



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
"DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ"
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN COMO REQUISITO PREVIO PARA LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AMBIENTAL**

**CAMBIOS EN LOS CAUCES DE LOS RÍOS Y ESTEROS
POR EXPANSIÓN URBANA DEBIDO A LA ACTIVIDAD
ACUÍCOLA EN EL CANTÓN PLAYAS VILLAMIL**

**AUTOR
MUÑOZ ROSADO CARLOS ALEJANDRO**

**TUTOR
ING. CORONEL QUEVEDO JORGE ALBERTO, MSc.**

**GUAYAQUIL, ECUADOR
2025**



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
“DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ”
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, **CORONEL QUEVEDO JORGE ALBERTO**, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **CAMBIOS EN LOS CAUCES DE RÍOS Y ESTEROS POR EXPANSIÓN URBANA DEBIDO A LA ACTIVIDAD ACUÍCOLA EN EL CANTÓN PLAYAS VILLAMIL** realizado por el estudiante **MUÑOZ ROSADO CARLOS ALEJANDRO**; con cédula de identidad N° **0931168520** de la carrera **INGENIERÍA AMBIENTAL**, sede matriz “Dr. Jacobo Bucaram Ortiz”- **GUAYAQUIL**, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos y legales exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

Ing. Coronel Quevedo Jorge Alberto, MSc.
Tutor del trabajo de titulación
Carrera Ingeniería Ambiental

Guayaquil, 30 de enero del 2025



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
“DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ”
CARRERA DE INGENIERÍA 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: **CAMBIOS EN LOS CAUCES DE LOS RÍOS Y ESTEROS POR EXPANSIÓN URBANA DEBIDO A LA ACTIVIDAD ACUÍCOLA EN EL CANTÓN PLAYAS VILLAMIL** realizado por el estudiante **MUÑOZ ROSADO CARLOS ALEJANDRO**, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

ING. PORTALANZA PERALTA DIEGO ENRIQUE, PhD
PRESIDENTE

OCE. ZAMBRANO ZAVALA LEILA, MSc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

ING. ARCOS JACOME DIEGO MSc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

ING. CORONEL QUEVEDO JORGE ALBERTO MSc.
EXAMINADOR SUPLENTE

Guayaquil, 15 de enero del 2025

DEDICATORIA

Dedico mi tesis a la memoria de mi abuelo, **José Rosado Mero**, cuya persona siempre me apoyo y creía en mí. A pesar de su ausencia física, su inspiración perdura en cada momento de este trabajo. **A mi padre, Carlos Muñoz Guerrero**, quien además de su amor incondicional y apoyo constante, me transmitió la importancia de la perseverancia y compromiso. **A mi madre, Blanca Rosado Uriña**, siendo mi soporte emocional y cariño constante, enseñándome los valores del esfuerzo e inculcando valores y principios en mí. Y sobre todo a mi esfuerzo y dedicación, donde existieron varios obstáculos seguir adelante para dar por culminado esta carrera.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más profundo agradecimiento a Dios por brindarme la fortaleza y sabiduría necesarias para alcanzar este logro. Al **Ing. Jorge Coronel**, mi tutor de tesis, por su guía, conocimiento y palabras acertadas que fueron fundamentales para la realización de este proyecto. **A mis profesores de carrera**, cuya dedicación y paciencia fueron pilares importantes en mi formación académica y profesional. **A mi grupo de amigos, EL VIP**, por alegrar mis días y apoyarme en momentos difíciles. A mi hermana, **la Ing. Karla Muñoz**, brindándome sus conocimientos como una guía importante en dicha investigación. A mi abuelita, **Irene Uriña**, quien me ha tenido en sus oraciones día a día se que esta feliz de verme cumplir un logro más. A mis queridas mascotas, **Pingui y Mango**, que me acompañaron fielmente durante largas noches. Por último, a una de las personas más importantes, mi amiga y enamorada, **Emily Naula**, con quien la vida me permitió coincidir y estuvo pendiente en todo momento alentándome que pueda lograr todo aquello que me he propuesto.

Autorización de Autoría Intelectual

Yo **MUÑOZ ROSADO CARLOS ALEJANDRO**, en calidad de autora del proyecto realizado, sobre “**CAMBIOS EN LOS CAUCES DE RÍOS Y ESTEROS POR EXPANSIÓN URBANA DEBIDO A LA ACTIVIDAD ACUÍCOLA EN EL CANTÓN PLAYAS VILLAMIL**” 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 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.

MUÑOZ ROSADO CARLOS ALEJANDRO

C.I. 0931168520

RESUMEN

El estudio analiza los efectos de la actividad acuícola sobre los cauces de ríos y esteros en el cantón Playas Villamil entre 1980 y 2022. Se planteó como hipótesis que esta actividad ha provocado alteraciones en la extensión y morfología de los sistemas fluviales. Para ello, se utilizaron Sistemas de Información Geográfica (SIG) y datos históricos, determinándose que la longitud total de los ríos se redujo en un 47.1%, pasando de 75 724.98 metros en 1980 a 40 045.18 metros en 2022. Entre los ríos más afectados, el Culebrillas sufrió una contracción del 73.1%, reduciendo su extensión de 43 215.58 metros y 11 632.42 metros. Por otro lado, los esteros presentaron una disminución menor, del 1.4%, pasando de 66 291.42 metros a 65 346.72 metros; Sin embargo, se identifican impactos específicos como sedimentación y drenaje en Chapolla y Salitre Chico. Los resultados reflejan cómo la infraestructura acuícola, como estanques y canales, contribuyó a la fragmentación y canalización de los cauces, afectando su funcionalidad ecológica. En respuesta, se proponen estrategias como reforestación con especies nativas en zonas ribereñas, establecimiento de zonas de amortiguamiento para reducir la sedimentación y la implementación de programas de educación ambiental para sensibilizar a las comunidades locales. Las conclusiones destacan la necesidad de regular estas actividades mediante políticas que prioricen la sostenibilidad ambiental, protejan los recursos hídricos y mitiguen futuros impactos negativos en el cantón.

Palabras clave: *Acuícola, Biodiversidad, Conservación, Expansión, Mapas, Sistemas de Información Geográfica, Sostenible.*

ABSTRACT

The study analyzes the effects of aquaculture activities on the river and estuarine channels in Playas Villamil canton from 1980 to 2022. The hypothesis proposed that these activities have caused alterations in the extent and morphology of the fluvial systems. Geographic Information Systems (GIS) and historical data were used, revealing that the total river length decreased by 47.1%, from 75 724.98 meters in 1980 to 40 045.18 meters in 2022. Among the most affected rivers, Culebrillas experienced a contraction of 73.1%, reducing its length from 43 215.58 meters to 11 632.42 meters. On the other hand, estuaries showed a minor decrease of 1.4%, from 66 291.42 meters to 65 346.72 meters; however, specific impacts such as sedimentation and drainage were identified in Chapolla and Salitre Chico. The results reflect how aquaculture infrastructure, such as ponds and canals, contributed to the fragmentation and channelization of waterways, affecting their ecological functionality. In response, strategies such as reforestation with native species in riparian zones, establishing buffer zones to reduce sedimentation, and implementing environmental education programs to raise awareness among local communities are proposed. The conclusions emphasize the need to regulate these activities through policies prioritizing environmental sustainability, protecting water resources, and mitigating future negative impacts in the canton.

Key words: *Aquaculture, Biodiversity, Conservation, Expansion, Maps, Geographic Information Systems, Sustainable.*

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedente del problema	3
1.2 Planteamiento y formulación del problema	4
1.2.1 Planteamiento del problema	4
1.2.2 Formulación del problema	5
1.3 Justificación de la investigación	5
1.4 Delimitación de la investigación	6
1.5 Objetivo General	7
1.6 Objetivos específicos	7
1.7 Hipótesis	7
2. MARCO TEÓRICO	8
2.1 Estado del arte.....	8
2.2 Bases teóricas	10
2.2.1 Suelo.....	10
2.2.2 Agua	10
2.2.2.1. Importancia del agua en ecosistemas fluviales.....	11
2.2.3 Clasificación de los cuerpos de agua.....	11
2.2.3.1. Ríos.....	11
2.2.3.2. Esteros.....	11
2.2.3.3. Ciénegas.....	11
2.2.3.4. Estuarios.....	11
2.2.4 Impacto de la Expansión urbana en Sistemas Fluviales y Estuarinos	11
2.2.4.1. Expansión urbana y su efecto en la dinámica de los cauces.....	12
2.2.4.2. Modificaciones en el flujo y sedimentación debido a la urbanización.....	12
2.2.5 Efectos de la actividad acuícola en ecosistemas hídricos.....	12
2.2.5.1 Cambios en la calidad del agua y biodiversidad debido a prácticas acuícolas.....	12
2.3 Marco legal	12
2.3.1 Constitución de la República del Ecuador	12
2.3.2 Código orgánico integral penal (COIP)	14
2.3.2.1 Codificación de la ley de gestión ambiental.....	14

2.3.3	Codificación de la ley de aguas.....	14
2.3.4	Código orgánico ambiental (COA).....	16
2.3.5	Objetivos de Desarrollo Sostenible.....	17
2.3.6	Organización hidrográfica Internacional (OHI).....	18
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
3.1	Enfoque de la investigación.....	20
3.1.1	Tipo de investigación.....	20
3.1.1.1.	Investigación bibliográfica.....	20
3.1.1.2.	Investigación descriptiva.....	20
3.1.2	Diseño de investigación.....	20
3.2	Metodología.....	20
3.2.1	Variables.....	21
3.2.1.1.	Variable independiente.....	21
3.2.1.2.	Variable dependiente.....	21
3.2.2	Matriz de operacionalización de variables.....	21
3.2.3	Recolección de datos.....	22
3.2.3.1	Recursos.....	22
3.2.3.2	Métodos y técnicas.....	22
3.2.3.2.1	Análisis de información secundaria de las afectaciones a los cauces de ríos y esteros para la delimitación de la línea base.....	22
3.2.3.2.2	Cuantificación de la longitud de red hidrográfica en los cauces de ríos y esteros mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG).	22
3.2.3.2.3	Estrategias de conservación basadas en los resultados del análisis SIG para los cauces de ríos y esteros que aún permanecen sin afectaciones.....	22
3.2.4	Análisis estadístico.....	23
3.2.4.1.	Estadística descriptiva de los períodos 1980-2022.....	23
3.2.4.2.	Comparación de periodos: 1980-2022.....	23
4.	RESULTADOS.....	23
4.1	Análisis de información secundaria de las afectaciones a los cauces de ríos y esteros para la delimitación de la línea base.....	23
4.2	Cuantificación de la longitud de red hidrográfica en los cauces de ríos y esteros mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG).	32

4.3 Estrategias de conservación basadas en los resultados del análisis SIG para los cauces de ríos y esteros que aún permanecen sin afectaciones.....	32
5. DISCUSIÓN	36
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	38
6.1 Conclusiones	38
6.2 Recomendaciones	39
7. BIBLIOGRAFÍA	41
8. ANEXOS.....	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Mapa topográfico de la red hidrográfica del cantón Villamil Playas.....	24
Figura 2	Proyección del cantón Playas Villamil 1980.	25
Figura 3	Proyección del área urbana y acuícola del cantón Playas Villamil 1980.	26
Figura 4	Proyección del cantón Playas Villamil 2004.	27
Figura 5	Proyección del área urbana y acuícola del cantón Playas Villamil 2004.	28
Figura 6	Proyección del cantón Playas Villamil 2022.....	29
Figura 7	Proyección del área urbana y acuícola del cantón Playas Villamil 2022.	30
Figura 8.	Comparación de la red hidrográfica en el Cantón Playas Villamil 1980-2022.	31

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de Variable Independiente.....	21
Tabla 2. Matriz de variable dependiente.	22
Tabla 3. Herramienta a utilizar para la obtención de imágenes satelitales.....	22
Tabla 4. Cálculos totales de la longitud de los ríos y esteros en el Cantón Villamil Playas en el año 1980.....	32

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1. Mapa de Uso de Suelos en el cantón Villamil Playas por el Geoportal IGM en el 2012.....	48
Anexo N° 2. Mapa de ubicación del Cantón General Villamil Playas.	48
Anexo N° 3. Reconocimiento del área de estudio.	49

1. INTRODUCCIÓN

El impacto que causa la contaminación de los ríos al ser una de las principales rutas de ingreso al mar fue reconocida por primera vez por la FAO en la Conferencia Técnica sobre Contaminación Marina y sus Efectos en los Recursos Vivos en 1970. Posterior a ello, se dio relevancia al estudio de contaminación de los ríos realizando investigaciones y conferencias dando a conocer sus efectos en las áreas costeras manifestando la necesidad urgente de aplicar enfoques integrados para la gestión del medio ambiente marino (Escobar, 2002).

En la actualidad las ciudades en proceso de desarrollo se enfrentan a una problemática de expansión desmesurada, la cual es poco proporcional de sus características morfológicas, dando como resultado un inapropiado uso de suelo, en consecuencia, la alteración de la topografía en la construcción de infraestructura vial para atender las demandas, junto con la especulación en los precios de los terrenos urbanos y la creciente demanda de viviendas, que encaminan hacia un crecimiento no viable debido a la degradación del entorno natural y sus influencias culturales en el progreso social (Saavedra y Heras, 2022).

La franja costera al ser un ambiente óptimo promueve la actividad acuícola, la cual entra en conflicto con otras actividades como el turismo, la pesca y la vida salvaje. Cabe indicar que estas interacciones no son necesariamente negativas, las sinergias que se producen en ocasiones pueden llegar a ser positivas (vertidos de aguas calientes, infraestructura, entre otras). Sin embargo, esta actividad hace uso de recursos espaciales modificando con el tiempo los cauces de los ríos (Espinosa y Bermúdez, 2012).

La morfología fluvial es el efecto creado de la interacción de sucesiones complejas, con escalas temporales y espaciales muy diversas. Los factores responsables de los ajustes y cambios morfológicos en los cauces comprenden las variaciones naturales en los regímenes de caudales y sedimentos y los cambios antrópicos como la consolidación de las márgenes y la regulación de la corriente. La respuesta morfológica de los ríos a dichos factores se exterioriza en la geometría y trazado del cauce. Identificar de manera precisa estas relaciones de causa-efecto es el primer paso para evidenciar si los impactos dominantes en un período de tiempo dado son naturales o antrópicos, los cuales son tomados posteriormente

como herramientas de gestión y planificación de cuencas (Matovelle y Heras, 2020).

En Ecuador durante la época colonial el cantón Playas Villamil fue un puerto de pescadores asentados sobre poblaciones de indígenas antiguas en el Golfo de Guayaquil. Antes de ser visitados por los puneños al mando del Cacique Túmbala, el lugar era de magnífico clima, de temperatura agradable, y su baño excelente por sus aguas cristalinas. Fue entonces cuando empezaron a llegar los primeros pobladores en frágiles embarcaciones, que en un futuro iniciaron la construcción de viviendas y el crecimiento de las actividades en Playas.

Playas Villamil está ubicada en la costa de Ecuador. Este cantón pertenece a la provincia del Guayas, en el lado oeste del Golfo de Guayaquil. Debido a la producción de peces y mariscos que provee sus aguas, la economía se sustenta principalmente en la pesca, camaronerías y atuneras, sin dejar de mencionar el turismo que se suscita en el lugar (Asociación de Municipalidades Ecuatorianas, 2019).

La superficie del cantón tiene aproximadamente 27145 ha, las cuales, el 93.17 % (~25291 ha) pertenecen a áreas con fines de protección y conservación, tierras improductivas, uso antrópico (área en proceso de urbanización, centros poblados, entre otros) y agua, mientras que el 6.78 % (~1840 ha) se dedica a las actividades agrícola, acuícola, pecuaria y avícola, que se definen dentro de un sistema productor determinado (Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica [MAATE], s.f.).

De acuerdo al Geoportal del Instituto Geográfico Militar del Ecuador, IGM (2012) en la capa de uso de la tierra del año 2012, se visualiza la principal superficie ocupada de la zona rural que es destinada a la actividad camaronera con el 5.37 % del total cantonal, representadas por la presencia de laboratorios dedicados a la obtención de larvas de camarón y piscinas de producción de camarón. Sin embargo, de las cuatro zonas homogéneas dentro del cantón, dos se han identificado exclusivamente a la industria acuícola, la cual se sitúa en la línea costera del Pacífico, en los sectores sur (Santa María, Los Ceibos) y en la parte norte Pampas de Vigía, Pampas de los Tambos (Ver Anexo N° 1).

1.1 Antecedente del problema

La expansión urbana, junto con el desarrollo de la actividad acuícola, ha tenido un impacto significativo en los ecosistemas de ríos y esteros en zonas costeras de Ecuador, siendo el cantón Playas Villamil un caso relevante. La intervención humana en los cauces naturales, principalmente para adecuar terrenos para la acuicultura y las áreas residenciales, produce cambios en la estructura y dinámica de los ríos y esteros, modificando los patrones de flujo y la calidad de los cuerpos de agua (Bohórquez y Mariduea, 2013). En este contexto, el uso intensivo de suelos y la construcción de infraestructura para la acuicultura provocan la sedimentación de cauces, la reducción de la capacidad de amortiguación natural de inundaciones y el desgaste de canales naturales, afectando negativamente la biodiversidad local y los servicios ecosistémicos.

A nivel regional, estudios han documentado que la expansión acuícola puede llevar a la pérdida de hábitats esenciales, como los manglares los cuales cumplen un papel fundamental en la filtración de contaminantes y la protección contra inundaciones. La degradación de estos hábitats contribuye a que los ríos y esteros se sobrecarguen de nutrientes y sedimentos, ocasionando procesos de eutrofización que alteran la biodiversidad y disminuyen la calidad del agua (Buschmann, 2001). Estos cambios también afectan directamente a las comunidades locales, ya que incrementan los riesgos de inundación, erosión de la tierra y disminución de la disponibilidad de agua limpia.

Específicamente en el cantón Playas Villamil, la acuicultura se ha convertido en una de las actividades económicas más importantes; Sin embargo, su crecimiento no planificado ha intensificado la presión sobre los sistemas fluviales y estuarios, generando conflictos ambientales y sociales debido a la reducción de la calidad del agua y la disminución de la capacidad de los ríos y esteros para soportar variaciones en el flujo de agua (Altamirano, 2022). Estos problemas son agravados por la falta de un marco regulatorio estricto en cuanto a la sostenibilidad de la acuicultura y el uso del suelo en el cantón.

Dicho esto, es esencial evaluar los efectos de esta expansión en el equilibrio ecológico de los ríos y esteros de la región. El análisis de los cambios en los cauces y en la calidad del agua puede proporcionar datos relevantes para el desarrollo de políticas públicas orientadas a la gestión sostenible de los recursos hídricos en

Playas Villamil y para la implementación de medidas de mitigación que benefician tanto a los habitantes como al entorno natural.

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

La rica diversidad de los ecosistemas marinos en las zonas costeras desempeña un papel fundamental en la biodiversidad regional y el bienestar de la población. No obstante, el crecimiento urbano y la actividad acuícola, como manifestaciones de las actividades antropogénicas, afectan de manera directa o indirecta la sostenibilidad de estos ecosistemas. La urbanización, en particular, ejerce una influencia significativa en la estructura y función de los humedales costeros, siendo una de las principales causas de su pérdida en áreas metropolitanas (Paşca, 2017).

Los impactos combinados de la urbanización conllevan a la reducción, alteración y fragmentación de estos ecosistemas, resultando en la pérdida directa de hábitats y afectando la estructura y función de los humedales costeros, especialmente en lo que respecta al régimen hidrológico, un factor clave en la dinámica de estos espacios. El crecimiento constante de la población en la franja costera implica que los humedales seguirán enfrentando impactos en aumento, subrayando la importancia de abordar estos fenómenos desde una perspectiva temporal (Barragán y Andrés, 2016).

El cantón Playas Villamil, desde su parroquialización en 1910, ha experimentado un crecimiento poblacional que ha desencadenado una serie de actividades antrópicas, conduciendo al deterioro progresivo de sus recursos naturales. Este deterioro ha llevado a las autoridades a buscar soluciones a problemas como la declinación agrícola y ganadera en El Morro desde la década de los 40, la tala de manglares para la construcción de piscinas camaroneras en Data y Puerto El Morro, el uso indebido y falta de mantenimiento de las playas, así como la contaminación causada por la expansión urbana y la actividad acuícola, incluida la evisceración de mariscos (Iturraspe et. al, 2021).

Además, se han registrado problemas como la degradación ambiental, la falta de alcantarillados pluvial y sanitario debido a la descarga de desechos sólidos en los cursos de agua, y la contaminación del canal de El Morro con hidrocarburos de petróleo por parte de las flotas camaroneras y cerqueras. Estos desafíos llevaron a la implementación del Plan de Manejo de la ZEM (Zona Especial de Manejo)

Playas-Posorja-Puerto El Morro entre 1990 y 1993, que incluyó levantamientos de perfiles e informes técnicos (Programa de Manejo de Recursos Costeros, 1993).

A pesar de los esfuerzos previos, el cantón enfrenta actualmente problemas similares a los documentados en esa época. Los medios de comunicación informan constantemente sobre inundaciones debido a precipitaciones, contaminación por aguas negras desbordadas en zonas urbanas y rurales, y la evidente desaparición de cuerpos de agua debido a actividades humanas. Este contexto resalta la necesidad crítica de abordar de manera integral los impactos de la expansión urbana y la actividad acuícola en los cauces de ríos y esteros en el cantón Playas Villamil (Vélez et. al, 2023).

1.2.2 Formulación del problema

¿Cómo la expansión urbana impulsada por la actividad acuícola en el cantón Playas Villamil ha alterado los cauces naturales de los ríos y esteros?

1.3 Justificación de la investigación

En la investigación realizada por Lozano (2020) nos da a conocer la ubicación estratégica del cantón Playas Villamil en la Provincia del Guayas, con su extensión territorial de 280 km² y límites con los cantones Guayaquil y Santa Elena al norte y este, y el Océano Pacífico al sur y oeste, lo convierte en un enclave vital. La franja marina de dos kilómetros de ancho frente a la costa, diseñada para proteger los ecosistemas costeros y marinos, refleja el compromiso ambiental de la región.

La actividad acuícola, consiste en la cría y cultivo de especies acuáticas, tienen un impacto significativo en el medio ambiente. Uno de los impactos más importantes es el cambio en los cauces de los ríos y esteros. Cuando los ríos y esteros se ven afectados por la actividad acuícola, se pueden producir cambios en su geología, morfología, hidrología y calidad del agua. Estos cambios pueden tener un impacto negativo en el ambiente y en las actividades humanas que dependen de estos sistemas naturales.

En el cantón Playas Villamil la actividad acuícola es una actividad económica importante que genera empleo. Sin embargo, esta actividad también puede tener un impacto negativo en los ecosistemas acuáticos, debido a la construcción de infraestructura para la producción de camarón y tilapia.

Los ríos y esteros son fuentes de agua, alimentos, recreación y transporte. También desempeñan un papel importante en el control de inundaciones y la

regulación del clima. La expansión urbana, por su parte, es un proceso natural que se produce por el crecimiento de la población y el desarrollo económico. Sin embargo, este proceso puede tener un impacto en los ecosistemas acuáticos. La necesidad de comprender y mitigar los impactos de la expansión urbana y la actividad acuícola en estos entornos se vuelve imperativa, ya que la modificación de los cauces puede incrementar el riesgo de inundaciones, amenazando la seguridad de los residentes y sus propiedades. En este estudio se utilizan imágenes satelitales y en la metodología empleada a través de Sistemas de Información Geográfica de tipo Software libre se propone revelar los cambios en los cauces de los ríos a lo largo de los años, especialmente influenciados por la expansión urbana.

La finalidad última de esta investigación es proporcionar una base de conocimiento que sea relevante para la comunidad local y que sirva como catalizador para medidas gubernamentales. La proyección de las imágenes satelitales no solo evidenciará el impacto de las actividades antropogénicas en los cauces de los ríos, sino que también contribuirá a orientar decisiones y políticas que fomenten la sostenibilidad ambiental y la seguridad de la población en el cantón Playas Villamil.

1.4 Delimitación de la investigación

Espacio: En el cantón Playas Villamil, ubicado al suroeste de la Provincia del Guayas en Ecuador (Anexo N° 2), fue el escenario principal donde se desarrolló el trabajo de titulación. Las coordenadas geográficas son latitud -2.63199 y longitud -80.38808 (Geodatos, 2024).

Tiempo: El periodo a considerar dentro del estudio fue de 4 meses, durante los cuales se llevaron a cabo diversas actividades de recopilación de datos y análisis.

Población: La población objetivo de la investigación estuvo conformada por los habitantes, autoridades locales y actores relevantes del cantón Playas Villamil. Además, se consideró información de entidades gubernamentales, instituciones ambientales y aquellos involucrados directamente en la gestión y planificación del desarrollo urbano y la actividad acuícola en la región. El número de habitantes es de 58 768 habitantes (Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC], 2022).

1.5 Objetivo General

Examinar cambios morfológicos en los cauces de los ríos por expansión urbana y actividades acuícola mediante SIG para propuestas de medidas de conservación de la red hidrográfica remanentes en el cantón Playas Villamil.

1.6 Objetivos específicos

- Analizar información secundaria de las afectaciones a los cauces de ríos y esteros para la delimitación de línea base.
- Cuantificar la longitud de red hidrográfica en los cauces de ríos y esteros mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG).
- Proponer estrategias de conservación basadas en los resultados del análisis SIG para los cauces de ríos y esteros que aún permanecen sin afectaciones.

1.7 Hipótesis

La expansión urbana impulsada por la actividad acuícola en el cantón Playas Villamil, ha generado alteraciones en la morfología y la extensión de los cauces de ríos y esteros.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Estado del arte

Saavedra y Heras (2022) destaca la importancia de examinar la interacción entre las sociedades prehispánicas y su evolución urbana en América Latina. El enfoque que refleja proporciona pautas esenciales para comprender cómo gestionar el desarrollo social, considerando el territorio como base fundamental. Las ciudades situadas en zonas de media montaña han sido objeto de numerosos estudios que exploran cómo las dificultades geográficas influyen en el progreso social, analizando tanto su fondo como su forma. Se ha reconocido la imperante necesidad de llevar a cabo una expansión urbana, la cual lamentablemente conlleva a la pérdida de valiosos espacios públicos en la ciudad. En consecuencia, el resultado de la investigación orienta hacia la formulación de una propuesta que aborde estos aspectos desde una perspectiva integral y relacionada, tomando en cuenta la expansión del área urbana de la ciudad. Para lograr esto, se sugiere implementar normativas que fomenten la densificación urbana, considerando la ciudad como un todo interconectado.

El estudio realizado por Pascual et al., (2022) demuestra que los cambios en los cauces de los ríos y esteros por expansión urbana debido a la actividad acuícola son un problema importante, ya que estos cambios tienen un impacto significativo en el desarrollo económico y social. Además, la pérdida de biodiversidad afecta a la pesca, una actividad económica importante. La alteración de la dinámica de los ecosistemas puede provocar la disminución de la calidad del agua, lo que afecta a la salud humana y al turismo. El aumento de la vulnerabilidad a las inundaciones provoca daños a la propiedad y a la infraestructura, lo que puede tener un impacto negativo en la economía local.

La rápida urbanización de las cuencas, especialmente en el Gran Concepción chileno, ha alterado significativamente los patrones hidrológicos, afectando los volúmenes de agua durante episodios lluviosos. En el estudio de Vidal y Romero (2010) analiza la expansión urbana en las cuencas de los ríos Bío-bío y Andalién entre 1955 y 2007, identificando cambios en sistemas hídricos y su conexión con riesgos naturales. Se evidencia un notable crecimiento urbano a expensas de áreas naturales, provocando modificaciones en la escorrentía y en la geometría del drenaje. Además, se observa una mayor vulnerabilidad a

inundaciones y anegamientos, directamente asociada con el proceso de urbanización.

En las últimas cuatro décadas, el delta del Patía ha experimentado cambios morfológicos notables debido a la influencia humana. Estos cambios han sido analizados en el estudio de Parra y Restrepo (2014). El desvío del río ha provocado variaciones significativas en el flujo fluvial y sedimentación, resultando en tasas de erosión costera de hasta 70 metros por año. Además, se ha observado la dulcificación de los estuarios en el lóbulo norte, con la migración de la zona de salinidad baja aguas abajo, y cambios en la cobertura vegetal del Parque Nacional Natural Sanquianga, con incrementos del 42% en la vegetación de agua dulce y una disminución del 31% en la cobertura de manglar en 15 años. Estos hallazgos resaltan la importancia de las actividades humanas como agentes de cambio en los sistemas deltaicos, enfatizando la necesidad de estudios más profundos para desarrollar estrategias efectivas de manejo y conservación.

En el estudio realizado por Alfaro (2011), se utilizaron técnicas avanzadas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y sensores remotos, respaldadas por verificaciones en campo para identificar coberturas/ usos de la tierra. Estas coberturas se compararon con el mapa de ecosistemas de Centroamérica y la cobertura vegetal de PROGOLFO. Los resultados revelaron que los ecosistemas naturales en la región están altamente fragmentados, y una parte significativa carece de una categoría de manejo. Se identificaron amenazas relevantes derivadas de presiones por cambio de cobertura/ uso, principalmente asociadas al deterioro y la deforestación, causados por una variedad de factores, incluyendo la agricultura, la ganadería y la urbanización. Además, se subrayó que los cambios en la cobertura/ uso de la tierra en los últimos años han tenido un impacto predominante en la vegetación arbórea y arbustiva.

Esquivel (2020), indica las técnicas de observación, mapeo y dialogo con los colaboradores y habitantes circundantes a la zona de estudio, donde gran información fue proporcionada a través del INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos), SIN (Sistema Nacional de Información), INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología) y del PDOT (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón el Triunfo) y cartografía base proporcionada por el MAEE. Se elaboró el Plan de Manejo Ambiental (PMA), según las leyes y regulaciones ambientales vigentes en Ecuador, estructuradas con medidas de control,

prevención y mitigación que deben cumplirse con cabalidad para proteger al medio ambiente satisfaciendo las necesidades de las presentes y futuras generaciones.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Suelo

El suelo es un cuerpo tridimensional y complejo, cuya formación resulta de la interacción de cinco factores principales: el material parental, la geomorfología, los organismos vivos, el clima y el tiempo. Estos factores, conocidos como los factores formadores del suelo, actúan de forma conjunta y continua, originando una amplia variedad de tipos de suelos con características físicas, químicas y biológicas únicas (Instituto Cartográfico y Geológico de Cataluña [ICGC], 2019).

Sin embargo, desde una perspectiva física y funcional, los suelos son sistemas abiertos y dinámicos, con interacciones constantes entre sus tres fases: sólida, líquida y gaseosa, que les otorgan una estructura única y multifacética:

- 1) **La fase sólida:** Compuesta por compuestos inorgánicos (minerales primarios y secundarios derivados de la meteorización de rocas) y compuestos orgánicos en diversos estados de procesamiento. Estos materiales conforman el "esqueleto" del suelo, cuya disposición genera espacios vacíos ocupados de manera dinámica por las fases líquida y gaseosa (ICGC, 2019).
- 2) **La fase líquida:** También denominada agua del suelo, es la solución acuosa constituida por agua en estado líquido (o gel) y diversas sustancias en solución o suspensión, cuya composición varía considerablemente (ICGC, 2019).
- 3) **La fase gaseosa:** Conocida como aire o atmósfera del suelo, es una mezcla de gases que llena los espacios vacíos no ocupados por el agua y se mueve por difusión, impulsada por los gradientes de concentración en distintas zonas del suelo (ICGC, 2019).

2.2.2 Agua

El agua es un elemento esencial para la vida en la Tierra, desempeñando un papel fundamental en la supervivencia de los seres vivos, el mantenimiento de los ecosistemas y el desarrollo de las actividades humanas. La comprensión de sus características y su importancia en la vida cotidiana es crucial para promover su uso sostenible y proteger este recurso invaluable (Maceira y González, 2021).

2.2.2.1. Importancia del agua en ecosistemas fluviales

Sierra (2011) afirma que “el agua no solo es esencial, sino fundamental para la existencia de cada individuo que compone la complejidad del planeta Tierra” (pág. 47). Desde los albores de la civilización, el ser humano ha buscado establecerse en las cercanías de fuentes de agua, reconociendo instintivamente su importancia vital. El papel del agua va más allá de ser un recurso necesario para la supervivencia cotidiana; es intrínseco al mismo origen de la vida.

La vida emergió de las profundidades acuosas, y esta conexión elemental persiste en cada ser vivo presente en nuestro planeta. Prieto (2004) establece que “el 72% del cuerpo de cualquier organismo se compone de agua” (pág. 4). Lo que subraya la vitalidad y omnipresencia de este elemento en la biología y la supervivencia de todas las formas de vida conocidas.

Esta dependencia del agua no solo se limita a la biología individual, sino que se extiende a la estructura misma de los ecosistemas y comunidades humanas. La disponibilidad de agua ha sido un factor crítico en la formación y desarrollo de asentamientos humanos, influyendo en la geografía y en la configuración de sociedades a lo largo de la historia. Así, la relación entre el ser humano y el agua trasciende lo meramente físico para convertirse en un componente integral de la historia, la cultura y la sostenibilidad de la vida en la Tierra.

2.2.3 Clasificación de los cuerpos de agua.

Debido al ciclo hidrológico, los cuerpos de agua se encuentran interconectados. Sierra (2011) define los diferentes cuerpos de agua que componen el planeta Tierra:

2.2.3.1. Ríos

2.2.3.2. Esteros

2.2.3.3. Ciénegas

2.2.3.4. Estuarios

2.2.4 Impacto de la Expansión urbana en Sistemas Fluviales y Estuarinos

La expansión urbana tiene consecuencias significativas en los sistemas fluviales y estuarinos, ya que altera su dinámica natural, afectando tanto los cauces como la calidad del agua y los hábitats asociados. La construcción de infraestructuras, la impermeabilización de suelos y el incremento de residuos y aguas residuales son algunas de las principales causas de estas alteraciones. Estos cambios pueden llevar a una pérdida de biodiversidad, una mayor

vulnerabilidad a las inundaciones y modificaciones en el ciclo hidrológico natural de la región (Pirchi et. al, 2023).

2.2.4.1. Expansión urbana y su efecto en la dinámica de los cauces.

2.2.4.2. Modificaciones en el flujo y sedimentación debido a la urbanización.

2.2.5 Efectos de la actividad acuícola en ecosistemas hídricos.

La actividad acuícola tiene efectos considerables en los ecosistemas hídricos, que incluyen alteraciones en la calidad del agua, la estructura de las comunidades biológicas y el equilibrio ecológico de ríos y esteros. La introducción de nutrientes, químicos y materiales residuales en cuerpos de agua contiguos a zonas acuícolas influye directamente en la composición y funcionamiento de estos sistemas. Estas prácticas, si no son controladas adecuadamente, pueden ocasionar problemas como la eutrofización, disminución de oxígeno disuelto y cambios en la estructura de las poblaciones de flora y fauna acuáticas (Maulu, 2021).

El establecimiento de actividades acuícolas en áreas naturales también supone una transformación del hábitat, ya que requiere la modificación de zonas de manglares, estuarios y riberas para la instalación de estanques o jaulas. Estas modificaciones conllevan a la pérdida de hábitats críticos para diversas especies, especialmente en áreas de reproducción y alimentación de peces, crustáceos y aves, lo cual afecta la biodiversidad y altera los ciclos biológicos y migratorios (Rojas y Salazar, 2018).

2.2.5.1. Cambios en la calidad del agua y biodiversidad debido a prácticas acuícolas.

2.3 Marco legal

2.3.1 Constitución de la República del Ecuador

Publicada en el Registro Oficial No. 449 del 20 de octubre del 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 (pág. 4).

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 (pág. 14).

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.

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 (pág. 14).

ORGANIZACIÓN TERRITORIAL DEL ESTADO

CAPÍTULO CUARTO

RÉGIMEN DE COMPETENCIAS

Art. 264.- Los gobiernos municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley:

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 (pág. 88).

En el ámbito de sus competencias y territorio, y en uso de sus facultades, expedirán ordenanzas cantonales.

RÉGIMEN DEL BUEN VIVIR

CAPÍTULO II

BIODIVERSIDAD Y RECURSOS NATURALES

Sección primera: Naturaleza y ambiente

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:

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.

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 (pág. 116).

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 (pág. 119).

Sección séptima: Biosfera, ecología urbana y energías alternativas

Art. 413.- El Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto y que no pongan en riesgo la soberanía alimentaria, el equilibrio ecológico de los ecosistemas ni el derecho al agua (pág. 119).

Código orgánico integral penal (COIP)

Sección segunda

Delitos contra los recursos naturales

Artículo 251.- Delitos contra el agua. La persona que, contraviniendo la normativa vigente, contamine, desee o altere los cuerpos de agua, vertientes, fuentes, caudales ecológicos, aguas naturales afloradas o subterráneas de las cuencas hidrográficas y en general los recursos hidrobiológicos o realice descargas en el mar provocando daños graves, será sancionada con una pena privativa de libertad de tres a cinco años.

Se impondrá el máximo de la pena si la infracción es perpetrada en un espacio del Sistema Nacional de Áreas Protegidas o si la infracción es perpetrada con ánimo de lucro o con métodos, instrumentos o medios que resulten en daños extensos y permanentes.

Artículo 252. - Delitos contra suelo. La persona que, contraviniendo la normativa vigente, en relación con los planes de ordenamiento territorial y ambiental, cambie el uso del suelo forestal o el suelo destinado al mantenimiento y conservación de ecosistemas nativos y sus funciones ecológicas, afecte o dañe su capa fértil, cause erosión o desertificación, provocando daños graves, será sancionada con pena privativa de libertad de tres a cinco años.

Se impondrá el máximo de la pena si la infracción es perpetrada en un espacio del Sistema Nacional de Áreas Protegidas o si la infracción es perpetrada con ánimo de lucro o con métodos, instrumentos o medios que resulten en daños extensos y permanentes.

2.3.2 Código orgánico integral penal (COIP)

2.3.2.1. Codificación de la ley de gestión ambiental

2.3.3 Codificación de la ley de aguas.

Publicada en Registro Oficial N° 305 -- miércoles 6 de agosto de 2014.

Título II: Recursos hídricos

Capítulo I: Definición, infraestructura y clasificación de los recursos hídricos

Art. 11.- Infraestructura hidráulica. - Se consideran obras o infraestructura hidráulica las destinadas a la captación, extracción, almacenamiento, regulación,

conducción, control y aprovechamiento de las aguas así como al saneamiento, depuración, tratamiento y reutilización de las aguas aprovechadas y las que tengan como objeto la recarga artificial de acuíferos, la actuación sobre cauces, corrección del régimen de corrientes, protección frente a avenidas o crecientes, tales como presas, embalses, canales, conducciones, depósitos de abastecimiento a poblaciones, alcantarillado, colectores de aguas pluviales y residuales, instalaciones de saneamiento, depuración y tratamiento, estaciones de aforo, piezómetros, redes de control de calidad así como todas las

Art. 12.- Protección, recuperación y conservación de fuentes.- El Estado, los sistemas comunitarios, juntas de agua potable y juntas de riego, los consumidores y usuarios, son corresponsables en la protección, recuperación y conservación de las fuentes de agua y del manejo de páramos así como la participación en el uso y administración de las fuentes de aguas que se hallen en sus tierras, sin perjuicio de las competencias generales de la Autoridad Única del Agua de acuerdo con lo previsto en la Constitución y en esta Ley.

La Autoridad Única del Agua, los Gobiernos Autónomos Descentralizados, los usuarios, las comunas, pueblos, nacionalidades y los propietarios de predios donde se encuentren fuentes de agua, serán responsables de su manejo sustentable e integrado, así como de la protección y conservación de dichas fuentes, de conformidad con las normas de la presente Ley y las normas técnicas que dicte la Autoridad Única del Agua, en coordinación con la Autoridad Ambiental Nacional y las prácticas ancestrales.

El Estado en sus diferentes niveles de gobierno destinará los fondos necesarios y la asistencia técnica para garantizar la protección y conservación de las fuentes de agua y sus áreas de influencia.

En caso de no existir usuarios conocidos de una fuente, su protección y conservación la asumirá la Autoridad Única del Agua en coordinación con los Gobiernos Autónomos Descentralizados en cuya jurisdicción se encuentren, siempre que sea fuera de un área natural protegida.

El uso del predio en que se encuentra una fuente de agua queda afectado en la parte que sea necesaria para la conservación de la misma. A esos efectos, la Autoridad Única del Agua deberá proceder a la delimitación de las fuentes de agua y reglamentariamente se establecerá el alcance y límites de tal afectación.

Los propietarios de los predios en los que se encuentren fuentes de agua y los usuarios del agua estarán obligados a cumplir las regulaciones y disposiciones técnicas que en cumplimiento de la normativa legal y reglamentaria establezca la Autoridad Única del Agua en coordinación con la Autoridad Ambiental Nacional para la conservación y protección del agua en la fuente.

Art. 13.- Formas de conservación y de protección de fuentes de agua. - Constituyen formas de conservación y protección de fuentes de agua: las servidumbres de uso público, zonas de protección hídrica y las zonas de restricción.

Los terrenos que lindan con los cauces públicos están sujetos en toda su extensión longitudinal a una zona de servidumbre para uso público, que se regulará de conformidad con el Reglamento y la Ley.

Para la protección de las aguas que circulan por los cauces y de los ecosistemas asociados, se establece una zona de protección hídrica. Cualquier aprovechamiento que se pretenda desarrollar a una distancia del cauce, que se definirá reglamentariamente, deberá ser objeto de autorización por la Autoridad Única del Agua, sin perjuicio de otras autorizaciones que procedan.

Las mismas servidumbres de uso público y zonas de protección hídrica existirán en los embalses superficiales.

En los acuíferos se delimitarán zonas de restricción en las que se condicionarán las actividades que puedan realizarse en ellas en la forma y con los efectos establecidos en el Reglamento a esta Ley.

Art. 14.- Cambio de uso del suelo. El Estado regulará las actividades que puedan afectar la cantidad y calidad del agua, el equilibrio de los ecosistemas en las áreas de protección hídrica que abastecen los sistemas de agua para consumo humano y riego; con base en estudios de impacto ambiental que aseguren la mínima afectación y la restauración de los mencionados ecosistemas.

Título III: Derechos, garantías y obligaciones

Capítulo III: Derechos de la naturaleza

Art. 64.- Conservación del agua. La naturaleza o Pacha Mama tiene derecho a la conservación de las aguas con sus propiedades como soporte esencial para todas las formas de vida.

En la Codificación de la ley de aguas (2014) indica que la conservación del agua, la naturaleza tiene derecho a:

- a) La protección de sus fuentes, zonas de captación, regulación, recarga, afloramiento y cauces naturales de agua, en particular, nevados, glaciares, páramos, humedales y manglares;
- b) El mantenimiento del caudal ecológico como garantía de preservación de los ecosistemas y la biodiversidad;
- c) La preservación de la dinámica natural del ciclo integral del agua o ciclo hidrológico;
- d) La protección de las cuencas hidrográficas y los ecosistemas de toda contaminación; y,
- e) La restauración y recuperación de los ecosistemas por efecto de los desequilibrios producidos por la contaminación de las aguas y la erosión de los suelos.

Art. 66.- Restauración y recuperación del agua. La restauración del agua será independiente de la obligación del Estado y las personas naturales o jurídicas de indemnizar a los individuos y colectivos afectados por la contaminación de las aguas o que dependan de los ecosistemas alterados. La indemnización económica deberá ser invertida en la recuperación de la naturaleza y del daño ecológico causado; sin perjuicio de la sanción y la acción de repetición que corresponde. Si el daño es causado por alguna institución del Estado, la indemnización se concretará en obras.

2.3.4 Código orgánico ambiental (COA)

Libro Segundo: Patrimonio natural

Título I: Conservación de la Biodiversidad

Art. 30.- Objetivos del Estado. - Los objetivos del Estado relativos a la biodiversidad son:

- 1) Conservar y usar la biodiversidad de forma sostenible;
- 2) Mantener la estructura, la composición y el funcionamiento de los ecosistemas, de tal manera que se garantice su capacidad de resiliencia y su la posibilidad de generar bienes y servicios ambientales;
- 3) Establecer y ejecutar las normas de bioseguridad y las demás necesarias para la conservación, el uso sostenible y la restauración de la biodiversidad y de sus componentes, así como para la prevención de la contaminación, la

- pérdida y la degradación de los ecosistemas terrestres, insulares, oceánicos, marinos, marino costeros y acuáticos;
- 4) Regular el acceso a los recursos biológicos, así como su manejo, aprovechamiento y uso sostenible;
 - 5) Proteger los recursos genéticos y sus derivados y evitar su apropiación indebida;
 - 6) Regular e incentivar la participación de personas, comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades en la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad, así como en la distribución justa y equitativa de los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos;
 - 7) Adoptar un enfoque integral y sistémico que considere los aspectos sociales, económicos, y ambientales para la conservación y el uso sostenible de cuencas hidrográficas y de recursos hídricos, en coordinación con la Autoridad Única del Agua;
 - 8) Promover la investigación científica, el desarrollo y transferencia de tecnologías, la educación e innovación, el intercambio de información y el fortalecimiento de las capacidades relacionadas con la biodiversidad y sus productos, para impulsar la generación del bio-conocimiento;
 - 9) Contribuir al desarrollo socioeconómico del país y al fortalecimiento de la economía popular y solidaria, con base en la conservación y el uso sostenible de los componentes y de la biodiversidad y mediante el impulso de iniciativas de biocomercio y otras;
 - 10) Proteger y recuperar el conocimiento tradicional, colectivo y saber ancestral de las comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades asociados con la biodiversidad, e incorporar dichos saberes y conocimientos en la gestión de las políticas públicas relacionadas con la biodiversidad, y;

Art. 31.- De la conservación de la biodiversidad. - La conservación de la biodiversidad se realizará in situ o ex situ, en función de sus características ecológicas, niveles de endemismo, categoría de especies amenazadas de extinción, para salvaguardar el patrimonio biológico de la erosión genética, conforme a la política formulada por la Autoridad Ambiental Nacional.

2.3.5 Objetivos de Desarrollo Sostenible

Los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible— aprobada por los dirigentes mundiales en septiembre de 2015 en una cumbre histórica de las Naciones Unidas — entraron en vigor oficialmente el 1 de enero de 2016. Con estos nuevos Objetivos de aplicación universal, en los próximos 15 años los países intensificarán los esfuerzos para poner fin a la pobreza en todas sus formas, reducir la desigualdad y luchar contra el cambio climático garantizando, al mismo tiempo, que nadie se quede atrás.

A pesar de que los ODS no son jurídicamente obligatorios, se espera que los gobiernos los adopten como propios y establezcan marcos nacionales para el logro de los 17 objetivos. Los países tienen la responsabilidad primordial del seguimiento y examen de los progresos conseguidos en el cumplimiento de los objetivos, para lo cual será necesario recopilar datos de calidad, accesibles y oportunos. Las actividades regionales de seguimiento y examen se basarán en análisis llevados a cabo a nivel nacional y contribuirán al seguimiento y examen a nivel mundial.

Objetivo 6: Agua Limpia y Saneamiento

El agua libre de impurezas y accesible para todos es parte esencial del mundo en que queremos vivir. Hay suficiente agua dulce en el planeta para lograr este sueño.

La escasez de recursos hídricos, la mala calidad del agua y el saneamiento inadecuado influyen negativamente en la seguridad alimentaria, las opciones de medios de subsistencia y las oportunidades de educación para las familias pobres en todo el mundo. La sequía afecta a algunos de los países más pobres del mundo, recrudece el hambre y la desnutrición. Para 2050, al menos una de cada cuatro personas probablemente vivas en un país afectado por escasez crónica y reiterada de agua dulce.

Objetivo 11: Ciudades y Comunidades Sostenibles

Las ciudades son hervideros de ideas, comercio, cultura, ciencia, productividad, desarrollo social y mucho más. En el mejor de los casos, las ciudades han permitido a las personas progresar social y económicamente. Ahora bien, son muchos los problemas que existen para mantener ciudades de manera que se sigan creando empleos y prosperidad sin ejercer presión sobre la tierra y los recursos. Los problemas comunes de las ciudades son la congestión, la falta de fondos para prestar servicios básicos, la escasez de vivienda adecuada y el deterioro de la infraestructura. Los problemas que enfrentan las ciudades se pueden vencer de manera que les permita seguir prosperando y creciendo, y al mismo tiempo aprovechar mejor los recursos y reducir la contaminación y la pobreza.

Objetivo 14: Vida Submarina

Los océanos del mundo – su temperatura, química, corrientes y vida – mueven sistemas mundiales que hacen que la Tierra sea habitable para la humanidad.

Nuestras precipitaciones, el agua potable, el clima, el tiempo, las costas, gran parte de nuestros alimentos e incluso el oxígeno del aire que respiramos provienen, en última instancia del mar y son regulados por este. Históricamente, los océanos y los mares han sido cauces vitales del comercio y el transporte. La gestión prudente de este recurso mundial esencial es una característica clave del futuro sostenible.

Objetivo 15: Vida de Ecosistemas Terrestres

El 30% de la superficie terrestre está cubierta por bosques y estos, además de proporcionar seguridad alimentaria y refugio, son fundamentales para combatir el cambio climático, pues protegen la diversidad biológica y las viviendas de la población indígena. Cada año desaparecen 13 millones de hectáreas de bosque y la degradación persistente de las zonas áridas ha provocado la desertificación de 3.600 millones de hectáreas.

La deforestación y la desertificación –provocadas por las actividades humanas y el cambio climático– suponen grandes retos para el desarrollo sostenible y han afectado a las vidas y los medios de vida de millones de personas en la lucha contra la pobreza. Se están poniendo en marcha medidas destinadas a la gestión forestal y la lucha contra la desertificación.

2.3.6 Organización hidrográfica Internacional (OHI)

B-353 HIDROGRAFÍA TERRESTRE: RÍOS, LAGOS, GLACIARES

Las aguas interiores navegables se representarán con tanto detalle como sea posible, dependiendo de la escala de la carta. Otros ríos y lagos se representarán de manera limitada para ayudar a proporcionar una indicación general de la topografía (excepto cerca de la línea de costa, donde pueden tener relevancia directa para los navegantes). Véase sección B-400 sobre representación de ríos y estuarios navegables lo bastante anchos como para contener datos hidrográficos a la escala de la carta.

B-353.3 Los ríos intermitentes: son los que se secan parte del tiempo. El símbolo será una línea discontinua. Cuando se puedan mostrar las dos orillas, o cuando en el caso de ríos trenzados o anastomosados ("braided") la corriente normal no llene

todo el lecho del río, sino que avance en varios canales pequeños, las franjas y canales intermedios se representarán mediante líneas discontinuas. Se mantendrá el color de tierra en esos ríos.

B-405 DATUM DE LA CARTA

B-405.6 Ríos y estuarios: En las escalas mayores, a veces puede ser deseable incluir un diagrama indicando por tramos, los cambios del datum de la carta.

Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (2012)

La UNCLOS es un tratado internacional que establece el marco jurídico para el uso de los océanos y mares. La UNCLOS incluye disposiciones sobre la protección del medio marino, que se aplican a los ríos y esteros.

Art. 9.- Desembocadura de los ríos: Si un río desemboca directamente en el mar, la línea de base será una línea recta trazada a través de la desembocadura entre los puntos de la línea de bajamar de sus orillas.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Enfoque de la investigación

Para abordar de manera integral el estudio de cambios en los cauces de ríos y esteros por expansión urbana y actividad acuícola en el cantón Playas Villamil, se adoptará un enfoque multidisciplinario. Este enfoque considera la intersección de disciplinas como la geografía, la planificación urbana, la ecología fluvial

Desde la perspectiva de la geomática, se emplearon técnicas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) para cuantificar con los cambios morfológicos en los cauces, proporcionando una base gráfica para el análisis. La planificación urbana aportará una visión contextualizada de la expansión urbana en la región, mientras que la ecología fluvial se enfocará en comprender los impactos ambientales y ecológicos de la actividad acuícola en los cauces de ríos y esteros.

Este enfoque multidisciplinario se complementará con un componente cualitativo que se sumergirá en la información secundaria para contextualizar las afectaciones identificadas. Además, se explorarán enfoques participativos que involucren a la comunidad local, autoridades y actores clave, aportando percepciones valiosas sobre las dinámicas socioeconómicas y ambientales.

3.1.1 Tipo de investigación

3.1.1.1. Investigación bibliográfica

3.1.1.2. Investigación descriptiva

3.1.2 Diseño de investigación

La investigación es de tipo no experimental, sin embargo, se enfoca en una propuesta investiga transversal en lo que se presentara principalmente en la delimitación de la línea base con la información que se obtenga de las afectaciones de los cauces de ríos y esteros, se procederá a realizar un análisis de los datos los cuales se presentara a través de mapas realizados por SIG de software libre, en base a esto se propondrá estrategias de conservación para abordar las alteraciones identificadas en los cauces de ríos y esteros del Cantón General Villamil Playas.

3.2 Metodología

Para la realización del objetivo 1 (Análisis de información secundaria de las afectaciones a los cauces de ríos y esteros para la delimitación de la línea base) se utilizó un mapa topográfico del año 1980 del Instituto Geográfico militar y se utilizara

información de Google Earth Pro para el seguimiento de imágenes de diferentes años.

La información utilizada para la digitalización de los cuerpos de agua de los ríos y esteros corresponde a la hoja del IGM 1:50.000 del año 1980 la cual será utilizada como línea base.

Para la actualización de la red hidrográfica de cada año estudiado 1980, 2004 y 2022 se ejecutó con respecto a la línea base, transformándolo a archivo KML para corroborar en Google Earth Pro el aumento o disminución de los ríos que hayan desaparecido, finalmente digitalizando en el Sistema de Información Geográfico utilizado.

Para el desarrollo del objetivo 2 (cuantificar la longitud de red hidrográfica en los cauces de ríos y esteros mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG)) se hará la cuantificación de pérdidas de longitud de ríos y esteros mediante cálculos de sistema de información geográfica tomando en cuenta la longitud de cauces de ríos y esteros para cada año, para su posterior comparación.

Para la elaboración de pérdidas y ganancias se elaborará una tabla donde se plasmarán respectivamente para cada año obteniendo así la mayor variación.

En la ejecución del objetivo 3 (proponer estrategias de conservación basadas en los resultados del análisis SIG para los cauces de ríos y esteros que aún permanecen sin afectaciones) se basará en información del Gobierno Autónomo Descentralizado de Playas y en las evidencias encontradas para elaborar estrategias para la conservación de los ríos y esteros.

3.2.1 Variables

3.2.1.1. Variable independiente

3.2.1.2. Variable dependiente

3.2.2 Matriz de operacionalización de variables

Tabla 1.

Matriz de Variable Independiente.

Variabes	Tipo	Nivel de medida	Descripción
Expansión acuícola	Cuantitativa	Razón (ha)	Superficie utilizada para la acuicultura en la zona de estudio.

Expansión urbana	Cuantitativa	Razón (ha)	Superficie de expansión urbana dentro de la zona de estudio.
Tiempo	Cuantitativa	Intervalo (Años)	Período de tiempo en años en el cual se evalúan los cambios.

Elaborado por: El Autor, 2024

La tabla muestra la descripción de tres variables cuantitativas analizadas en un estudio sobre expansión territorial y temporal. Las variables son: expansión acuícola, que mide la superficie utilizada para acuicultura en hectáreas; expansión urbana, que mide la superficie destinada al crecimiento urbano también en hectáreas; y tiempo, que corresponde al período evaluado en años. El nivel de medida para las superficies es razón, mientras que para el tiempo es intervalo. Cada variable incluye una breve descripción que explica su relevancia dentro del contexto del estudio, destacando los cambios en el uso del suelo y su evolución temporal en la región.

Tabla 2.

Matriz de variable dependiente.

VARIABLES	Tipo	Nivel de medida	Descripción
Longitud de tramos con cambios	Cuantitativa	Razón (m)	Longitud de los segmentos de ríos y esteros que presentan cambios.

Elaborado por: El Autor, 2024

La tabla presenta una variable cuantitativa utilizada en el análisis de cambios en cuerpos de agua. La variable longitud de tramos con cambios mide la extensión, en metros, de segmentos de ríos y esteros que han experimentado modificaciones. Su nivel de medida es de razón, lo que permite realizar comparaciones y cálculos proporcionales. Esta variable es clave en estudios hidrológicos y ambientales, ya que facilita la identificación y cuantificación de transformaciones en cursos de agua. Su análisis contribuye a comprender procesos naturales o antropogénicos que afectan la dinámica fluvial, permitiendo evaluar impactos y desarrollar estrategias de gestión sostenible.

3.2.3 Recolección de datos

3.2.3.1. Recursos

3.2.3.2. Métodos y técnicas

3.2.4 Análisis estadístico

Se llevó a cabo el análisis estadístico de los cambios en los cauces de ríos y esteros en el cantón Playas Villamil durante el periodo 1980-2022, se emplearon diversas técnicas estadísticas descriptivas y comparativas. Se abordaron dos periodos de tiempo diferentes (1980-2022) con el objetivo de identificar patrones y tendencias en la evolución.

3.2.4.1. Estadística descriptiva de los periodos 1980-2022

3.2.4.2. Comparación de periodos: 1980-2022

4. RESULTADOS

4.1 Análisis de información secundaria de las afectaciones a los cauces de ríos y esteros para la delimitación de la línea base.

El mapa topográfico presentado en la figura 1 muestra la red hidrográfica del cantón Villamil Playas, elaborado a una escala de 1: 50,000 por el Instituto Geográfico Militar (IGM) en colaboración con el Inter American Geodetic Survey (IAGS) en 1980, utilizando imágenes aéreas de distintas épocas. Este mapa fue originalmente generado en el sistema de coordenadas PSAD56 (Datum Provisorio Sudamericano) y posteriormente transformado al sistema de referencia WGS84 mediante un SIG, para permitir la delimitación de la línea base. Este proceso de transformación facilita la observación de los cambios en los cauces de ríos y esteros del cantón a lo largo de las últimas décadas, sirviendo como referencia para el análisis comparativo de la red hidrográfica en el año 1980.

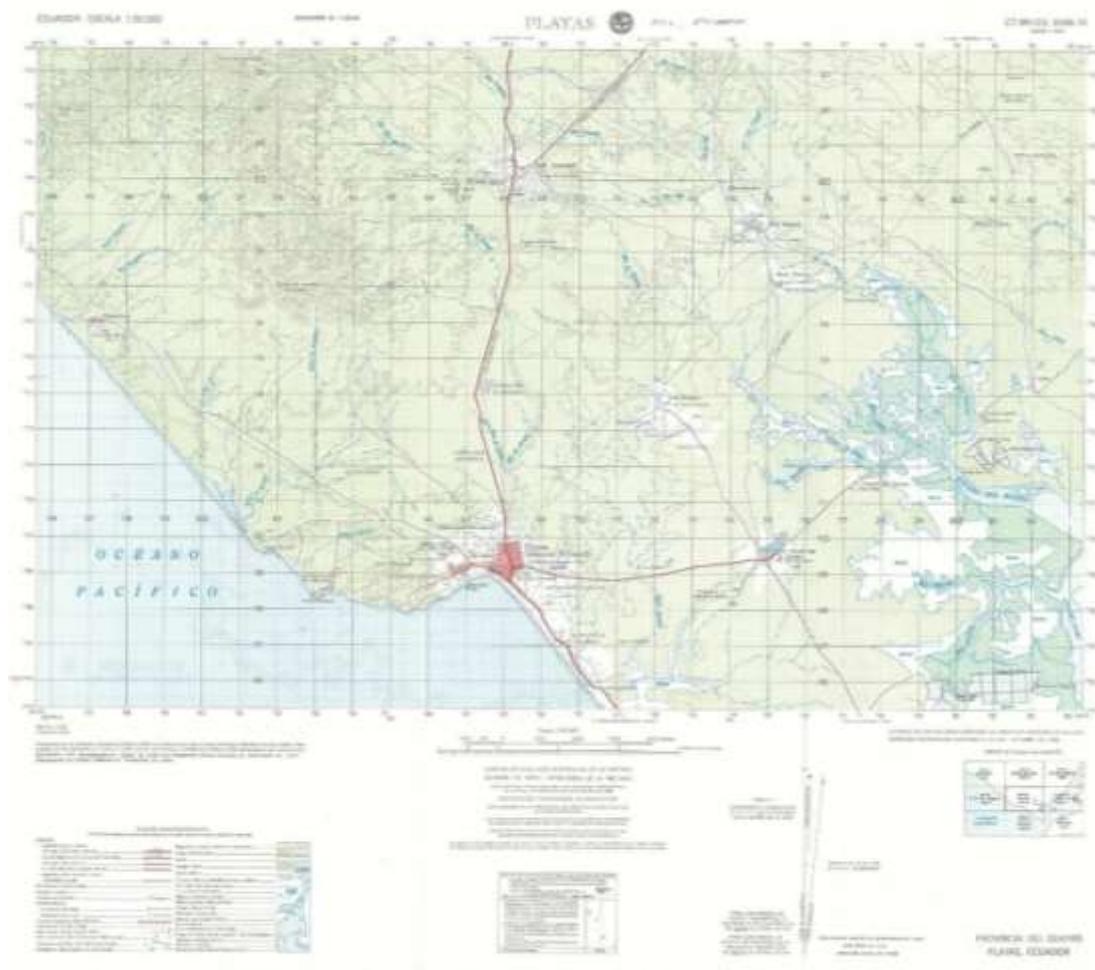
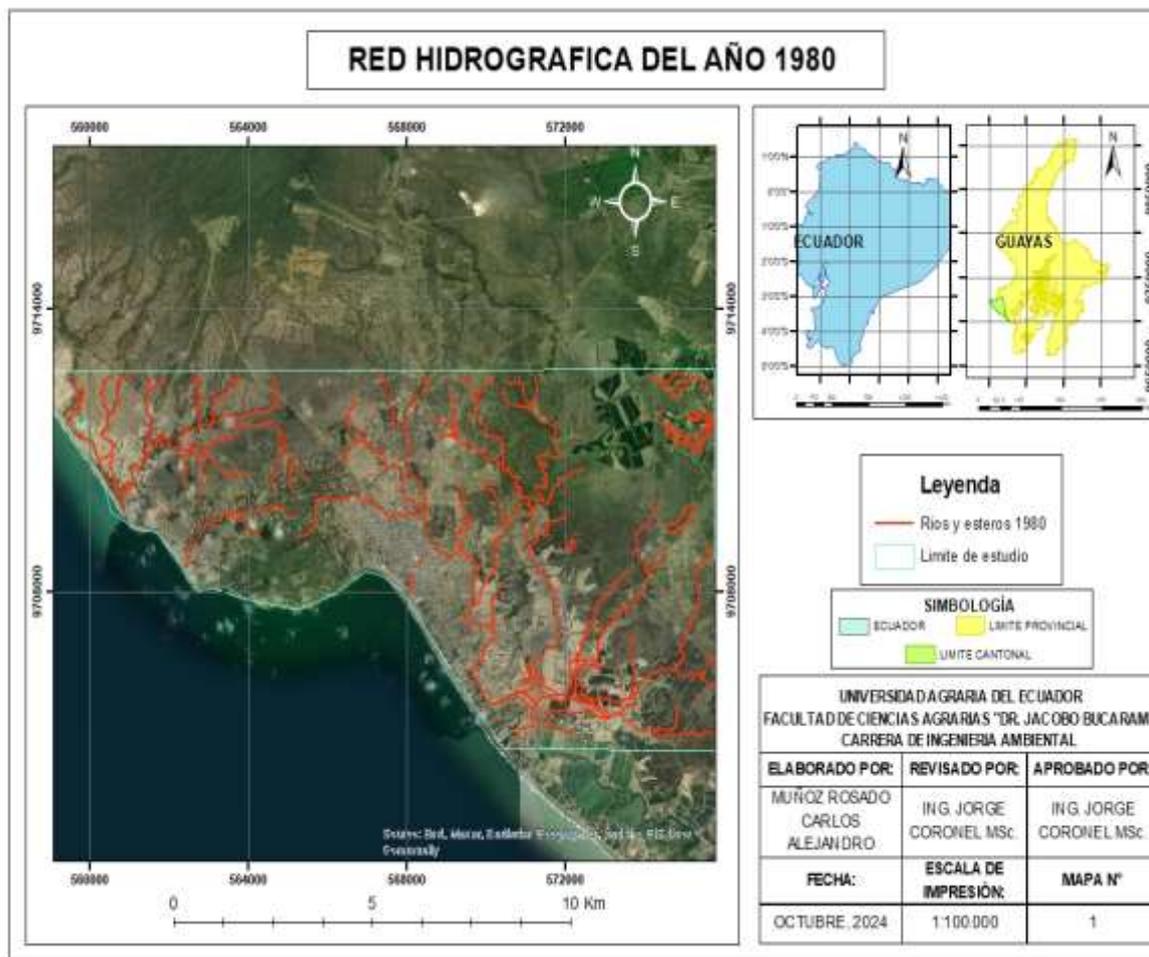
Figura 1.**Mapa topográfico de la red hidrográfica del cantón Villamil Playas.****Fuente:** (Instituto Geografico Militar, 1980)

Figura 2.
Proyección del cantón Playas Villamil 1980.



Elaborado por: El Autor, 2024

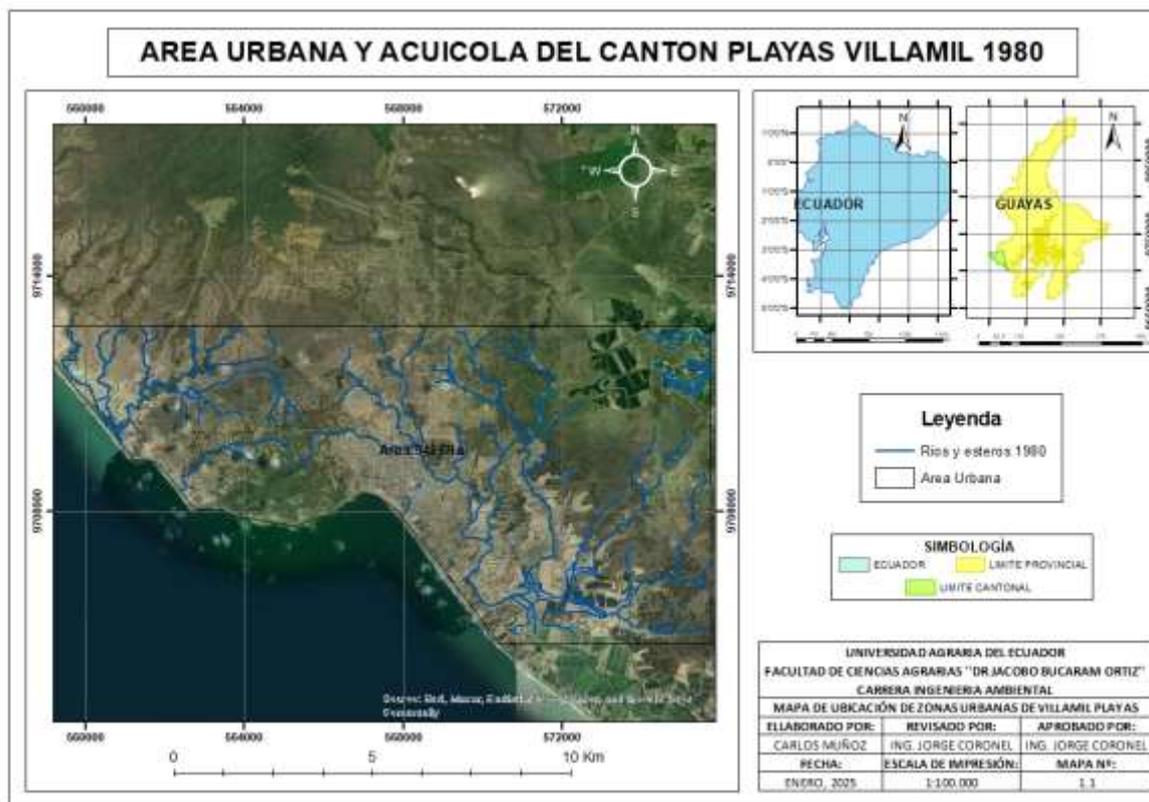
El mapa de la figura 2, ilustra la red hidrográfica del cantón Playas Villamil en 1980, destacando una configuración en la que los ríos principales, como el río Culebrillas, río Algarrobo, río Arena, río Barbona, río Celi y río Mata de Mango, presentan trazados bien definidos y Conectividad continua desde las zonas altas hacia la costa. La distribución de estos cauces muestra una roja fluvial ramificada y natural, sin interrupciones ni desvíos notorios, permitiendo un flujo constante hacia el océano. No se evidencian signos de intervención humana como cortes, rectificaciones o modificaciones en los cauces, lo cual indica un ecosistema fluvial en buen estado y sin impactos antropogénicos significativos para este período.

La red estuarina, hacia el sureste de la zona de estudio, muestra esteros conectados entre sí y funcionando como corredores naturales de agua. Esto refleja la ausencia de barreras físicas o alteraciones que fragmentan el sistema, lo cual es

crucial para el mantenimiento de hábitats acuáticos y terrestres. En términos de impactos, no se identifican evidencias de contaminación visible, pérdida de longitud en los cauces, ni urbanización cercana que pudiera afectar los flujos hidrológicos en este periodo.

Figura 3.

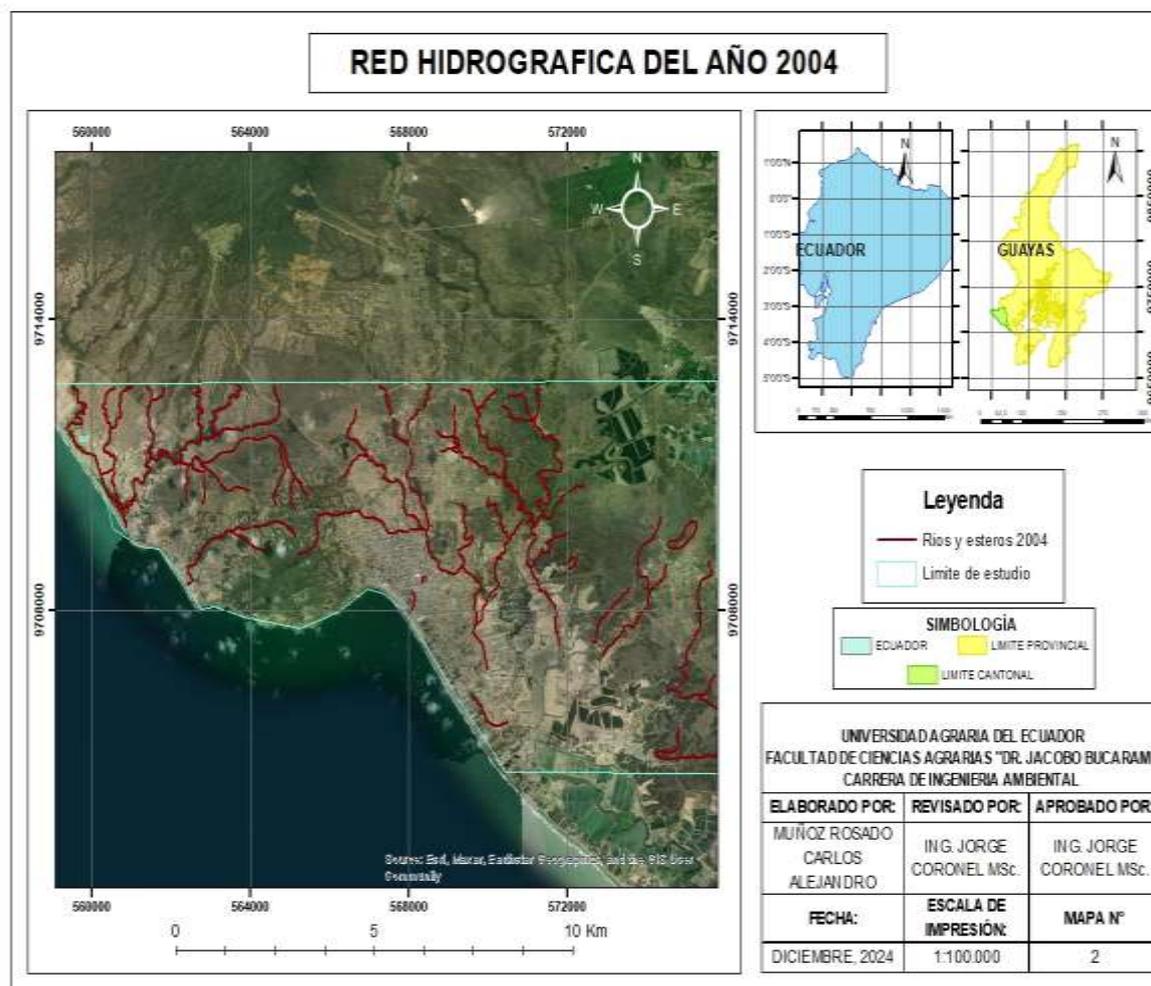
Proyección del área urbana y acuícola del cantón Playas Villamil 1980.



Elaborado por: El Autor, 2024

En la figura 3 se observa el mapa "Área Urbana y Acuícola del Cantón Playas Villamil 1980" representa geoespacialmente un territorio de 9,428 hectáreas. Donde se permite analizar la distribución del suelo y la interacción entre ecosistemas acuáticos y actividad urbana con un marco detallado para evaluar la expansión territorial y el uso del suelo, afirmando que no ha sufrido ninguna alteración de parte de la actividad acuícola

Figura 4.
Proyección del cantón Playas Villamil 2004.



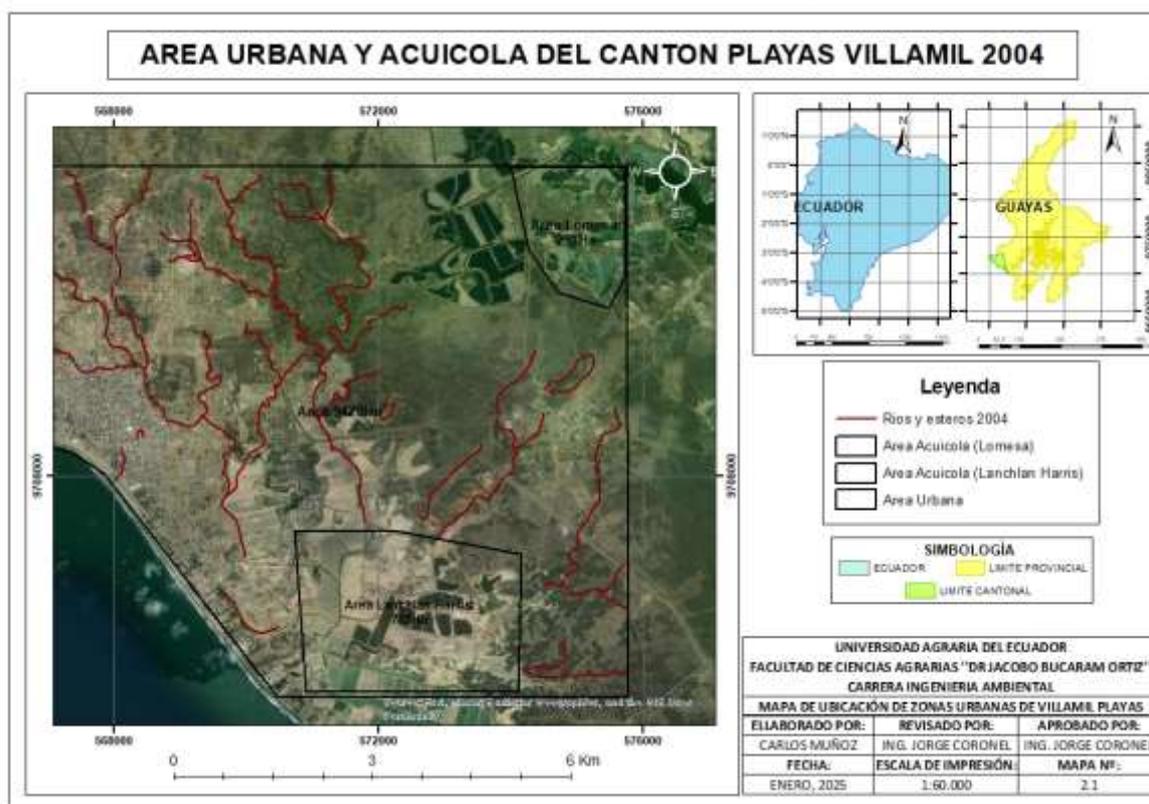
Elaborado por: El Autor, 2024

El mapa de la figura 4 del año 2004 muestra una red hidrográfica bien definida, destacando los ríos Culebrillas, Algarrobo, Arena, Barbona, Celi y Mata de Mango, cuyos cauces aún mantienen una continuidad desde las zonas altas hacia la costa, reflejando un sistema fluvial mayormente intacto. Sin embargo, las presiones de origen antropogénico se concentran exclusivamente en las actividades acuícolas, especialmente en áreas cercanas al río Mata de Mango y el río Culebrillas, donde se evidencia la expansión de camaroneras. Estas intervenciones empiezan a modificar tramos secundarios y bordes de los cauces, aunque el impacto sobre la red principal es incipiente, manteniendo en gran medida su integridad natural.

En particular, las áreas adyacentes al río Algarrobo comienzan a experimentar una disminución en la extensión de algunos afluentes secundarios,

producto del establecimiento de piscinas camaroneras. Este patrón también se observa en ciertos esteros cercanos, donde la transformación de humedales para finos acuícolas altera ligeramente el flujo hídrico, pero sin fragmentar la red de manera significativa. A pesar de la presencia inicial de estas actividades, la red hidrográfica del año 2004 aún conserva su funcionalidad esencial, con causas mayormente naturales y conectividad continua, aunque bajo una presión que marcaría el inicio de cambios más notorios en los años siguientes.

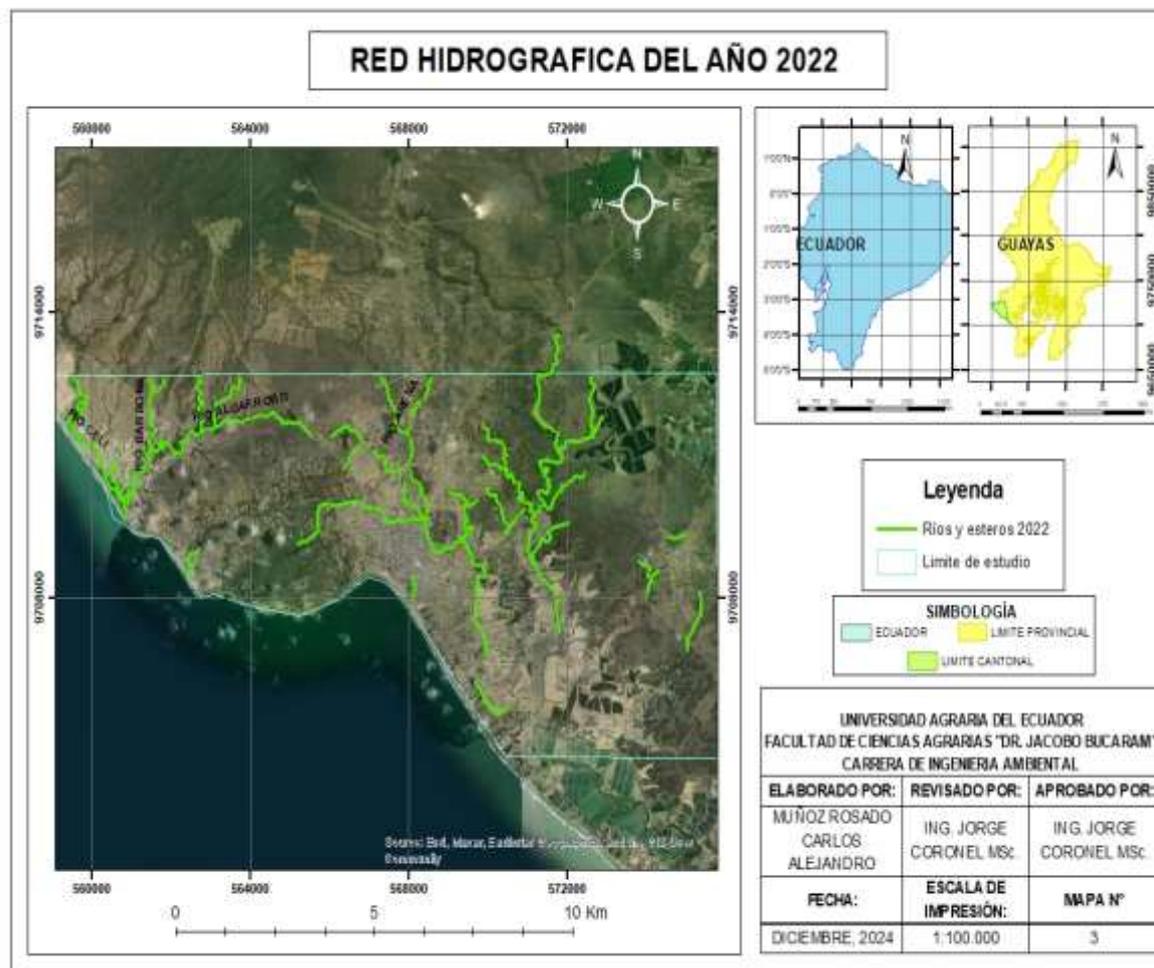
Figura 5
Proyección del área urbana y acuícola del cantón Playas Villamil 2004



Elaborado por: El Autor, 2024

La figura 5 corresponde al mapa de "Área Urbana y Acuícola del Cantón Playas Villamil 2004", se muestra la zona urbana que abarca 9,428 hectáreas, mientras que en el área acuícola se destaca la presencia de las camaroneras Lomesa con 291 hectáreas y Lanchlan Harris con 785 hectáreas. El mapa fue realizado en una escala de 1:60,000.

Figura 6.
Proyección del cantón Playas Villamil 2022.



Elaborado por: El Autor, 2024

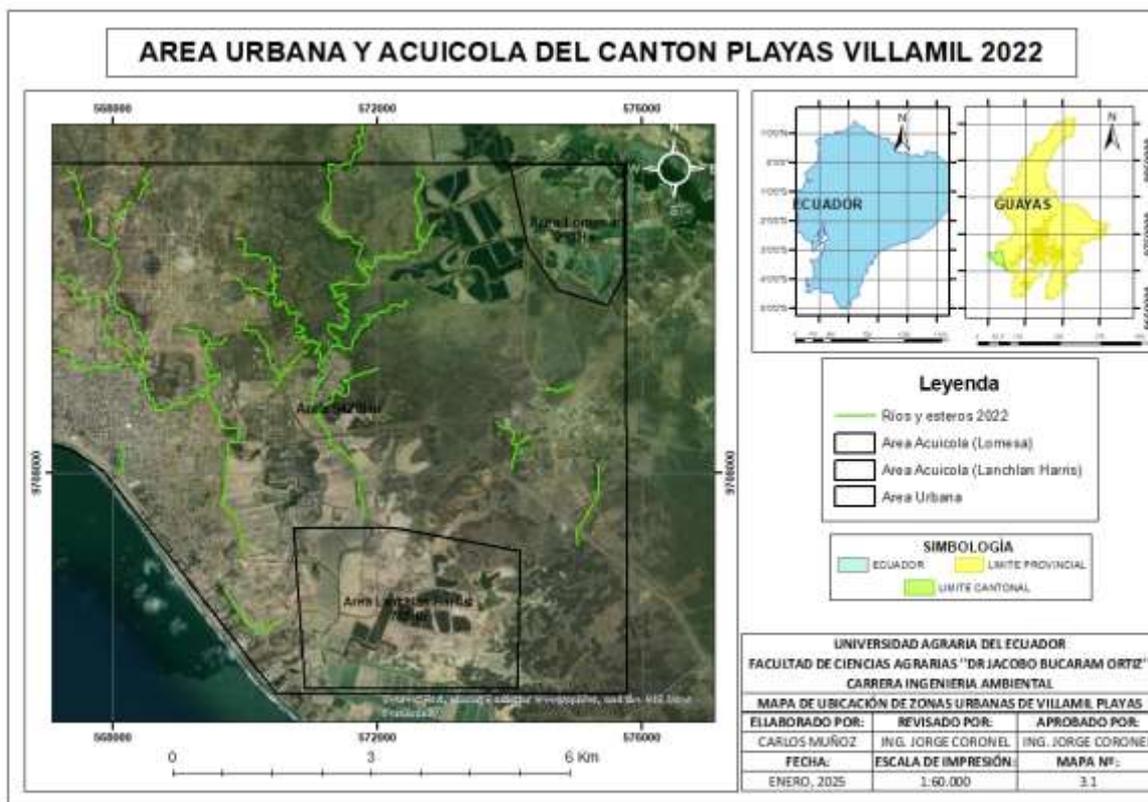
Para el año 2022, el mapa de la figura 6 evidencia cambios relevantes en la red hidrográfica del cantón, principalmente debido a la expansión urbana y la ampliación de las actividades acuícolas. Los ríos Culebrillas y Algarrobo muestran una fragmentación considerable, con tramos que han sido desviados o interrumpidos por la construcción de infraestructura urbana. La conectividad que antes existía entre las zonas altas y la costa se encuentra afectada, con tramos cortos y discontinuos, lo que indica la presencia de barreras físicas o rellenos en sus cauces originales. Este fenómeno es especialmente notable en los alrededores del río Culebrillas, donde la expansión urbana ha generado la pérdida de parte del cauce natural.

Por otro lado, los esteros que en 2004 aún mostraban cierta integridad han sido transformados de manera considerable, como se observa en la reducción del estuario del río Mata de Mango, el cual ha perdido conexión con otros cuerpos de

agua debido al desarrollo acuícola. La proliferación de camaroneras y estanques artificiales ha provocado la modificación del curso natural de los ríos y esteros, afectando tanto su longitud como su capacidad de flujo.

Figura 7.

Proyección del área urbana y acuícola del cantón Playas Villamil 2022

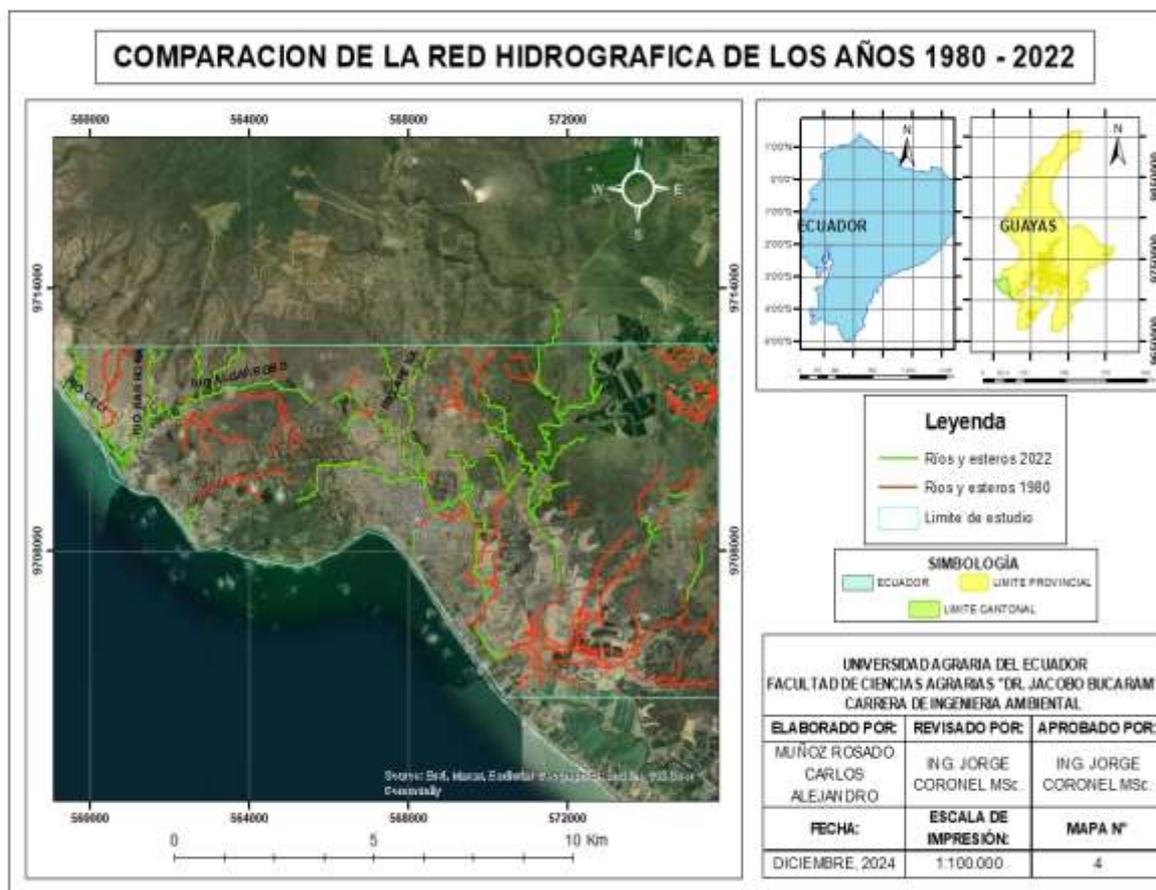


Elaborado por: El Autor, 2024

En la figura 7 se encuentra el mapa “Área Urbana y Acuícola del Cantón Playas Villamil 2022” evidenciando cambios en el uso del suelo y la expansión territorial. La zona urbana abarca 9,428 hectáreas, mientras que en el área acuícola la camaronera Lomesa con 291 hectáreas y la camaronera Lanchlan Harris con 785 hectáreas se encuentran parcialmente en la zona de estudio, una parte de ellas se encuentra afuera la línea base analizada.

Figura 8.

Comparación de la red hidrográfica en el Cantón Playas Villamil 1980-2022.



Elaborado por: El Autor, 2024

El análisis comparativo de la red hidrográfica entre 1980 y 2022 evidencia transformaciones provocadas por la expansión urbana y actividades antropogénicas intensivas en el cantón Playas Villamil. En el sector noroeste, los ríos Celi y Barbona han sufrido alteraciones notables debido al desarrollo turístico con la creación del Karibao Resort Town en 2012. Este complejo abarca 20 de las 50 hectáreas destinadas para su construcción, lo que ha generado la interrupción y desvío de estos cauces, reduciendo su longitud y afectando la conectividad hídrica hacia la costa. En el caso del río Algarrobo, el recorte de su cauce es evidente, provocado por el cambio de uso del suelo, reflejando un impacto directo sobre su trazado natural y flujo continuo.

En el centro del mapa, el estero Salitre Chico muestra un deterioro progresivo vinculado a proyectos de infraestructura urbana y saneamiento. La construcción de la laguna de oxidación "General Villamil" para el tratamiento de aguas residuales en su parte norte, junto con un relleno sanitario y la expansión de

sectores residenciales como Barrio Garay, 25 de Julio y el Motel de Tucho, ha fragmentado su curso., afectando la capacidad de drenaje y la continuidad del flujo. Simultáneamente, el estero Salitre Grande ha sido reducido, principalmente por el desarrollo acuícola, que ha provocado la desconexión de su parte baja y la desaparición de pequeñas lagunas en su zona alta, disminuyendo la funcionalidad ecológica del sistema.

4.2 Cuantificación de la longitud de red hidrográfica en los cauces de ríos y esteros mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Los datos presentados en la tabla fueron obtenidos mediante análisis de imágenes satelitales en Google Earth Pro 2024, permitiendo evaluar la evolución de la longitud de esteros y ríos entre 1980, 2004 y 2022.

El presente análisis se centra en los cambios en la longitud de los ríos y esteros del cantón Villamil Playas durante los años mencionados. Los procesos de avance de la frontera acuícola han generado impactos significativos en su extensión y características físicas. A través de los cálculos presentados, se busca evidenciar la magnitud de estos cambios y su posible relación con las actividades humanas y las dinámicas ambientales, destacando la importancia de estrategias de conservación y manejo adecuado de los recursos hídricos.

Tabla 4.

Cálculos totales de la longitud de los ríos y esteros en el Cantón Villamil Playas en los años 1980, 2004 y 2022.

NOMBRES DE ESTEROS	LONGITUD (m) 1980	LONGITUD (m) 2004	LONGITUD (m) 2022
Estero Chapolla	5 380.62	5 380.62	1 324.87
Estero Salitre Chico	27 852.54	22 546.88	20 030.24
Estero Salitre Grande	30 491.13	23 100.22	19 763.65
Estero Acombe	2 567.13	2 567.13	2 567.13
Longitud Total	66 291.42	53,594.85	43,685.89
NOMBRES DE RÍOS	LONGITUD (m) 1980	LONGITUD (m) 2004	LONGITUD (m) 2022
Rio Algarrobo	21 744.06	21 744.06	8 474.29
Rio De Arena	1 452.39	1 452.39	1 452.39
Rio Barbona	3 867.51	3 867.51	3 867.51
Rio Celi	3 925.39	3 925.39	3 925.39
Rio Culebrilla	43 215.58	16 338.85	3 028.38
Rio Mata De Mango	1 520.05	1 520.05	1 520.05
Longitud Total	75,724.98	48,848.25	22,268.01

Elaborador por: El Autor, 2024

Fuente: Google Earth Pro, 2024

El análisis de la longitud de los esteros en el cantón Villamil Playas muestra una reducción significativa entre los años 1980 y 2022. Por ejemplo, el Estero Chapolla disminuyó de 5 380.62 m en 1980 a 1 324.87 m en 2022, lo que representa una pérdida del 75,38%. Similarmente, el Estero Salitre Grande pasó de 30 491.13 m a 19 763.65 m, evidenciando una reducción del 35.19%. En conjunto, la longitud total de los esteros se redujo de 62 971.42 m en 1980 a 43.685,89 m en 2022, reflejando una disminución del 30.65%. Este patrón sugiere un impacto significativo derivado de las actividades antropogénicas, tales como el desarrollo urbano y la expansión acuícola.

Por otro lado, la longitud de los ríos también presenta una tendencia decreciente en este periodo. El Río Algarrobo, uno de los cauces principales, mostró una reducción considerable de 21 744.06 m en 1980 a 8 474 29 m en 2022, lo que implica una pérdida del 61.03%. Asimismo, el Río Culebrillas disminuyó de 43 215.58 m a 3 028.33 m, evidenciando una reducción del 92.99%, una de las más drásticas observadas. En general, la longitud total de los ríos se redujo de 75 724.98 m en 1980 a 22 268.01 m en 2022, lo que representa una disminución del 70.60%. Este fenómeno podría estar asociado a la alteración del curso natural de los ríos, la deforestación y el cambio en el uso del suelo.

La comparación entre los años 1980, 2004 y 2022 resalta que la mayor reducción ocurrió en el periodo posterior a 2004, coincidiendo con el auge de las actividades acuícolas y turísticas en la región. Estas actividades han ejercido una presión directa sobre los cuerpos de agua, alterando su extensión y conectividad. Además, los cambios climáticos podrían haber intensificado estos impactos, afectando la disponibilidad hídrica y el flujo natural de los ríos y esteros.

4.3 Estrategias de conservación basadas en los resultados del análisis SIG para los cauces de ríos y esteros que aún permanecen sin afectaciones.

Las estrategias de conservación propuestas en esta investigación se fundamentaron en el análisis de datos obtenidos mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG) y en la revisión de literatura científica sobre restauración de ecosistemas acuáticos afectados por actividades antropogénicas. Además, se consideraron normativas locales que sirvieron de referencia para adaptar las propuestas al contexto del cantón Playas Villamil. Estas estrategias tienen como objetivo mitigar los impactos de la expansión urbana y la actividad acuícola sobre los cauces fluviales, abordando las alteraciones detectadas en la red hidrográfica.

Su implementación requerirá la colaboración activa de diversas entidades y actores. El Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) del cantón Playas Villamil desempeñará un rol fundamental, liderando las actividades de regulación, restauración y sensibilización comunitaria. A su vez, se espera la participación de organismos académicos, comunidades locales y sectores productivos, quienes serán responsables de ejecutar programas específicos, como campañas de limpieza, reforestación, monitoreo de calidad del agua y educación ambiental. La integración de estos actores garantizará que las estrategias no solo sean viables, sino también sostenibles a largo plazo, fortaleciendo la resiliencia de la red hidrográfica frente a futuras presiones antropogénicas.

Se detallan a continuación cuatro propuestas de conservación enfocándose en el uso responsable del suelo, la expansión acuícola no planificada, recuperación de hábitats ribereñas y capacitar en la conservación ambiental:

Propuesta 1: Optimizar el uso de suelos

Se busca preservar los recursos hídricos del Cantón Playas Villamil mediante reforestación de especies autóctonas y planificación territorial en periodos semestrales. Se ha determinado que el 87,8 % (124,65 km) de los ríos del cantón no ha sido afectado por expansión urbana ni actividades acuícolas. Para mantener este estado, el Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) se sugiere aplicar monitoreo, inspecciones in situ, mediciones sobre asentamientos marginales y acuícolas cercanos a cuerpos de agua que no han sido afectados. La meta principal es mejorar la planificación urbana para reducir el impacto de estos asentamientos. Como evidencia, se propone utilizar cartografías actualizadas y auditorías sobre el uso del suelo.

Propuesta 2: Controlar la expansión acuícola no planificada

Esta propuesta busca mediante el control de permisos y concesiones para mitigar los impactos ambientales de la expansión acuícola en zonas sensibles como esteros salitre chico y estero salitre grande donde se vio afectado de manera indirecta por la aparición de camaroneras. Se recomienda evaluar el número de autorizaciones otorgadas y el cumplimiento de regulaciones. Se pretende reducir los permisos en las áreas críticas y mejorar el cumplimiento de las leyes ambientales en un tiempo aproximado de tres años. La evidencia incluye registros e informes de inspección ambiental.

Propuesta 3: Recuperación de hábitats ribereños

Está enfocado en restaurar ecosistemas degradados mediante la reforestación con especies nativas como el algarrobo, ceibos y cascol; eliminación de especies invasoras, restauración de cauces fluviales. Se sugiere medir a través de la extensión restaurada en hectáreas, la diversidad de flora, y la cobertura vegetal en áreas degradadas. La meta es restaurar e incrementar la biodiversidad. La evidencia incluye mapas de áreas restauradas, listados de especies presentes y fotografías que documentan el progreso de la restauración.

Propuesta 4: Promover la educación ambiental

Se plantea mejorar el conocimiento sobre ríos y esteros, y realizar en las escuelas programas ambientales, como charlas y espacios de información. Las actividades incluyen campañas de limpieza, voluntariado y talleres educativos. Se busca lograr la participación de las comunidades de la zona, un aumento en conocimiento ambiental y la implementación de programas en escuelas. Las evidencias incluyen registros de participación, encuestas y reportes escolares.

5. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos a través del análisis geoespacial revelan una severa transformación en los cauces de los ríos del cantón Playas Villamil. Entre 1980 y 2022, la longitud total de los ríos disminuyó de 75,724.98 metros a 40,045.18 metros, lo que representa una pérdida del 47.1%. Este fenómeno es particularmente grave en el caso del Río Culebrillas, cuya longitud se redujo de 43,215.58 metros a 11,632.42 metros, una contracción del 73.1%. Estas cifras evidencian el impacto acumulativo de la urbanización no planificada y la expansión acuícola sobre los sistemas hídricos de la región. La fragmentación observada está estrechamente relacionada con el uso intensivo del suelo para actividades de infraestructura urbana y camaroneras, coincidiendo con lo señalado por Vidal y Romero (2010), quienes afirman que el crecimiento urbano sin una gestión territorial adecuada conduce a la pérdida de conectividad y funcionalidad de los cuerpos de agua.

El impacto sobre los ríos es exacerbado por la falta de zonas de amortiguamiento adecuadas y la carencia de normativas específicas para la preservación de los recursos hídricos. Según el *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial* (PDOT) del cantón Playas Villamil (GAD Playas Villamil, 2021), aunque se reconoce la necesidad de conservar los recursos hídricos, existen vacíos críticos en la implementación de políticas que limiten la ocupación de suelos ribereños. Asimismo, la Prefectura del Guayas (2020) menciona la importancia de proteger los cauces fluviales, pero carece de ordenanzas claras que regulen las actividades acuícolas en áreas de alta sensibilidad ecológica. Esta falta de regulación ha permitido que las camaroneras y otras infraestructuras alteren la dinámica de los cauces, comprometiendo tanto su extensión como su calidad.

Los esteros han mostrado una disminución notable en su longitud total, pasando de 66,291.42 metros en 1980 a 43,685.89 metros en 2022. Aunque la variación global parece pequeña, las transformaciones locales son significativas. Por ejemplo, el Estero Salitre Grande, Estero Salitre Chico y el Estero Chapolla presentó una disminución debido a la actividad antrópica como creación de cementerios, resort turístico, viviendas y camaroneras. Alfaro (2011) explica que estas alteraciones están relacionadas con el impacto humano intensivo, especialmente por la construcción de camaroneras, que modifican el flujo natural y

generan sedimentación excesiva, afectando la estabilidad ecológica de los esteros. Lo que concuerda con los objetivos de este estudio

Un aspecto clave en el deterioro de los sistemas hídricos es la pérdida de conectividad hídrica y la reducción de la calidad del agua. Henríquez et al. (2000) destacan que la urbanización y la expansión acuícola alteran los patrones de flujo, redistribuyen sedimentos y degradan los hábitats acuáticos, generando efectos adversos en la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. En Playas Villamil, esta dinámica se refleja en el deterioro de cuerpos de agua como el Río Algarrobo y el Estero de Data, donde se observó un aumento de procesos de eutrofización y una disminución en los niveles de oxígeno disuelto. Según González et al. (2022), estas condiciones son exacerbadas por la falta de sistemas de filtración en las camaroneras, que vierten nutrientes y productos químicos directamente al agua, incrementando la carga de contaminantes.

En Playas Villamil, la ausencia de regulaciones y de zonas de amortiguamiento parece agravar la magnitud de los impactos. Buschmann (2001) y Hernández y Nélica (2018) subrayan que la implementación de políticas de ordenamiento territorial y la creación de áreas protegidas son esenciales para mitigar estos efectos en regiones costeras, pero estas herramientas no han sido aplicadas de manera efectiva en el cantón.

Como lo recomiendan Esquivel (2020) y Alfaro (2011) en sus estudios es esencial las medidas que incluyen la reforestación de áreas ribereñas con especies nativas, la restauración ecológica de cauces fragmentados y la creación de zonas de protección hídrica.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

El análisis de la red hidrográfica del cantón Playas Villamil entre 1980 y 2022 demuestra que las actividades humanas, como la expansión urbana, el desarrollo turístico y la acuicultura, han provocado alteraciones significativas en los cauces de ríos y esteros, afectando su longitud, dirección y Conectividad natural. Ríos como el Culebrillas, Algarrobo, Celi y Barbona, junto con esteros como Salitre Chico, Salitre Grande y Chapolla, han sido impactados por proyectos turísticos como Karibao Resort Town, la expansión de camaroneras Lomesa y Lanchlan Harris, y la construcción de infraestructura urbana, como plantas de tratamiento y rellenos sanitarios, lo que ha llevado a la desaparición de tramos, reducción de cauces y pérdida de funcionalidad ecológica. Estas modificaciones han disminuido la capacidad de drenaje y el equilibrio hídrico del cantón, aumentando el riesgo de inundaciones y degradación ambiental. Por ello, es fundamental establecer una línea base ambiental que permita evaluar y mitigar el impacto de futuras intervenciones, asegurando la sostenibilidad de los recursos hídricos y la protección de los ecosistemas en la región.

El análisis de la red hidrográfica del cantón Villamil Playas entre 1980, 2004 y 2022 muestra transformaciones significativas en la longitud de los esteros y ríos, principalmente debido a las actividades humanas. La longitud total de los esteros se redujo de 62 917.42 metros en 1980 a 53 594.85 metros en 2004 y 43 685.89 metros en 2022, lo que equivale a una disminución del 30.65%. Entre las mayores reducciones destacan el Estero Chapolla, con una pérdida del 75.38%, y el Estero Salitre Grande, con una disminución del 35.19%. Estas reducciones están relacionadas con procesos de sedimentación y alteraciones en el drenaje natural ocasionados por el crecimiento de las actividades acuícolas y urbanas, que afectan la conectividad y funcionalidad de los ecosistemas.

En cuanto a los ríos, la longitud total pasó de 75 724.98 metros en 1980 a 48 848.25 metros en 2004 y finalmente a 22 268.01 metros en 2022, lo que representa una reducción del 70.60%. Casos críticos son el Río Culebrillas, cuya longitud se redujo un 92.99%, y el Río Algarrobo, que perdió el 61.03% de su extensión. Estas disminuciones son el resultado de la fragmentación de cauces, canalización y pérdida de conectividad hídrica por la construcción de infraestructura

acuícola y cambios en el uso del suelo. La aceleración de estas reducciones después de 2004 coincide con el auge de actividades turísticas y acuícolas, intensificadas por los efectos del cambio climático, lo que subraya la necesidad de estrategias de conservación y manejo sostenible de estos recursos hídricos para garantizar su preservación y funcionalidad ecológica.

Finalmente, las estrategias de conservación diseñadas proponen medidas específicas para mitigar los impactos identificados, enfocándose en restaurar hábitats ribereños y controlar la expansión no planificada. Estas acciones, fundamentadas en el análisis SIG, buscan proteger los cauces aún no afectados y promover la sostenibilidad de la red hidrográfica. La validación de la hipótesis refuerza la necesidad de implementar estas estrategias con urgencia para preservar los recursos hídricos del cantón.

6.2 Recomendaciones

Se recomienda establecer un sistema de monitoreo periódico que permita evaluar los cambios en los cursos de agua del cantón Playas Villamil, enfocándose en las áreas sometidas a mayor presión acuícola y urbana. Este monitoreo debe utilizar tecnologías como los Sistemas de Información Geográfica (SIG) para obtener datos precisos y en tiempo real sobre la calidad del agua, la morfología de los cauces y la biodiversidad local. Estas acciones facilitarán la identificación de problemas críticos y la implementación de medidas correctivas oportunas.

Adicionalmente, es necesario redefinir las zonas de amortiguación, ajustándolas a las características locales para garantizar su viabilidad y efectividad. En lugar de establecer un estándar fijo de 50 metros, se sugiere delimitar zonas de entre 20 y 50 metros, dependiendo de las condiciones del terreno y el grado de afectación de los cauces. Estas áreas deben ser reforestadas con especies nativas, lo que contribuirá a reducir la erosión de las riberas, disminuir la sedimentación y mejorar la calidad del agua, además de favorecer la recuperación parcial de la biodiversidad.

Es fundamental fortalecer las normativas ambientales que regulen el crecimiento acuícola y urbano en las cercanías de los cuerpos de agua. Estas normativas deben incluir la prohibición de nuevos desarrollos en zonas de alta sensibilidad ecológica y la implementación obligatoria de sistemas de filtración avanzados en las actividades acuícolas, con el objetivo de minimizar el vertido de nutrientes y químicos al agua y, de este modo, reducir el riesgo de eutrofización.

Además, se recomienda que el GAD local desarrolle una normativa específica sobre el uso de especies en proyectos de reforestación, asegurando su sostenibilidad y efectividad a largo plazo.

Finalmente, es importante realizar estudios periódicos sobre la calidad del agua en los esteros más afectados para evaluar su relación con las actividades humanas, como las acuícolas y urbanas. Estos estudios permitirán identificar los puntos críticos de contaminación y diseñar estrategias efectivas para mitigar sus efectos negativos. De esta manera, se podrá proteger de forma integral la funcionalidad ecológica de los cuerpos de agua del cantón Playas Villamil.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Abellán, A. (19 de Abril de 2016). *iAgua*. Los impactos de la urbanización en el ciclo del agua: <https://www.iagua.es/blogs/ana-abellan/impactos-urbanizacion-ciclo-agua>
- Alfaro, T. S. (2011). Cobertura y uso de la tierra en el ecosistema de mangle y zona ecotonal del corredor del mangle, desde la bahía de Jiquilisco, El Salvador. *Revista Geográfica de America Central*, 2(47), 1-19. <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/download/2649/2532/>
- Altamirano, T. M. (2022). *Evolución geomorfológica y fluvial de la Quebrada el QEC (Río Monjas), a partir del crecimiento de la mancha urbana. [Tesis de grado, Escuela Politécnica Nacional]*. Facultad de Ingeniería en Geología y Petróleos EPN. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/23381/1/CD%2012796.pdf>
- Asamblea Nacional de la República del Ecuador. (6 de agosto de 2014). Codificación de la ley de aguas. *Ley orgánica de Recursos Hídricos, usos y Aprovechamiento del Agua*. Quito, Ecuador.
- Asociacion de Municipalidades Ecuatorianas. (Noviembre de 2019). AME. <https://ame.gob.ec/2010/05/20/canton-gnral-villamil-playas/>
- Barragán, J. M., y Andrés, M. (2016). Expansión urbana en las áreas litorales de América Latina y Caribe. *Revista de geografía Norte Grande*(64), 129-149. <https://www.scielo.cl/pdf/rgeong/n64/art09.pdf>
- Bohórquez, Z. J., y Mariduea, R. F. (2013). *Estudio de la situación actual del cantón General Villamil Playas y propuesta de reactivación del turismo a través del desarrollo de un plan integral. [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana]*. Guayaquil, Ecuador: UPS. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4304/1/UPS-GT000394.pdf>
- Buschmann, A. H. (2001). *Impacto ambiental de la Acuicultura: El estado de la investigación en Chile y el mundo*. Fundacion CETMAR. Centro tecnológico del Mar. <https://cetmar.org/DOCUMENTACION/dyp/ImpactoChileacuicultura.pdf>
- Bustamante, S. C. (2022). *Evaluación de la contaminación del estero Casa Camaron generada por lixiviados del relleno sanitario de Machala El Oro -*

- Ecuador. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Piura]. UNP-Institucional.
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUMP_1d0281b6b37f27fbf156518397156ed8
- Catagua, S. B. (2023). *Evaluar el Grado de contaminación físico químico del agua y subsuelo Esturino proveniente del Estero "El Muerto" de la ciudad de Guayaquil entre los meses de Diciembre del 2022 hasta febrero del 2023. [Tesis maestra, Universidad Estatal de Milagro].* Milagro: UNEMI.
<https://repositorio.unemi.edu.ec/xmlui/handle/123456789/7013>
- Congreso Nacional. (10 de septiembre de 2004). Ley de gestión ambiental. Ecuador.
- Constitución de la República del Ecuador. (Octubre de 2008). *Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.*
https://www.ecuadorencifras.gob.ec/LOTAIP/2017/DIJU/octubre/LA2_OCT_DIJU_Constitucion.pdf
- Doumet, C. Y., Solórzano, A. S., y Mendoza, M. I. (2019). Dinámicas socioambientales y potencialidades turísticas de los humedales en la provincia de Manabí, Ecuador. *Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí*, 1(2), 134-196. <https://books.scielo.org/id/z8c8x/pdf/nieto-9786289558265-06.pdf>
- Escobar, J. (2002). *La contaminación de los ríos y sus efectos en la áreas costeras y el mar.* Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Espinosa, P. A., y Bermúdez, A. M. (2012). La acuicultura y su impacto al medio ambiente. *Estudios Sociales*(2), 221-232.
<https://www.redalyc.org/pdf/417/41724972010.pdf>
- Esquivel, P. C. (2020). *Estudio impacto ambiental y propuesta del plan de manejo ambiental en la bananera "nueva era" ubicada en el canton el triunfo. [Tesis grado, Universidad Politecnica Salesiana].* Cuenca: UPS Sede cuenca.
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/19579/4/UPS-CT008904.pdf>
- GAD Playas Villamil. (2021). *Plan De Desarrollo Y Ordenamiento Territorial Del Cantón Playas Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Playas Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial.*

- https://www.academia.edu/35244065/PLAN_DE_DESARROLLO_Y_ORDE_NAMIENTO_TERRITORIAL_DEL_CANT%C3%93N_PLAYAS_GOBIERNO_AUT%C3%93NOMO_DESCENTRALIZADO_DEL_CANT%C3%93N_PLAYAS_PLAN_DE_DESARROLLO_Y_ORDENAMIENTO_TERRITORIAL
- Geodatos. (2024). *Coordenadas geográficas de Playas*. <https://www.geodatos.net/coordenadas/ecuador/playas>
- Geoportal del Instituto Geográfico Militar del Ecuador [IGM]. (2012). *Generación de geoinformación para la gestión del territorio a nivel nacional escala 1:25 000*. Cantón Guayaquil: Geoportal IGM. https://www.geoportaligm.gob.ec/geodescargas/guayaquil/mt_guayaquil_geopedologia.pdf
- González, B. T. (2022). *Diversidad, distribución y comportamiento de las aves acuáticas presentes en el estuario de la comuna Ayampe, provincia de Manabí entre mayo y julio del 2022*. [Tesis de grado, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. Facultad de Ciencias del Mar. Santa Elena: UPSE. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/8871>
- González, L. E., Duque, N. G., y Sánchez, D. I. (2022). Cambios ambientales en agua y sedimentos por acuicultura en jaulas flotantes en el Lago Guamuez, Nariño, Colombia. *Acta Agronómica*, 71(1), 22-28. <https://www.redalyc.org/journal/1699/169977433003/html/>
- Henríquez, C., Gerardo, A., y Mauricio, A. (2000). Cambio de uso del suelo y escorrentía superficial: aplicación de un modelo de simulación espacial en Los Ángeles, VIII Región del Biobío, Chile. *Revista de geografía Norte Grande*(36), 61-74. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34022006000200004
- Hernández, V., y Nélida, C. (2018). El río y su territorio. Espacio de libertad: un concepto de gestión. *Terra Nueva Etapa*, 34(56). <https://www.redalyc.org/journal/721/72157132006/72157132006.pdf>
- Ibañez, Á. J., y Molina, M. M. (2022). Expansión urbana o cómo el suelo urbanizado se dispersa por el paisaje: Implicaciones para la conservación de la biodiversidad. *Ecosistemas*, 31(1), 2165. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2165>

- Instituto Cartográfico y Geológico de Cataluña [ICGC]. (12 de Junio de 2019). *Estudio y cartografía de suelos*. Suelos: <https://www.icgc.cat/es/Ambitos-tematicos/Suelos/Estudio-y-cartografia-de-suelos>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC]. (2022). *Censo Ecuador*. <https://censoecuador.ecudatanalytics.com>
- Iturraspe, R. J., Fank, L., Urciuolo, A. B., y Lofiego, R. (2021). Efectos del crecimiento urbano sobre humedales costeros-continentales del ambiente semiarido de tierra del fuego, argentina. *Investigaciones Geográficas*(75), 139–165. <https://doi.org/10.14198/INGEO.17586>
- Lozano, K. (2020). *Prezi*. <https://prezi.com/p/mpvhyni563bh/canton-playas/>
- Maceira, A., y González, C. P. (12 de Junio de 2021). *iAgua*. ¿Qué es el agua?: <https://www.iagua.es/respuestas/que-es-agua>
- Matovelle, C., y Heras, D. (2020). Análisis comparativo de las características morfométricas de sistemas hidrográficos de la vertiente del Pacífico, Ecuador. *Investigación y Ciencia*, 28(80), 22-31. <https://www.redalyc.org/journal/674/67464474003/html/>
- Maulu, S. (4 de Octubre de 2021). *Global Seafood*. Estudio revisa y discute las implicaciones para la sostenibilidad, la mitigación del cambio climático y las adaptaciones: <https://www.globalseafood.org/advocate/efectos-del-cambio-climatico-en-la-produccion-acuicola/>
- Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica [MAATE]. (s.f.). *Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador*. Área Nacional de Recreación Playas Villamil: <http://areasprotegidas.ambiente.gob.ec/es/areas-protegidas/%C3%A1rea-nacional-de-recreaci%C3%B3n-playas-de-villamil>
- Parra, A., y Restrepo, J. (2014). El colapso ambiental en el río Patía, Colombia: variaciones morfológicas y alteraciones en los ecosistemas de manglar. *Latin american journal of aquatic research*, 42(1), 40-60. <https://www.scielo.cl/pdf/lajar/v42n1/art04.pdf>
- Paşca, P. C. (18 de Septiembre de 2017). *Organización de las Naciones Unidas [ONU]*. La biodiversidad y los ecosistemas marinos mantienen la salud del planeta y sostienen el bienestar social: <https://www.un.org/es/chronicle/article/la-biodiversidad-y-los-ecosistemas-marinos-mantienen-la-salud-del-planeta-y-sostienen-el-bienestar>

- Pascual, M., Barral, M. P., Poca, M., Pessacg, N., García, S. L., Albariño, R., Romero, M. E., y Jobbagy, E. G. (2022). Ecosistemas acuáticos continentales y sus servicios: Enfoques y escenarios de aplicación en el mundo real. *Ecología Austral*, 32, 195-212. <https://par.nsf.gov/servlets/purl/10325213>
- Pirchi, V. N., Zapperi, P. A., y Antonela, V. (2023). Calidad hidrogeomorfológica en áreas fluviales de expansión urbana. Aplicación del Índice Hidrogeomorfológico (IHG) en un tramo antropizado del arroyo Napostá Grande. *Investigaciones Geográficas*(80), 129-149. <https://doi.org/10.14198/INGEO.23931>
- Prefectura del Guayas. (2020). *Programas ambientales de conservación hídrica*. MAATE. https://proyectomarinocostero.com.ec/wp-content/uploads/2020/06/PRODUCTO-4.Plan-Manejo_ANRPV_-Final.pdf
- Prieto, B. C. (2004). *El agua: sus formas, efectos, abastecimientos, usos, daños, control y conservación*. (Segunda ed.). Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones. https://api.pageplace.de/preview/DT0400.9781449253516_A45371354/preview-9781449253516_A45371354.pdf
- Programa de Manejo de Recursos Costeros. (1993). *Plan de Manejo de la Zona Especial de manejo (ZEM) Playas-Posorja-Puerto El Morro*. Guayaquil: Programa de Manejo de Recursos Costeros. https://www.crc.uri.edu/download/Playas_ZEM_1993_Esp.pdf
- Ramos, M. A., y Guerrero, P. D. (2010). *El suelo costero: Propuesta para su reconocimiento*. Procuraduría General de la Nación. https://www.researchgate.net/profile/Liber-Galban-Rodriguez/publication/364609382_Las_zonas_costeras_Sus_componentes_y_procesos_naturales/links/635314a496e83c26eb3ec46d/Las-zonas-costeras-Sus-componentes-y-procesos-naturales.pdf
- Rodriguez, B. P., y Olarte, R. D. (2018). Coberturas de bosques y desembocaduras fluviales: relaciones espacio-temporales en Venezuela. *Colección Recursos Hidrobiológicos de Venezuela*, 2, 187-195. https://www.researchgate.net/publication/325498232_Coberturas_de_bosques_y_desembocaduras_fluviales_relaciones_espacio-temporales_en_Venezuela/link/5b114a28a6fdcc4611da2da9/download?_tp

=eyJjb250ZXh0ljp7lnBhZ2UiOiJwdWJsaWNhdGlvbilslnByZXZpb3VzUGFn
ZSI6bnVsb

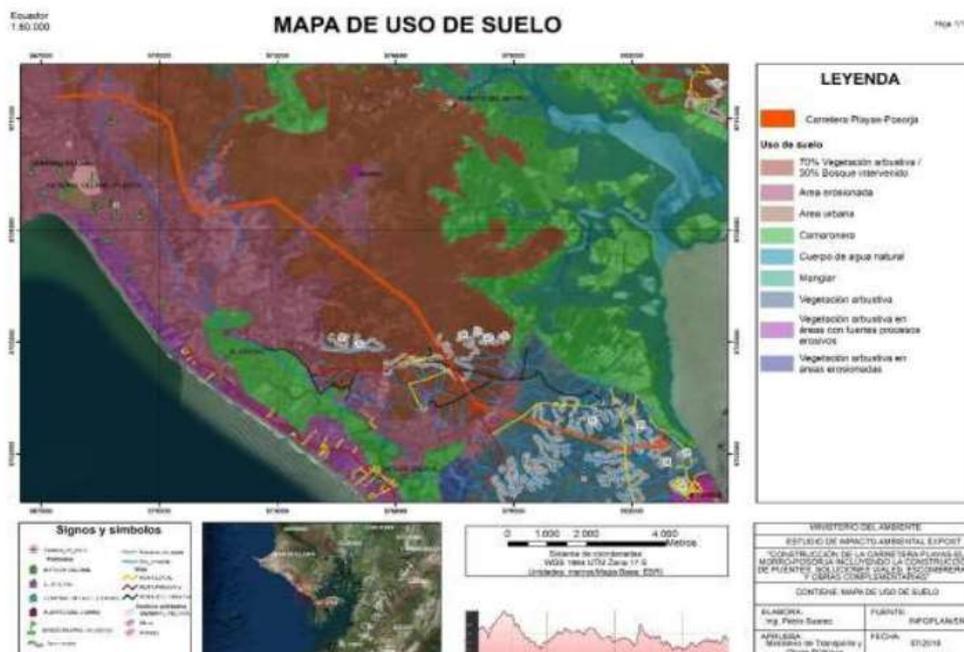
- Rodríguez, S., y Rocha, M. L. (2021). *Calidad del agua: Salud de los ecosistemas y salud humana* (Primera ed.). Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC).
https://www.interacademies.org/sites/default/files/2021-09/Libro_Calidad_del_Agua-1.pdf
- Rojas, R. I., y Salazar, S. V. (2018). La acuicultura frente a los impactos de la actividad agrícola en la calidad de los servicios ambientales de la cuenca del río mayo. Una propuesta para su abordaje desde la economía ecológica. *Estudios sociales (Hermosillo, Son.)*, 28(51).
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-45572018000100009
- Saavedra, P. J., y Heras, B. V. (2022). *Incidencia de la expansión urbana de los perfiles montañosos de Cuenca Afección en su percepción como paisaje urbano histórico. [Tesis de grado, Universidad del Azuay]*. Cuenca: Facultad de diseño, arquitectura y arte.
<https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/11566/1/17098.pdf>
- Sierra, R. C. (2011). *Calidad del Agua: Evaluación y diagnóstico* (1 era ed.). Bogotá, Medellín, Colombia: Universidad de Medellín.
https://www.academia.edu/9511155/Calidad_del_agua_evaluaci%C3%B3n_y_diagn%C3%B3stico
- Vela, L. J. (2018). *Diseño de un proceso biológico como medida de remediación de las aguas del Río el Rosario de la ciudad de Quito. [Tesis de grado, Escuela Politécnica Nacional]*. Quito: EPN.
<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/19793/1/CD-9203.pdf>
- Vélez, D. H., Godoy, Z. M., y Vélez, D. H. (2023). El Turismo Local en el Cantón General Villamil Playas: Una Reflexión desde la normativa gubernamental. *Revista de Investigación de la Ciencia Turística*(11), 25-53.
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6252633.pdf>
- Vidal, C., y Romero, H. (2010). EFECTOS AMBIENTALES DE LA URBANIZACIÓN DE LAS CUENCAS DE LOS RÍOS BÍOBÍO Y ANDALIÉN SOBRE LOS RIESGOS DE INUNDACIÓN Y ANEGAMIENTO DE LA CIUDAD DE CONCEPCIÓN. *Pedagogía Historia y Ciencias Sociales, Universidad San*

Sebastián, *Concepción,* 1-19.
<https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/118084/EfectosAmbientalesde.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

8. ANEXOS

Anexo N° 1.

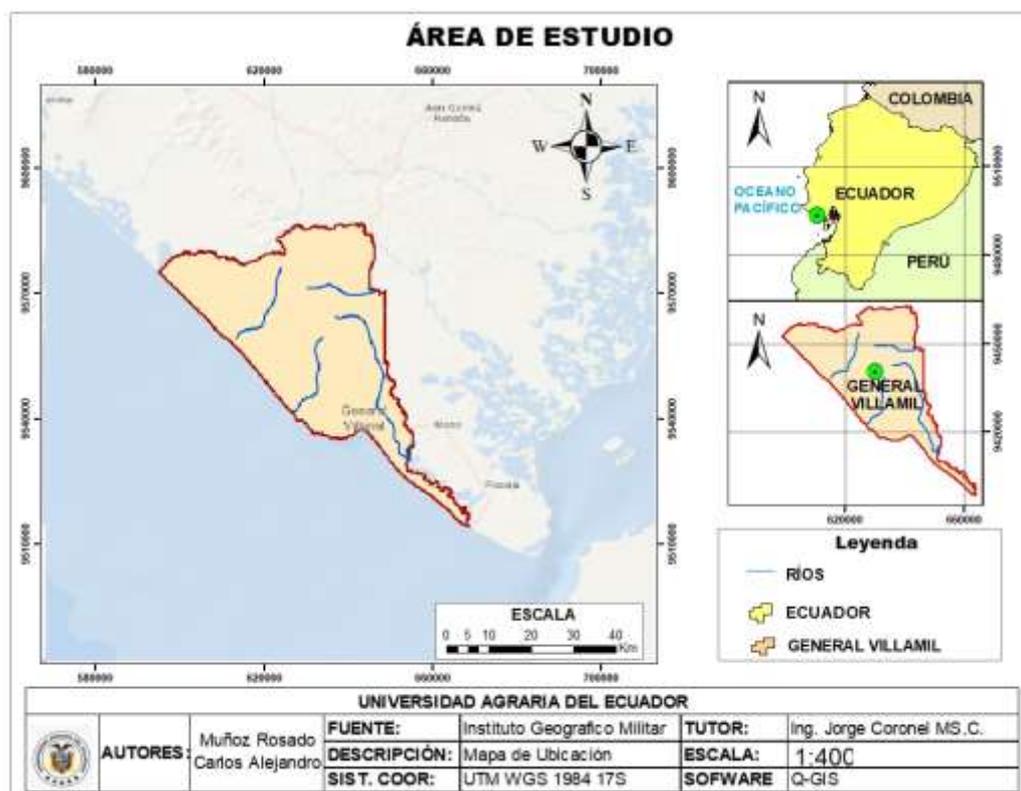
Mapa de Uso de Suelos en el cantón Villamil Playas por el Geoportal IGM en el 2012.



Fuente: (Geoportal del Instituto Geográfico Militar del Ecuador [IGM], 2012).

Anexo N° 2.

Mapa de ubicación del Cantón General Villamil Playas.



Elaborado por: El Autor, 2023

Anexo N° 3.
Reconocimiento del área de estudio.



Elaborado por: El Autor, 2024

