa ambiental vigente para descargas a un cuerpo receptor de agua TULSMA libro VI Anexo1 Tabla 13.

Para este objetivo las muestras tomadas en cada piscina fueron evaluadas en el laboratorio de la Universidad Agraria del Ecuador a estos valores se efectuó el cálculo de las medias, con estos datos se comparó el cumplimiento de los límites máximos permisibles que se encuentran en el TULSMA libro VI Anexo1 Tabla 13 (Límites de descarga a un cuerpo de agua marina) (ver observación en anexo 1).

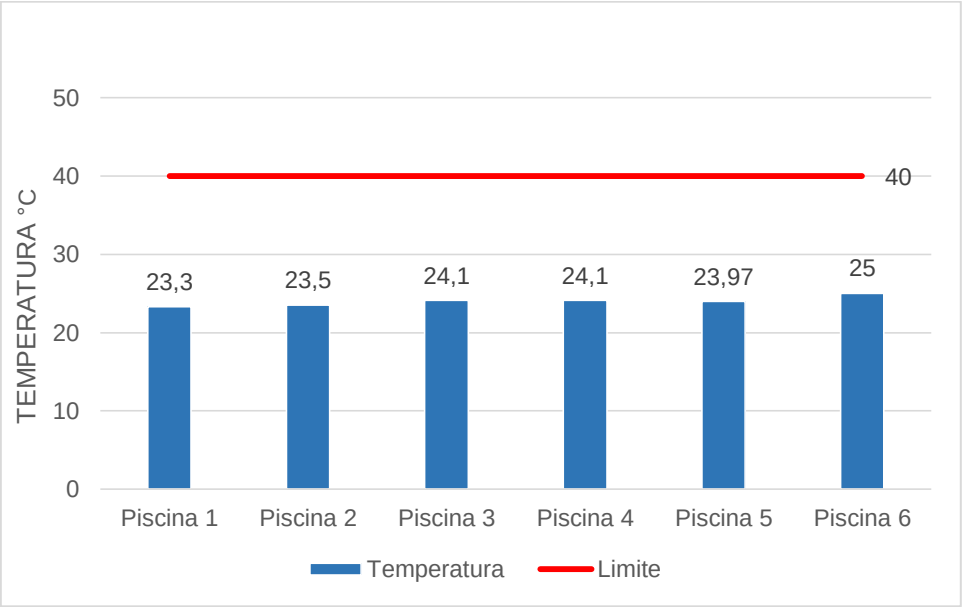

Figura 8. Límites máximos permisibles para la temperatura
García,2021

Según la norma TULSMA libro VI Anexo1 Tabla 13 la temperatura del agua para descarga a un cuerpo de agua marina debe ser menor a 40 °C, se observó que la temperatura de todas las piscinas se encuentra debajo de los límites máximos permisibles cumpliendo con la normativa ambiental vigente con un intervalo de variación de 23.3°C a 25°C.

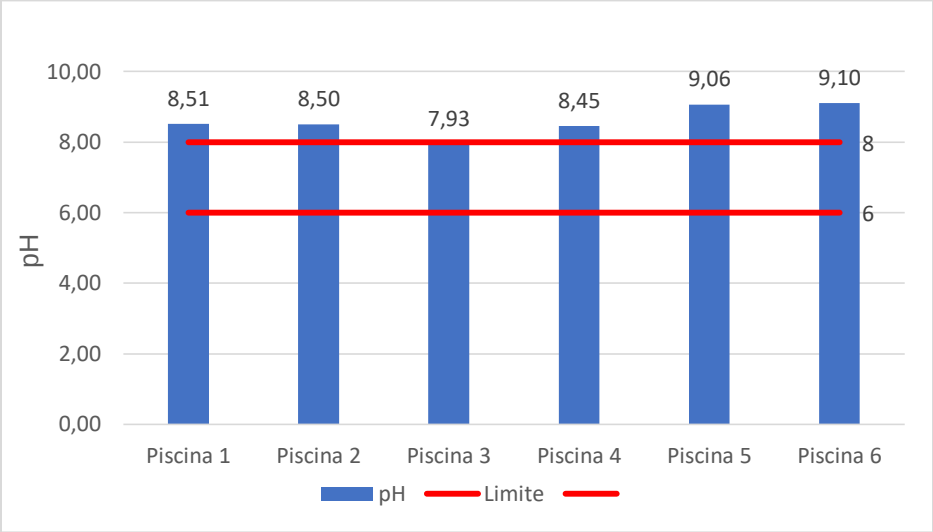

Figura 9. Límites máximos permisibles para el pH
García,2021

Para el análisis del pH los límites máximos permisibles en la norma están en un rango de 6 a 8, la figura muestra que la piscina uno tiene 8.51, piscina dos con 8.50, piscina cuatro con 8.45, piscina cinco con 9.06, piscina seis con 9.10 no cumplieron con la normativa ambiental vigente para la descarga al cuerpo de agua marina, mientras que la piscina tres con 7.93 si lo hizo.

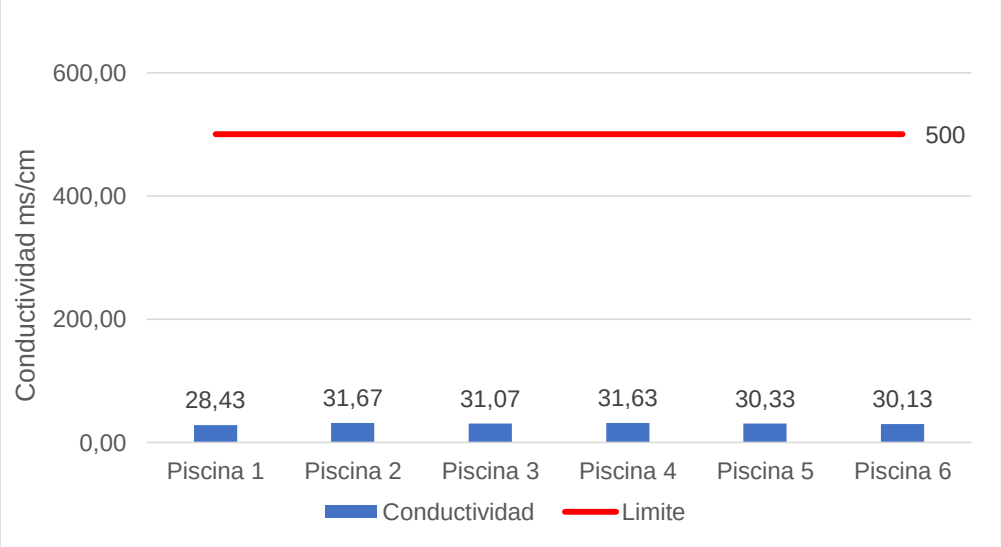

Figura 10. Límites máximos permisibles para la conductividad
García,2021

Se observó variabilidad de la Conductividad en cada piscina, encontrándose en un intervalo de 28.43 ms/cm y 31.67 ms/cm estos valores registrados se ubican muy por debajo de los límites máximos permisibles en la norma ambiental vigente para descarga con un valor máximo de 500 ms/cm.

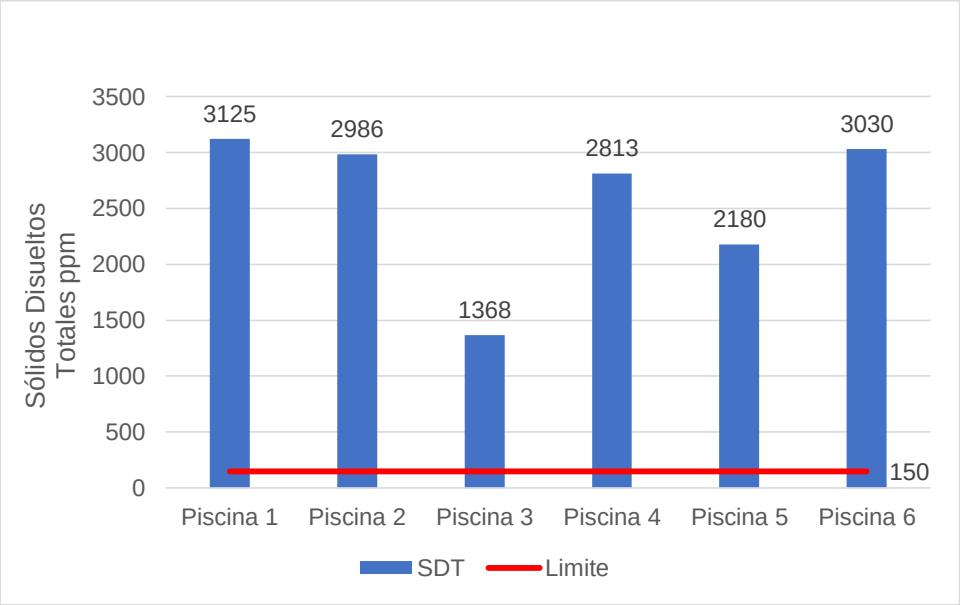

Figura 11. Límites máximos permisibles para los SDT
García,2021

Para la concentración de sólidos disueltos totales todos los valores registrados sobrepasan el límite máximo permisible de descarga al cuerpo de agua marina que es de 150 ppm teniendo un intervalo de 1368 ppm a 3168 ppm incumpliendo la normativa ambiental vigente.

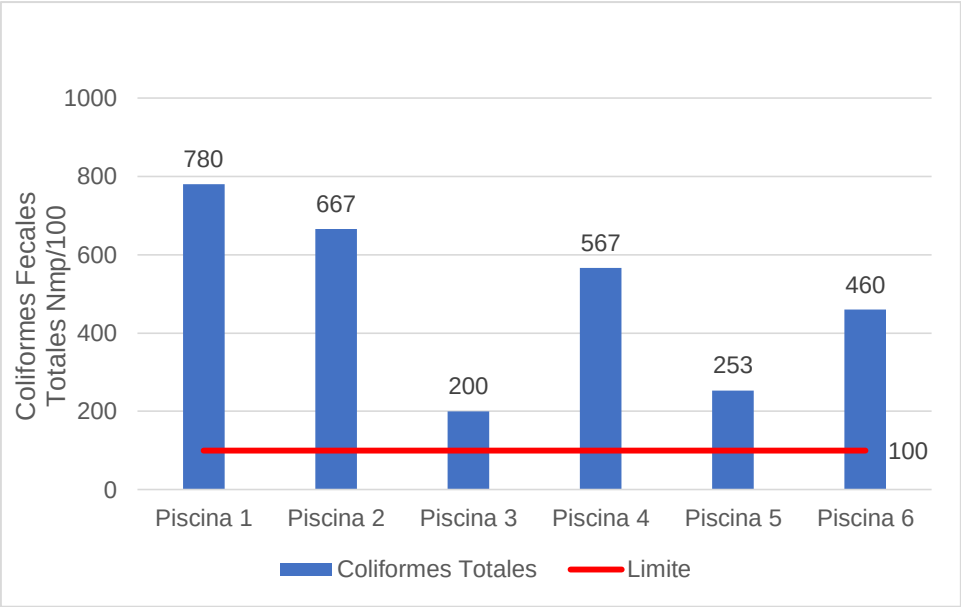

Figura 12. Límites máximos permisibles para las coliformes fecales totales García,2021

Se puede apreciar que los valores registrados de coliformes fecales totales se encuentran en un intervalo de 200 Nmp/100ml y 780 Nmp/100ml incumpliendo con los límites máximos permisibles de la norma ambiental vigente que estipula una concentración máxima de descarga de 100 Nmp/100ml.

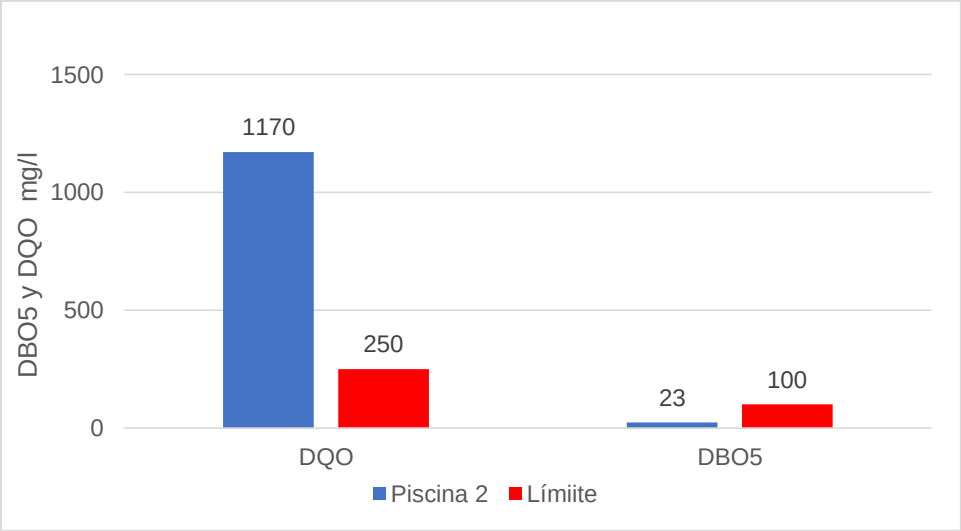

Figura 13. Límites máximos permisibles para las coliformes fecales totales García,2021

Como medio de comprobación del grado de contaminación del agua residual se realizó el análisis de la DBO5 y DQO, en la piscina dos se obtuvo los siguientes resultados 23 mg/l y 1170 mg/l respectivamente teniendo un cumplimiento para DBO5 y un incumplimiento para DQO en cuanto a la concentración máxima propuestas en la legislación ambiental que son para DBO_5 100 mg/l y de DQO 250 mg/l.

4.4 Propuesta de un manual de buenas prácticas ambientales de minimización de impactos para aguas residuales de recambio de la camaronera "Marsur".

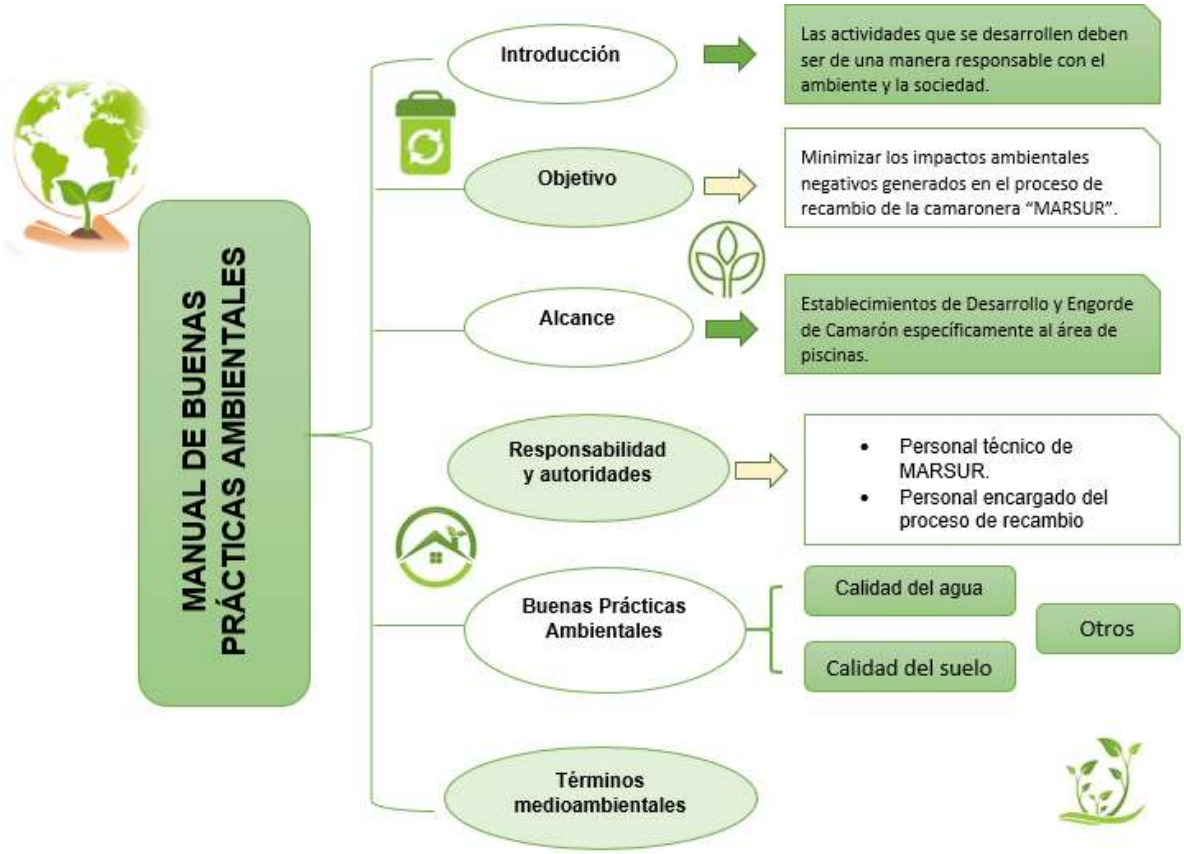

Figura 14. Contenido del manual de buenas prácticas ambientales
García,2021

El manual de buenas prácticas ambientales se lo realizó en base al cuadro sinóptico expuesto, detallando más a fondo cada nivel (ver observación en anexo 3).

5. Discusión

Rivadeneira y Sotomayor (2005) realizaron un estudio de impacto ambiental de las instalaciones de la camaronera La Aguada, obteniendo como resultado mediante la matriz de Leopold que no existen impactos ambientales críticos, donde el 25% de los efectos son irrelevantes, un 62% moderados y que solo existe una actividad que genera impactos severos, correspondiente a la alteración de la cubierta vegetal; en nuestro caso de estudio los factores afectados de manera positiva fueron 30.36% y negativa 69.64% de un total de 56 factores ambientales, por lo que se llega a concluir que el impacto total de la actividad productiva según metodología aplicada es poco significativa y baja afectación al medio ambiente.

Una vez realizados los análisis de calidad de agua de los efluentes de la camaronera “MARSUR” se evidenció que todos los parámetros medidos no se encuentran cumpliendo la normativa ambiental vigente causando un impacto ambiental negativo al cuerpo receptor de agua marina; Aurora et al., (2010) realizaron una investigación similar de los efluentes de la camaronera CULTIZAZA arrojando como resultado que todos los indicadores medidos se encontraban dentro de las regulaciones establecidas en el país, no evidenciándose deterioro en el medio ambiente en la zona de descarga. Se observó un aumento significativo ($p < 0.001$) de las concentraciones de los indicadores químicos en la época de lluvias lo que evidenció el mayor arrastre de materia orgánica en esta estación del año, sin embargo, en igual período disminuyó la concentración de Coliformes fecales y totales.

Muñoz y Vera (2019) determinaron la variabilidad fisicoquímica del agua durante el proceso productivo del camarón patiblanco (*L. vannamei*), en una laguna camaronera,

sitio el pueblito, Chone mediante monitoreo al afluente, efluente y durante el proceso productivo; obteniendo como resultado: En el pH el afluente fue de 7,35 y el efluente de 9,15; la temperatura fue de 28 ºC en el afluente y 25,4 ºC en el efluente; los TDS en afluente fue de 0,34 mg/l y en el efluente de 0,99 mg/l; la DQO en el afluente fue de 0,9 mg/l y en el efluente de 1140 mg/l; en la DBO_5 el afluente fue de 2 mg/l y el efluente de 25 mg/l; los nitritos fueron de 0,045 mg/l a el afluente y 0,08 mg/l en el efluente; los nitratos en el afluente fueron de 0,06 mg/l y en el efluente de 0,09 mg/l; el OD en el afluente fue de 3,5 mg/l y en el efluente de 5 mg/l. Se comparó el efluente con la norma ambiental vigente del Ecuador expuesta en el libro VI, del Anexo 1, tabla 9 del TULSMA, “Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce”, en el cual los parámetros que no cumplieron con la norma fueron la DQO sobrepasando el límite permisible (DQO >250 mg/l) con 850 mg/l y el pH por encima de la norma ambiental vigente (pH 7 - 9) con 9,15. En nuestro estudio realizado los parámetros que no cumplieron con la norma ambiental vigente fueron la DQO con 1170 mg/l sobrepasando el límite permisible que es 100 mg/l, el pH (6-8) con un promedio de las seis pisicinas de 8.6 , los SDT con un valor promedio de 2639.3 ppm y la norma estipula un valor <150 ppm y las coliformes totales por encima de la norma (100 Nmp/100ml) con un valor promedio de 487.8 Nmp/100 ml.

6. Conclusiones

La evaluación de impactos ambientales ex post realizada en la camaronera “MARSUR” durante la fase de operación y mantenimiento reflejo que los principales impactos negativos se presentarán sobre la calidad del aire, el nivel del ruido y la calidad del agua mientras que la generación de fuentes de empleo (directo e indirecto) y el aporte económico afectan positivamente al medio físico ya que contribuye a mejorar la calidad de vida y el crecimiento económico del cantón razón por la cual se llega a concluir que el impacto total de la actividad productiva según metodología aplicada es poco significativa y baja afectación al medio ambiente.

Mediante la caracterización de las aguas residuales generadas en el proceso de recambio en la camaronera “MARSUR” se determinó que no existen variaciones significativas de piscina a piscina con respecto a los parámetros de temperatura, pH y conductividad. Al analizar los parámetros de SDT y coliformes totales se observa que la piscina uno es la que presenta mayor contaminación y la piscina tres tiene los valores más bajos esto con respecto a los dos parámetros mencionados anteriormente.

Los valores de pH, sólidos disueltos totales, coliformes totales y DBO están sobre los límites máximos permisibles mientras que temperatura, conductividad y DQO están por debajo de los límites máximos permisibles comparados con el TULSMA libro VI Anexo1 Tabla 13 lo que nos revela que se está descargando una agua residual contaminada que infringe la normativa ambiental vigente con posibles afectaciones irreversibles al ambiente y la empresa expuesta a recibir sanciones establecidas por la autoridad ambiental competente.

El agua residual de descarga de la camaronera en el proceso de recambio se encuentra con un alto contenido de materia orgánica biodegradable, concentraciones altas de bacterias coliformes y de composición alcalina producto de fertilizantes orgánicos e inorgánicos que se usan para el crecimiento del camarón, falta de servicios sanitarios para los trabajadores de la empresa.

El manual de buenas prácticas ambientales es una pieza clave para tomar acciones que minimicen el impacto ambiental negativo que se produce durante el proceso de recambio y otros procesos productivos aplicando medidas sencillas y útiles que son adoptadas por las personas que laboran en la camaronera “MARSUR.

7. Recomendaciones

Fomentar la aplicación de buenas prácticas de manejo para cultivo de camarón en las ya implantadas piscinas para evitar expandir las fronteras para acuicultura y mejorar el desempeño productivo, así como el ambiental de la empresa.

Antes del proceso de recambio se recomienda realizar un pretratamiento de las aguas tomando en consideración la desinfección como la disminución del medio alcalino y la presencia de solidos disueltos totales a más de los mantenimientos de los linderos perimetrales evitando el crecimiento de vegetación que posteriormente se va incorporando al agua de la piscina aumentando la carga orgánica de la misma.

Es recomendable realizar análisis fisicoquímicos y biológicos periódicamente a las aguas residuales provenientes de las piscinas en el proceso de recambio con el fin de prevenir posibles problemas de eutroficación en el ambiente acuático.

Poner a disposición pública los resultados encontrados en la presente investigación, debido a que los datos obtenidos son preocupantes y de interés público, esto con la finalidad de que se tomen las medidas pertinentes por parte de las autoridades y comunidad.

Es imprescindible mejorar y optimizar los procesos para la descarga al cuerpo de agua marina del agua residual generado en las piscinas, es recomendable evacuar estas aguas de manera intercalada y lenta lo que permitirá que los nutrientes puedan ir diluyéndose y de esta forma minimizar su impacto ambiental en el cuerpo receptor.

La camaronera “MARSUR” debe adoptar buenas prácticas ambientales para que exista un manejo sostenible y sustentable de las actividades acuícolas llevadas a cabo, esto se lograría contratando un profesional para que asesore acerca de los

procedimientos que permitirán disminuir los riesgos ambientales ocasionados por las labores desarrolladas.

Generar políticas ambientales propias de la empresa, con el objetivo de que todos los miembros de la camaronera adquieran una conciencia ambiental que permita el uso de los recursos naturales de una manera responsable con el ambiente.

8. Bibliografía

Aguilar, P., Ballesteros, M., & Jàcome, R. (2015). *Cartilla de Operación y Mantenimiento con Captación Superficial* (Primera ed.). Quito, Ecuador: Municipio Metropolitano de Quito.

Añazco, S., Morán, G., & Brito, B. (2017). Análisis exploratorio de buenas prácticas de manofactura del sector camaronero. *UNIVERSIDAD Y SOCIEDAD Revista Científica de la Universidad de Cienfuegos*, 28-35.

Arévalo, N. (2014). *Diagnóstico del sector camaronero en el cantón El Guabo 2013.* Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias. Machala: Universidad Técnica de Machala.

Asamblea Nacional Constituyente de la República del Ecuador. (2008). *Constitución de la República del Ecuador.* Montecristi, Ecuador: Registro Oficial.

Aurora, M., Delgado, G., Fuentes, M., Martínez, Y., Hernandez, A., Diez, J., & Valdivia, Y. (2010). Caracterización de los efluentes de la camaronera CULTIZAZA de Cuba. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 1-13.

Bernabé, L. (2016). *Sector camaronero: Evolución y proyección a corto plazo* (Vol. 87). Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral.

Boyd, C. E. (2001). *Consideraciones sobre la calidad del suelo y el cultivo de camarón.* (Deparment of fishieries and allies, Ed.) Alabama, Estados Unidos: Auburn University.

Chang, J. (2007). *Calidad de Agua.* ESPOL, Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral.

Chango , W. G. (Agosto de 2016). *Impacto ambiental en el cuerpo receptor de los efluentes de la camaronera.* Guayaquil. Obtenido de Repositorio Universidad de Guayaquil.

Editorial Definición MX. (6 de Marzo de 2016). *Investigación de Campo.* Obtenido de www.definición.mx/

FAO. (2007). The world's mangroves 1980–2005. *Food and Agriculture Organization of United Nations*, 531-545.

FAO. (2011). *ORIENTACIONES TÉCNICAS PARA LA PESCA RESPONSABLE* (Vol. 1). Roma, Italia: Fiat Panis.

Fernández , A. (2012). *El agua: un recurso esencial* (Vol. 11). Buenos Aires, Argentina: Universidad de Buenos Aires.

Franco, F. (2014). *La Calidad del Agua y su Control.* Facultad de Hidrología. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

García, F. (2019). *Minimización de vertidos para el desarrollo sostenible* (Vol. 1). Madrid, España: ELEARNING S.L.

Garmedia, A., Salvador, A., Crespo, C., & Garmedia, L. (2005). *Evaluacion de impacto ambiental* (Vol. 3). Madrid, España: Pearson Education S.A.

Huamán, H. G. (2005). *Manual de técnicas de investigación y aplicaciones* (Vol. 5). Lima, Perú: Ipladees S.A.C.

INEC. (04 de 05 de 2010). *Ecuador en cifras*. Obtenido de http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/

Jara, P. (2015). *CALIDAD DEL AGUA DE MAR DEL ESTERO HUAYLÀ Y SUS EFECTOS EN EL CRECIMIENTO Y SUPERVIVENCIA DE LARVAS DE*

Litopenaeus vannamei. Unidad Académica de Ciencias Químicas y de la Salud. Machala: UTMACH.

Landivar, J., Quirola, I., & Ventimilla, M. (2008). *Diseño de un sistema de tratamiento de efluentes provenientes de raceways en camaronera, basado en un sistema de filtros físicos-biológicos.* Guayaquil. Obtenido de Repositorio Espol: http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/1790/3528.pdf?sequence=1&isAllowed=y

López, M., Pulido, G., Serran, A., Gaytán, J., & Monks, W. (2012). Evaluación estacional de las variables fisicoquímicas del agua de la Laguna de Tampamachoco, Veracruz, México. *Revista Científica UDO Agrícola*, 713-719.

Marriot, F. (2003). *ANALISIS DEL SECTOR CAMARONERO.* Dirección General de Estado. Guayaquil: Banco Central del Ecuador.

Mejía, M. (Noviembre de 2020). *El Telegrafo*. Obtenido de El Telegrafo: https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/regional/1/las-piscinas-de-camaron-santa-rosa-generan-fuentes-de-trabajo

Ministerio de Ambiente. (2015). *Acuerdo Ministerial 097* (Vol. 5). Quito, Ecuador: Ministerio de Ambiente.

Ministerio del Ambiente. (2015). *Reforma Texto Unificado Legislación Secundaria, Medio Ambiente, Libro VI, Decreto Ejecutivo 3516.* (Ministerio de Ambiente, Ed.) Quito, Ecuador: Acuerdo Ministerial 97. Obtenido de https://www.ambiente.gob.ec/

Ministerio del medio ambiente . (2004). *Ley de prevención y control de la contaminación ambiental.*

Ministerio del medio ambiente. (2004). *Ley de Gestión Ambiental* (Vol. 3). Quito, Ecuador: Ministerio de Ambiente.

Molinos Champions S.A. (13 de Diciembre de 2019). *El recambio de agua en las camaroneras: ¿cuándo hacerlo?* Obtenido de www.molinoschampion.com

Monar, N., Gonzáles, M., Cruz, E., Gonzáles, V., Chávez, L., Fierro, S., & Saltos, R. (2016). *Calidad de agua de la microcuenca del río Illangama Cantón Guaranda, provincia Bolívar-Ecuador* (Vol. 1). Guaranda: Revista de Investigación Talentos.

Montoya, N. (2017). *Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Camaronera Primavera.* Machala: CAMPRI.

Naciones Unidas Organización de Desarrollo Industrial. (2017). *Guía de Recursos Eficientes Sector Camaronero.* Honduras: Onudi.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentacion y Agricultura. (31 de Enero de 2008). La desaparición de manglares alcanza un nivel alarmante. *FAO* , págs. 1-4.

Pan Reac Appli Chem. (2008). *Determinación de Nitrógeno por el método Kjeldahl.* Departamento de Desarrollo. Barcelona: ITW Reagents.

Piedrahita, Y. (Julio de 2018). *Global Aquaculture Alliance*. Obtenido de Global Aquaculture Alliance: https://www.aquaculturealliance.org/advocate/la-industria-de-cultivo-de-camaron-en-ecuador-parte-1/

Rigola, M. (1990). *Tratamiento de Aguas Residuales: Aguas de proceso y residuales.* Barcelona: Marcombo.

SENAGUA - Secretaria Nacional del Agua. (2012). *Calidad del agua en el Ecuador.*

Tenelema, W. (2016). *IMPACTO AMBIENTAL EN EL CUERPO RECEPTOR DE LOS EFLUENTES DE LA CAMARONERA CAYANCAS.* Guayaquil.

Universidad Fermín Toro. (2013). Técnica e Instrumentos para la Recolección de Información. *Revista de la Facultad de Ciencias Jurídicas y Políticas*, 28.

Varo. (2012). Estrategia marina. Demarcación Marina del Estrecho y Alborán. Parte. *Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Secretaríl Mina General Técnica.* Madrid.

Zambrano, R. (29 de Octubre de 2019). En cuarenta años se han perdido 56.396 hectáreas de manglar en Ecuador. *El Universo*, págs. 12-13.

9. Anexos

9.1 Anexo 1. Tablas complementarias

Tabla 7. Límites Máximos Permisibles de descargas a un cuerpo de agua marina TULSMA

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y Grasas		mg/l	0,3
Arsénico total	As	mg/l	0,5
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Aluminio	Al	mg/l	5
Bario	Ba	mg/l	5
Cadmio	Cd	mg/l	0,2
Cianuro total	CN-	mg/l	0,2
Cobre	Cu	mg/l	1
Cobalto	Co	mg/l	0,5
Coliformes Fecales	Nmp/100 ml		Remoción> al 99,9%
Color real1	Color real	unidades de color	Inapreciable en dilución: 1/20
Cromo hexavalente	Cr+6	mg/l	0,5
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,2
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	$D.B.O_5$.	mg/l	100

Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O.	mg/l	250
Fósforo Total	P	mg/l	10
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20
Materia flotante	Visibles		Ausencia
Mercurio total	Hg	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	2
Nitrógeno Total Kjedahl	N	mg/l	40
Plata	Ag	mg/l	0,1
Plomo	Pb	mg/l	0,5
Potencial de hidrógeno	pH		6—9
Selenio	Se	mg/l	0,2
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	100
Sulfuros	S	mg/l	0,5
Organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	mg/l	0,05

Organofosforados totales	Concentración de organofosforados totales	mg/l	0,1
Carbamatos totales	Concentración de carbamatos totales	mg/l	0,25
Temperatura	°C		<35
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Zinc	Zn	mg/l	5

* La apreciación del color se estima sobre 10 cm de muestra diluida.

TULSMA. Libro VI. Anexo 1. Tabla 13
García,2021

Tabla 8. Puntos de Muestreo Camaronera MARSUR

Piscina	Área (ha)	N° muestras
1	5	3
2	3	3
3	3	3
4	4,5	3
5	6,5	3
6	4,5	3
TOTAL	26,5	18

Puntos de muestreo Camaronera MARSUR
García,2021

Tabla 9. Caracterización de los parámetros fisicoquímicos de la camaronera “MARSUR”

	Piscina 1						Piscina 2						Piscina 3						Piscina 4						Piscina 5						Piscina 6					
	Muestra 1		Muestra 2		Muestra 3		Muestra 1		Muestra 2		Muestra 3		Muestra 1		Muestra 2		Muestra 3		Muestra 1		Muestra 2		Muestra 3		Muestra 1		Muestra 2		Muestra 3		Muestra 1		Muestra 2		Muestra 3	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
Coordenadas	0605031	9621736	0605035	9621725	0605038	9621720	0605067	9621670	0605064	9621678	0605060	9621681	0605159	9621460	0605151	9621468	0605144	9621462	0605220	9621224	0605216	9621218	0605201	9621210	0605250	9620890	0605252	9620877	0605255	9620866	0605242	9620882	0605235	9620883	0605225	9620885
Hora (24 horas)	10:30		10:32		10:34		10:37		10:39		10:41		10:45		10:47		10:49		10:55		10:57		10:59		11:05		11:07		11:09		11:15		11:17		11:19	
T (°C in situ)	23,2		23,4		23,3		23,9		23,6		23		24,1		24		24,2		24,3		24,1		23,9		24		24,01		23,9		24,9		25,1		25	
pH (in situ)	8,41		8,5		8,63		8,42		8,48		8,59		7,91		7,91		7,96		8,42		8,44		8,49		9,05		9,07		9,06		9,12		9,08		9,1	
Conductividad (ms/cm)	24,1		24		24,2		32		21,9		31,9		31,2		31,1		30,9		32		31,8		32,1		28,6		31,3		31,1		31,3		28,9		30,2	
Solidos disueltos totales (ppm)	1831		3646		3897		2253		4885		2819		1424		1322		1359		2742		2891		2807		1817		1867		2857		3200		2891		3000	
Coliformes Totales (Nmp/100 ml)	880		920		540		540		820		640		160		240		200		480		620		600		240		200		320		340		580		460	
DBO5							20		24		25																									
DQO							1100		1210		1200																									

García,2021

Tabla 10. Valores de Temperatura, medias y medianas

Temperatura (°C)				
Piscina	# muestra	Análisis	Media	Mediana
	M1	23.20		
1	M2	23.40	23.30	23.30
	M3	23.30		
	M1	23.90		
2	M2	23.60	23.50	23.60
	M3	23.00		
	M1	24.10		
3	M2	24.00	24.10	24.10
	M3	24.20		
	M1	24.30		
4	M2	24.10	24.10	24.10
	M3	23.90		
	M1	24.00		
5	M2	24.01	23.97	24.00
	M3	23.90		
	M1	24.90		
6	M2	25.10	25.00	25.00
	M3	25.00		

García,2021

Tabla 11. Valores del Potencial de hidrógeno, medias y medianas

pH (escala 0-14)				
Piscina	# muestra	Análisis	Media	Mediana
	M1	8.41		
1	M2	8.50	8.51	8.50
	M3	8.63		
	M1	8.42		
2	M2	8.48	8.50	8.48
	M3	8.59		
	M1	7.91		
3	M2	7.91	7.93	7.91
	M3	7.96		
	M1	8.42		
4	M2	8.44	8.45	8.44
	M3	8.49		
	M1	9.05		
5	M2	9.07	9.06	9.06
	M3	9.06		

	M1	9.12		
6	M2	9.08	9.10	9.10
	M3	9.10		

García,2021

Tabla 12. Valores de Conductividad, medias y medianas

Conductividad (ms/cm)				
Piscina	# muestra	Análisis	Media	Mediana
	M1	28.30		
1	M2	28.70	28.43	28.30
	M3	28.30		
	M1	32.00		
2	M2	21.90	28.60	31.90
	M3	31.90		
	M1	31.20		
3	M2	31.10	31.07	31.10
	M3	30.90		
	M1	32.00		
4	M2	31.80	31.97	32.00
	M3	32.10		
	M1	28.60		
5	M2	31.30	30.33	31.10
	M3	31.10		
	M1	31.30		
6	M2	28.90	30.13	30.20
	M3	30.20		

García,2021

Tabla 13. Valores de SDT, medias y medianas

SDT (ppm)				
Piscina	# muestra	Análisis	Media	Mediana
	M1	1831		
1	M2	3646	3124.67	3646.00
	M3	3897		
	M1	2253		
2	M2	4885	2985.67	2253.00
	M3	1819		
	M1	1424		
3	M2	1322	1368.33	1359.00
	M3	1359		
4	M1	2742	2813.33	2807.00

	M2	2891		
	M3	2807		
	M1	1817		
5	M2	1867	2180.33	1867.00
	M3	2857		
	M1	3200		
6	M2	2891	3030.33	3000.00
	M3	3000		

García,2021

Tabla 14. Valores de Coliformes totales, medias y medianas

Coliformes totales (Nmp/100 ml)				
Piscina	# muestra	Análisis	Media	Mediana
	M1	880		
1	M2	920	780.00	880.00
	M3	540		
	M1	540		
2	M2	820	666.67	640.00
	M3	640		
	M1	160		
3	M2	240	200.00	200.00
	M3	200		
	M1	480		
4	M2	620	566.67	600.00
	M3	600		
	M1	240		
5	M2	200	253.33	240.00
	M3	320		
	M1	340		
6	M2	580	460.00	460.00
	M3	460		

García, 2021

Tabla 15. Comparación con norma TULSMA libro VI Anexo1 Tabla 13

Parámetro	Unidad	Piscina 1	Piscina 2	Piscina 3	Piscina 4	Piscina 5	Piscina 6	Límite Máximo
Temperatura	°C	23,3	23,5	24,1	24,1	23,97	25	< 40
pH		8,51	8,50	7,93	8,45	9,06	9,10	6-8
Conductividad	ms/cm	28,43	31,67	31,07	31,63	30,33	30,13	< 500
SDT	ppm	3125	2986	1368	2813	2180	3030	< 150
Coliformes Totales	Nmp/100 ml	780	667	200	567	253	460	Nmp/100 ml
DBO_5	mg/l		1228					100 mg/l
DQO	mg/l		23					251 mg/l
Evaluación	**Cumple**		**No Cumple**					

García, 2021

Tabla 16. Tratamientos piscinas de crianza

Parámetro	Unidad	Tratamientos						Testigo (LMP)
		1	2	3	4	5	6	
Temperatura	°C	23,3	23,5	24,1	24,1	23,97	25	< 40
pH		8,51	8,50	7,93	8,45	9,06	9,10	6-8
Conductividad	ms/cm	28,43	31,67	31,07	31,63	30,33	30,13	< 500
SDT	Ppm	3125	2986	1368	2813	2180	3030	< 150
Coliformes Totales	Nmp/100 ml	780	667	200	567	253	460	Remoción > al 99.9 %

García, 2021

9.2 Anexo 2. Figuras complementarias

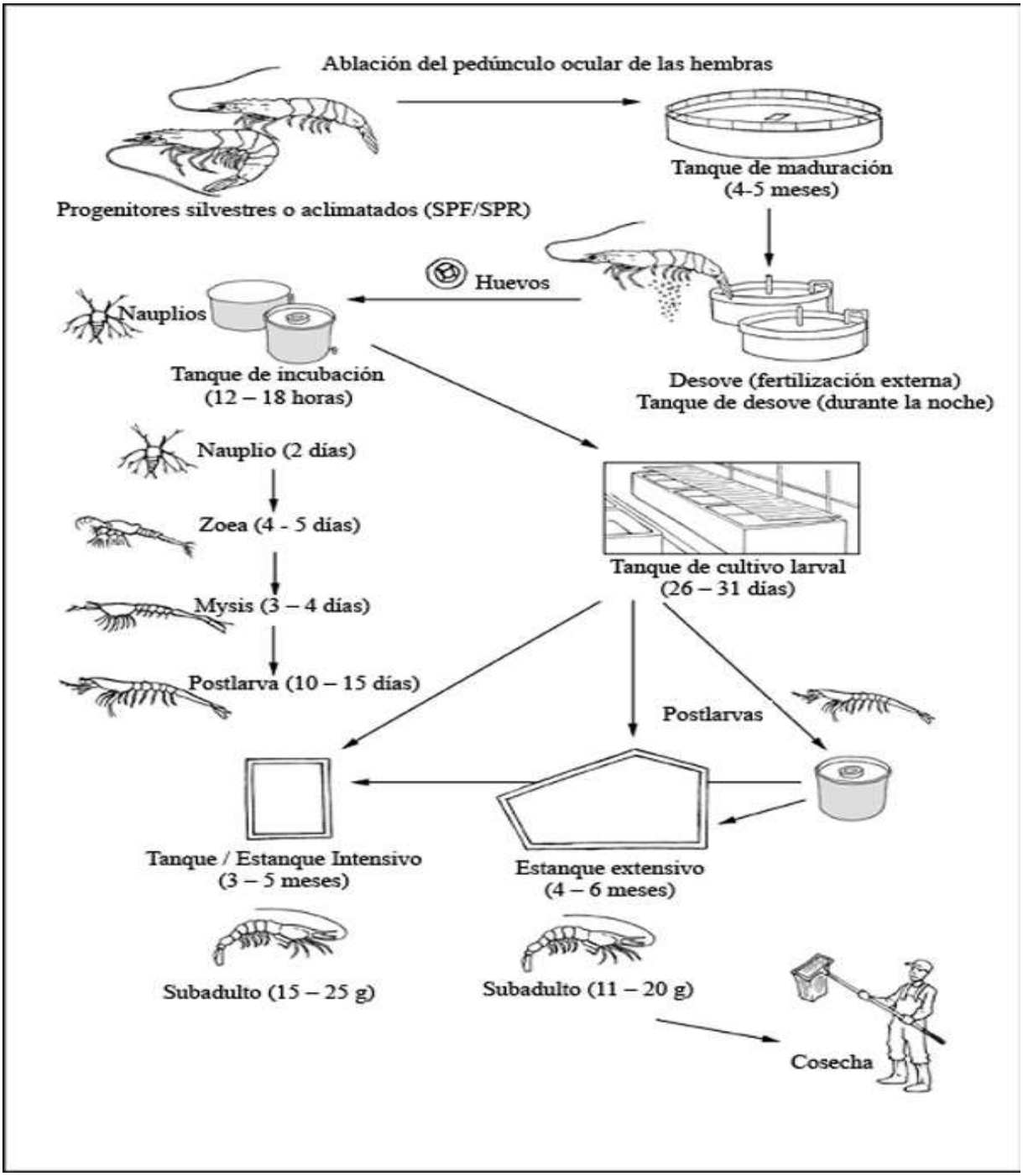

Figura 15. Ciclo de Producción de *Penaeus Vannamei*
Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura,2021

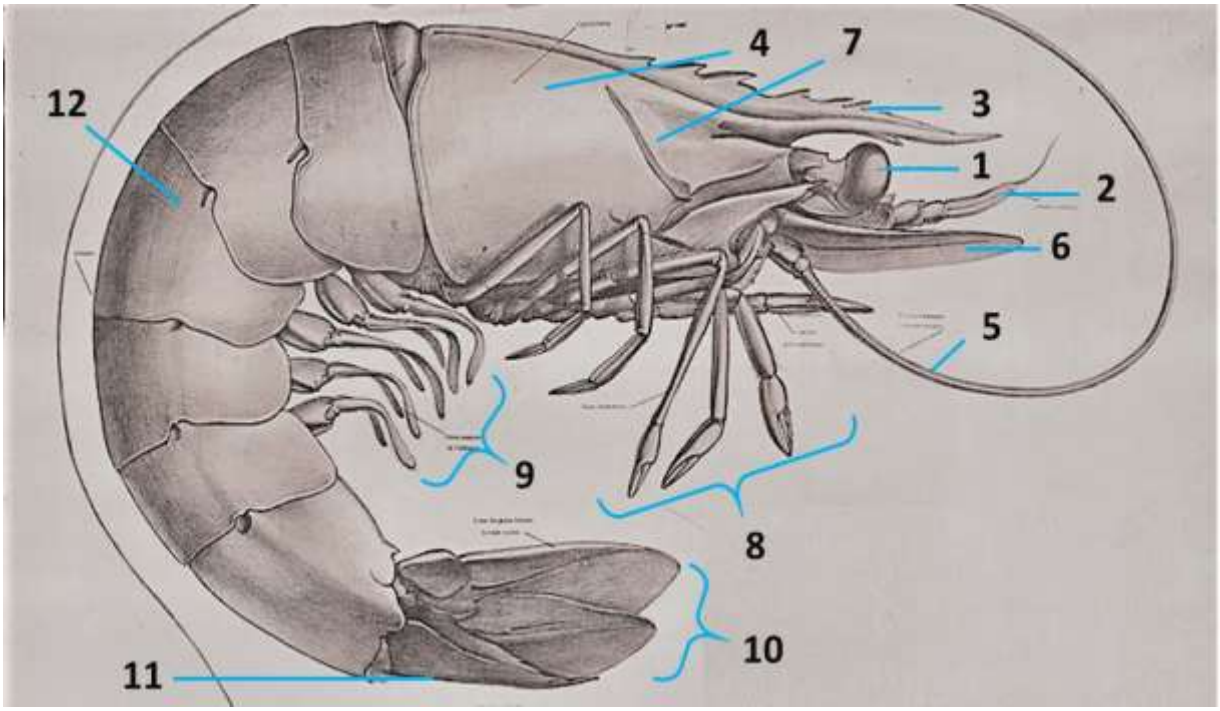

Figura 16. Anatomía Externa de Litopenaues Vannamei
BIOAQUAFLOC,2021

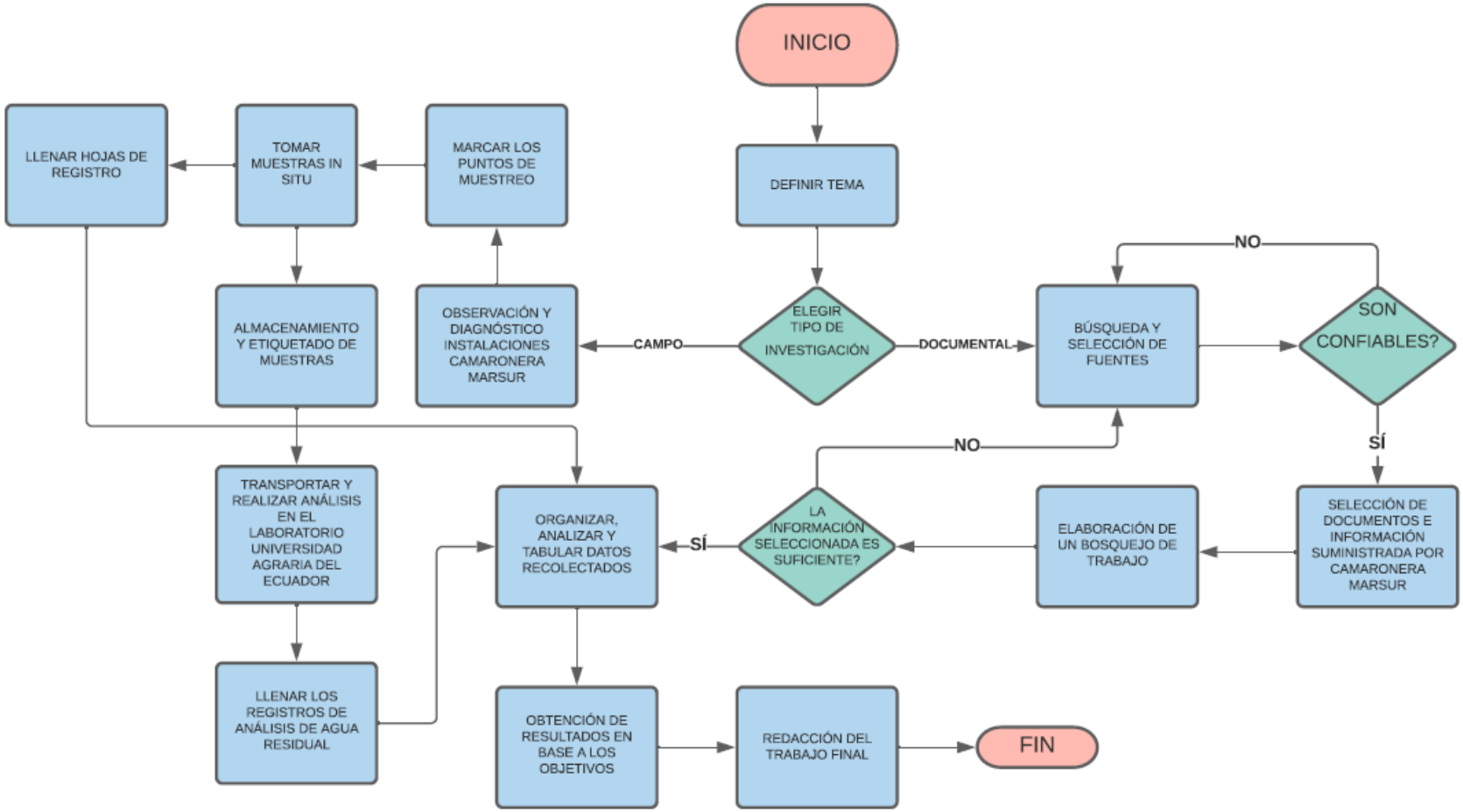

Figura 17. Diagrama de procesos Diagrama de Proceso Investigativo
García, 2021

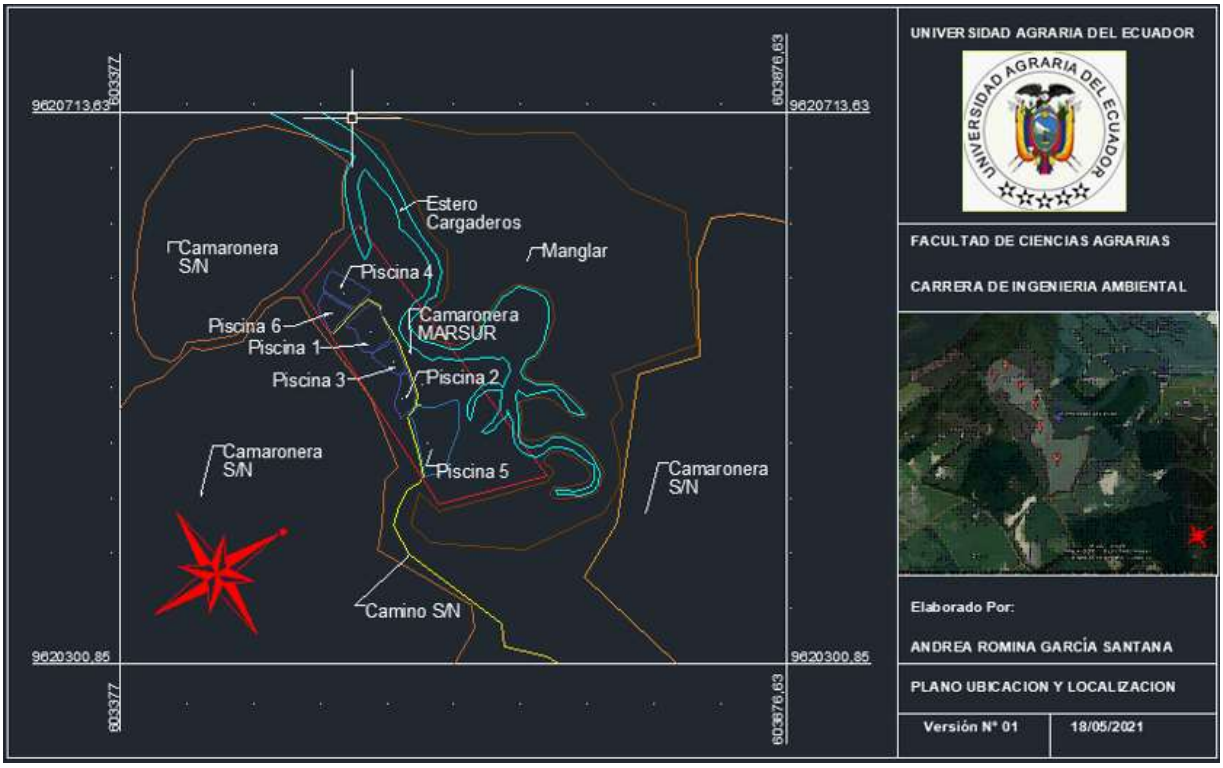

Figura 18. Mapa de la Ubicación de la Camaronera MARSUR
García, 2021

UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Guayaquil, 29 de diciembre / 2020

Sr. Joseph Ricardo Yamunaque Arévalo

De mis consideraciones:

El infrascrito, Docente **(Ing. Quim MUÑOZ NARANJO DIEGO IVAN, M.SC) de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Agraria del Ecuador**, CERTIFICA: Que el Tema de Anteproyecto de Tesis Titulado: "**IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR DESCARGAS DE AGUA RESIDUAL DE RECAMBIO PROCEDENTE DE UNA CAMARONERA**", de la Srta. Estudiante: **García Santana Andrea Romina**, ha sido debidamente revisada por el suscrito, por medio de esta carta de intención le permita tomar las Muestras de Efluentes de Descargas.

Por la atención que se brinde, le reitero mis agradecimientos.

Atentamente,

ING. Quim MUÑOZ NARANJO DIEGO IVAN, M.Sc
TUTOR

Recibido
0705097335

Figura 19. Oficio aprobación y revisión tema anteproyecto de tesis García, 2021

Manual de buenas prácticas ambientales

Proceso de recambio de la camaronera "MARSUR"

De

Andrea Romina García Santana

2021

TABLA DE CONTENIDOS

1. Introducción **1**
2. Objetivo **2**
3. Alcance **2**
4. Responsabilidad y autoridades **2**
5. Buenas prácticas ambientales **3**
Calidad del agua 3
Calidad del suelo 4
Otros 5

6. Términos medioambientales **6**

1. INTRODUCCIÓN

Como consecuencia del estilo de vida actual, y sobreexplotación de los recursos naturales, nos encontramos con una problemática ecológica que requiere medidas para su urgente solución.

La explotación excesiva y sin control de recursos naturales tanto en la vida cotidiana como en la profesional es alarmante, sin embargo, la concienciación en esta materia está creciendo, aunque únicamente debería ser el inicio de una larga tarea a la que todos, sin excepción, deberíamos contribuir.

El cultivo de camarón es uno de los sectores de la acuicultura con más rápido crecimiento en Asia y Latinoamérica y recientemente en África. La sostenibilidad de la acuicultura del camarón se debe alcanzar con el reconocimiento y mitigación a corto y largo plazo de los efectos al medio ambiente y comunidad.

2. Objetivo

Minimizar los impactos ambientales negativos generados en el proceso de recambio de la camaronera "MARSUR", de tal forma que las actividades se desarrollen de una manera responsable con el ambiente y la sociedad.

3. Alcance

Establecimientos de Desarrollo y Engorde de Camarón específicamente al área de piscinas.

4. Responsabilidad y autoridades

Personal Técnico de MARSUR: Es el responsable de dar a conocer este documento.

Personal encargado del proceso de recambio: Son los responsables de hacer sus buenas prácticas ambientales de Acuicultura con base a este documento.

5. Buenas prácticas ambientales

Calidad de agua

- Implementar un Proceso de recirculación de agua así se evita realizar proceso de recambio.
- Se recomienda hacer sólo recambios de agua cuando las variables fisicoquímicas de las aguas de las piscinas se encuentren sobre los límites máximos permisibles ya que este proceso disminuye los nutrientes y el plancton reduciendo la productividad natural del estanque.
- Hacer pasar el efluente por un estanque de sedimentación previamente a la descarga.
- No mezclar agua dulce de pozo con agua del estanque para mejorar salinidad.
- Colocar rejas/mallas para evitar un arrastre de material sólido hacia el estero colindante durante el proceso de recambio.
- Las piscinas que han tenido alta mortalidad por enfermedades no deben ser sometidas al proceso de recambio hasta que los organismos causantes de la enfermedad hayan sido desactivados por cloración u otros métodos.
- Tener cuidado al momento de poner combustible a las bombas para prevenir posibles derrames y consecuentemente contaminación del agua.
- La reducción en el volumen del recambio de agua en un estanque ayudará a reducir costos en combustible, mantenimiento de los equipos de bombeo y cantidad de nutrientes en los efluentes.
- Las aguas de vertido no deben mezclarse con cuerpos de agua dulce o ser vaciadas en tierras agrícolas.

≅ Durante el proceso de recambio de agua el volumen que ingresa debe ser el mismo que está saliendo.

≅ Minimizar el uso de remanentes de antibióticos usados para combatir las patologías de los organismos de cultivo ya que degradan sustancialmente la calidad de las aguas.

Calidad del suelo

Ω Es recomendable colocar los aireadores tres o cuatro metros lejos de los bordes para evitar la erosión.

Ω Usar aireadores grandes (2HP) porque causan menos erosión por unidad de esfuerzo que aireadores más pequeños.

Ω Otra práctica ambiental para minimizar la erosión del suelo en el proceso de recambio es que el agua debe ser descargada de los estanques tan despacio como sea práctico.

Ω El itinerario de recambio de los estanques debe ser escalonado para minimizar el flujo del agua en los canales de descarga y reducir la erosión y cualquier impacto potencial del efluente, porque menores volúmenes de agua son más fáciles de diluir.

Ω Sembrar árboles de mangle en los canales de descarga para que sirvan de filtros naturales.

Ω Construir, mantener y operar canales de drenaje para minimizar la erosión de los lados de estos conductos.

OTROS

- Revisar la bomba periódicamente para evitar posible consumo de energía innecesario y así mismo realizar un mantenimiento periódico para que en el momento de realizar el recambio funcione eficientemente.
- Todo medicamento quimico que no se vaya a utilizar o esté vencido debe ser dispuesto de una manera que no contamine el ambiente.
- Las mallas deben ser limpiadas regularmente para facilitar el recambio de agua, además deben poseer un refuerzo para evitar que la presión de agua las rompa.
- Comprobar el correcto funcionamiento de la maquinaría utilizada en el proceso de recambio, cerciorándose de esta manera, de que no hacen más ruido del necesario

Términos Medioambientales

- **Acuicultura. -** cría de organismos acuáticos, comprendidos peces, moluscos, crustáceos y plantas.
- **Estanque de sedimentación. -** son simples estanques de asentamiento que permiten que el lodo se espese y deseque.
- **Mitigación. -** conjunto de acciones y medidas, estructurales o no-estructurales, dirigidas a "reducir" las condiciones de vulnerabilidad.
- **Plancton. -** conjunto de organismos, principalmente microscópicos, que flotan en aguas saladas o dulces.
- **Problemática ecológica. -** contaminación, cambio climático, extinción de las especies y reducción de la biodiversidad, entre otros– está relacionado con distintas problemáticas sociales que van desde la aglomeración de personas en ciertas zonas hasta el alto consumo de recursos naturales.
- **Recambio de agua. -** es el mayor método de disolución de compuestos nocivos para la cría. Mediante el reemplazo del agua se logra diluir la floración de plancton u otros organismos en el ecosistema.
- **Recursos naturales. -** los recursos naturales son elementos de la naturaleza que ayudan o contribuyen al bienestar y desarrollo para los seres vivos
- **Sobreexplotación. -** son actividades humanas que ocurren cuando se extraen individuos de una población o se utilizan los ecosistemas a una tasa mayor a la de la regeneración natural.
- **Sostenibilidad ambiental. -** equilibrio social, económico y medioambiental, de manera que se garantice, en la mayoría de lo posible, una continuidad en el futuro.
- **Variables fisicoquímicas. -** dan una información extensa de la naturaleza de las especies químicas del agua y sus propiedades físicas, sin aportar información de su influencia en la vida acuática; los métodos biológicos aportan esta información, pero no señalan nada acerca del contaminante o los contaminantes.

Figura 20. Presentación del Manual de buenas prácticas Ambientales
García, 2021