



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA  
DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR  
INSTITUTO DE POSTGRADO**

**TÍTULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

**LA BIODIVERSIDAD EN LOS MANGLARES ECUATORIANOS Y  
SU RELACIÓN CON LAS VARIACIONES DEL NIVEL DEL MAR**

**AUTOR**

**CARLOS FABRICIO CABRERA CARREÑO**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

**Previo a la obtención del grado académico en  
MAGÍSTER EN BIODIVERSIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO**

**TUTOR**

**Ph.D. JERRY LANDIVAR ZAMBRANO**

**Santa Elena, Ecuador**

**Año 2025**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA  
DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR  
INSTITUTO DE POSTGRADO**

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

Los suscritos calificadores, aprueban el presente trabajo de titulación, el mismo que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por el Instituto de Postgrado de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

---

Ph.D. Roxana Álvarez Acosta  
**COORDINADORA DEL  
PROGRAMA**

---

Ph.D. Jerry Landívar Zambrano  
**TUTOR**

---

Mgs. Xavier Piguave Preciado  
**ESPECIALISTA 1**

---

Ph.D. Verónica Andrade Yucailla  
**ESPECIALISTA 2**

---

Ab. María Rivera González, Mgs.  
**SECRETARIA GENERAL  
UPSE**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA  
DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR  
INSTITUTO DE POSTGRADO**

**CERTIFICACIÓN:**

Certifico que luego de haber dirigido científica y técnicamente el desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por el cual apruebo en todas sus partes el presente trabajo de titulación que fue realizado en su totalidad por Carlos Fabricio Cabrera Carreño, como requerimiento para la obtención del título de Magíster en Biodiversidad y Cambio Climático.

Atentamente,

---

Ph.D. Jerry Landívar Zambrano  
**TUTOR**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA  
DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR  
INSTITUTO DE POSTGRADO**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **CARLOS FABRICIO CABRERA CARREÑO**

**DECLARO QUE:**

El trabajo de Titulación, LA BIODIVERSIDAD EN LOS MANGLARES ECUATORIANOS Y SU RELACIÓN CON LAS VARIACIONES DEL NIVEL DEL MAR previo a la obtención del título en Magíster en Biodiversidad y Cambio Climático., ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Santa Elena, a los 02 días del mes de diciembre del año 2025

---

Carlos Fabricio Cabrera Carreño  
**AUTOR**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA  
DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR  
INSTITUTO DE POSTGRADO**

**AUTORIZACIÓN DERECHOS DE AUTOR**

Yo, **CARLOS FABRICIO CABRERA CARREÑO**

Autorizo a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, para que haga de este trabajo de titulación o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de artículo profesional de alto nivel con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este artículo académico dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Santa Elena, a los 02 días del mes de diciembre del año 2025

---

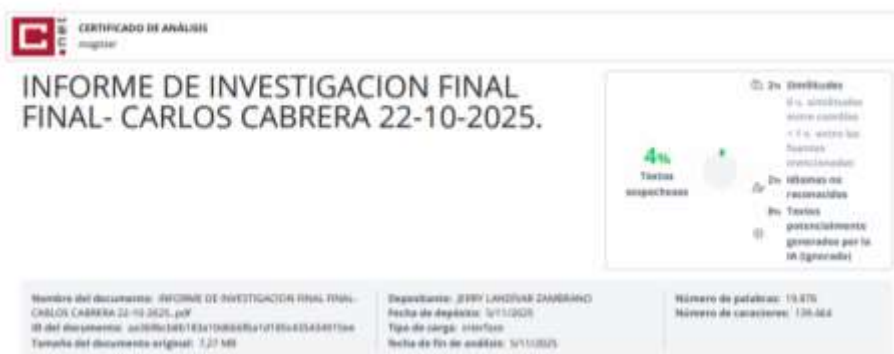
Carlos Fabricio Cabrera Carreño  
**AUTOR**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA  
DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR  
INSTITUTO DE POSTGRADO**

**CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO**

Certifico que después de revisar el documento final del trabajo de titulación denominado LA BIODIVERSIDAD EN LOS MANGLARES ECUATORIANOS Y SU RELACIÓN CON LAS VARIACIONES DEL NIVEL DEL MAR presentado por el estudiante, CARLOS FABRICIO CABRERA CARREÑO fue enviado al Sistema Anti-plagio COMPILATIO, presentando un porcentaje de similitud correspondiente al 4%, por lo que se aprueba el trabajo para que continúe con el proceso de titulación.



Ph.D. Jerry Landívar Zambrano  
**TUTOR**

## **DEDICATORIA**

A mi familia, por ser mi fuerza, mi refugio y mi mayor fuente de inspiración.

Gracias por su amor incondicional, por creer en mí incluso cuando las fuerzas flaqueaban y por acompañarme en cada paso de este camino.

Este logro no solo es mío, sino también de ustedes, quienes con su apoyo, paciencia y comprensión hicieron posible la culminación de este trabajo.

## **AGRADECIMIENTO**

Expreso mi más profundo agradecimiento a la Universidad Estatal Península de Santa Elena por brindarme las herramientas académicas, el acompañamiento institucional y el espacio necesario para el desarrollo de esta investigación.

A mi tutor Ph.D. Jerry Landívar Zambrano por su guía constante, su dedicación y sus valiosos aportes, que fueron fundamentales para orientar cada etapa de este trabajo. Su compromiso y experiencia fueron un pilar esencial en este proceso.

Agradezco también a mi familia, por su amor incondicional, su paciencia y su apoyo permanente. Su comprensión y aliento fueron la mayor motivación para culminar con éxito este proyecto.

Finalmente, extendo mi gratitud a todas las personas que, de una u otra forma, contribuyeron con su tiempo, conocimiento o palabras de ánimo. Cada gesto de apoyo fue clave para hacer posible la realización de esta investigación.

## ÍNDICE GENERAL

<b>TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN</b> .....	<b>II</b>
<b>CERTIFICACIÓN:</b> .....	<b>III</b>
<b>DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD</b> .....	<b>IV</b>
<b>AUTORIZACIÓN DERECHOS DE AUTOR</b> .....	<b>V</b>
<b>CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO</b> .....	<b>VI</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>VII</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>VIII</b>
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	<b>IX</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>XI</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>XII</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>XIV</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>XV</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
PROBLEMÁTICA .....	4
JUSTIFICACIÓN .....	7
OBJETIVOS .....	8
Objetivo General.....	8
Objetivos Específicos .....	8
HIPÓTESIS .....	9
Hipótesis Aceptada .....	9
Hipótesis Nula.....	9
Hipótesis Alternativa .....	9
Variables.....	9
Variable Independiente: Aumento del nivel del mar. ....	9
Variable Dependiente: Biodiversidad y alteración de la estructura del ecosistema de manglar. .....	9
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>11</b>
Antecedentes .....	11
Marco conceptual .....	13
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>17</b>
Modalidad de investigación .....	17
Alcance de la investigación .....	17
Población y muestra .....	18
Técnica.....	18

Instrumentos de recolección de datos .....	18
Materiales .....	18
Procesamiento y análisis de la información .....	19
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>21</b>
RESULTADOS.....	21
DISCUSIÓN .....	71
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>75</b>
CONCLUSIONES.....	75
RECOMENDACIONES .....	76
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>77</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Matriz de operacionalización de las variables</i> .....	19
Tabla 2 <i>Trabajos tomados en cuenta para la realización de la investigación</i> .....	23
Tabla 3 <i>Estratificación de los bosques en Ecuador</i> .....	33
Tabla 4 <i>Caracterización de las zonas con Manglares y su información topográfica disponible en el tiempo</i> .....	34
Tabla 5 <i>Familias y tipos de Mangles en la región</i> .....	35
Tabla 6 <i>Especies que están ligadas a los manglares de Ecuador</i> .....	36
Tabla 7 <i>Especies de plantas presentes en los Manglares de Ecuador</i> .....	38
Tabla 8 <i>Intervención y clasificación de los Manglares en el Ecuador Continental.</i> .....	46
Tabla 9 <i>Base de Datos Socio Manglar</i> .....	46
Tabla 10 <i>Deforestación bruta y neta del Ecuador Continental desde 1990 hasta el 2022</i> .....	48
Tabla 11 <i>Aproximación de pérdida y recuperación de los manglares en el Ecuador Continental.</i> .....	51
Tabla 12 <i>Periodo y superficie deforestada dentro del SNAP (en el cual entran los Manglares)</i> 54	
Tabla 13 <i>Escenarios de aumento de la temperatura en el mundo</i> .....	63
Tabla 14 <i>Especies afectadas por los cambios en los Mangles en Ecuador</i> .....	69

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Fotografía de una parte de los manglares ecuatorianos</i> .....	25
Figura 2 <i>Aves Migratorias como la Platalea Leucorodia posadas en las ramas de un árbol</i> .....	26
Figura 3 <i>Proceso de trabajo para el procedimiento de recuperación de los manglares en Ecuador</i> .....	26
Figura 4 <i>Manglar sano y estable</i> .....	28
Figura 5 <i>Plan de acciones estrategias según el Ministerio de Ambiente</i> .....	29
Figura 6 <i>Proyección de cada uno de los componentes estratégicos</i> .....	30
Figura 7 <i>Esquematación sistemática de las leyes ecuatorianas</i> .....	30
Figura 8 <i>Principales Manglares de Ecuador</i> .....	31
Figura 9 <i>Mapa con los estratos de Bosques en Ecuador</i> .....	32
Figura 10 <i>Sistemas de Manglares en Ecuador con las especies de Fauna y Flora según su representación del total de especies del país, bajo el informe de la IUCN</i> .....	42
Figura 11 <i>Red list de especies en Ecuador, informe online</i> .....	43
Figura 12 <i>Ambientes ecosistemáticos de Ecuador Según la IUCN</i> .....	44
Figura 13 <i>Amenazas a los ecosistemas de Ecuador, principalmente a los sistemas de contacto de agua marina con el Ecuador Continental</i> .....	45
Figura 14 <i>Superficie de área natural por provincia</i> .....	47
Figura 15 <i>Valores de deforestación por provincias desde 1990 hasta el 2022</i> .....	48
Figura 16 <i>Deforestación observada en escala topográfica</i> .....	49
Figura 17 <i>Bosques naturales protegidos para 2022</i> .....	52
Figura 18 <i>Deforestación de zonas petroleras en Ecuador desde 1990 hasta el 2020</i> .....	53
Figura 19 <i>Bloques petroleros desde 2001</i> .....	53
Figura 20 <i>Manglares en El Oro y Guayas</i> .....	55
Figura 21 <i>Mapa de la zona manglar de Manabí</i> .....	56
Figura 22 <i>Piscinas camaroneras en Guayas</i> .....	57
Figura 23 <i>Vista área de las piscinas camaroneras en Guayas</i> .....	57
Figura 24 <i>Pleamar y bajar mar en Esmeraldas en agosto del 2025</i> .....	58
Figura 25 <i>Pleamar y baja mar en la estación de Puerto Bolívar</i> .....	59
Figura 26 <i>Pleamar y bajar mar Estación de Guayaquil y Río</i> .....	59
Figura 27 <i>Cambios en la superficie global desde 1850 hasta 1900</i> .....	60
Figura 28 <i>Calentamiento observado producto de las actividades humanas y los agentes promotores de ello</i> .....	61
Figura 29 <i>Fenómenos de calor extremo y la contribución humana a este</i> .....	62
Figura 30 <i>Fenómeno de precipitaciones intensas y su contribución humana</i> .....	62
Figura 31 <i>Fenómenos de sequías agrícolas y ecológicas y su contribución humana</i> .....	63
Figura 32 <i>Escenarios de aumento de la temperatura global</i> .....	64

Figura 33 <i>Proyección de precipitaciones por el cambio climático a nivel global</i> .....	64
Figura 34 <i>Cambio global de la temperatura bajo cada escenario posible</i> .....	65
Figura 35 <i>Superficie de hielos del Ártico</i> .....	65
Figura 36 <i>pH de la superficie del océano global</i> .....	66
Figura 37 <i>Cambio del nivel del mar</i> .....	66
Figura 38 <i>Aumento del nivel del mar con proyección hasta 2300</i> .....	67
Figura 39 <i>Impacto en las costas según un escenario de cambio climático actual</i> .....	68

## RESUMEN

Los manglares ecuatorianos, constituyen un ecosistema estratégico que por su alta biodiversidad, su capacidad de almacenamiento de carbono y su función como barrera natural frente a la erosión costera y eventos de tipo extremo, son realmente importantes para el país, sin embargo, actualmente se encuentran sometidos a múltiples presiones antrópicas y climáticas que comprometen su estabilidad, y resiliencia, enfrentándose a una deforestación histórica que ha estado vinculada de forma principal a la expansión de la acuicultura, la agricultura y los asentamientos humanos, con focos críticos en las provincias de Guayas y El Oro, donde vastas extensiones de manglar, fueron sustituidas por piscinas camaroneras. Este trabajo, mantiene un enfoque mixto, a partir de una revisión bibliografía, que busca evaluar la biodiversidad existente y sus relaciones con la variación del nivel del mar. Aunque los esfuerzos de restauración emprendidos desde mediados de la década de 2010 han permitido una recuperación parcial en determinadas áreas, la pérdida acumulada sigue siendo significativa, afectando tanto a la conectividad ecológica como a los servicios ecosistémicos. A estas presiones locales se superpone el impacto global del cambio climático, el aumento del nivel del mar, proyectado por el IPCC en rangos de entre 28 cm y más de 1 m, hacia finales del siglo, amenaza con provocar inundaciones permanentes en zonas bajas de estuarios y limitar la regeneración natural de especies como *Rhizophora mangle*. Asimismo, el incremento de la temperatura, la acidificación oceánica y los cambios en la salinidad generan estrés fisiológico en la flora y fauna del ecosistema, afectando especialmente a crustáceos y moluscos que sustentan la pesca artesanal. Los mapas y proyecciones climáticas confirman que la región costera ecuatoriana es altamente vulnerable a estos fenómenos, lo que aumenta la urgencia de diseñar estrategias integrales de conservación y adaptación.

**Palabras clave:** Manglares, biodiversidad, deforestación, cambio climático, nivel del mar, restauración ecológica, servicios ecosistémicos, Ecuador.

## ABSTRACT

Ecuador's mangroves are a strategic ecosystem that, due to their high biodiversity, their carbon storage capacity and their function as a natural barrier against coastal erosion and extreme events, are really important for the country; however, they are currently subject to multiple anthropic and climatic pressures that compromise their stability and resilience. They are facing historical deforestation that has been mainly linked to the expansion of aquaculture, agriculture and human settlements, with critical focal points in the provinces of Guayas and El Oro, where vast extensions of mangrove forests were replaced by shrimp ponds. Although restoration efforts undertaken since the mid-2010s have allowed partial recovery in certain areas, the cumulative loss remains significant, affecting both ecological connectivity and ecosystem services. Superimposed on these local pressures is the global impact of climate change. Sea level rise, projected by the IPCC to range from 28 cm to more than 1 m by the end of the century, threatens to cause permanent flooding in low-lying estuarine areas and limit the natural regeneration of species such as *Rhizophora mangle*. Likewise, the increase in temperature, ocean acidification and changes in salinity generate physiological stress in the ecosystem's flora and fauna, especially affecting crustaceans and mollusks that sustain artisanal fishing. Climate maps and projections confirm that the Ecuadorian coastal region is highly vulnerable to these phenomena, which increases the urgency of designing comprehensive conservation and adaptation strategies.

**Keywords:** Mangroves, biodiversity, deforestation, climate change, sea level, ecological restoration, ecosystem services, Ecuador

## INTRODUCCIÓN

Los manglares son robustas estructuras vegetales costeras, que van desde arbustos hasta árboles de unos 30 metros de altura, formados por una o varias especies de mangle, son ecosistemas completos y de gran importancia, aunque en la actualidad se encuentran entre los más frágiles y amenazados del planeta. Está siendo comprometido por el cambio climático y en Ecuador, la situación es de una forma particular, alarmante, aproximadamente unas 56.000 hectáreas de manglar, han desaparecido, representando un 27% de su superficie original. Esto ha sido actividades antropogénicas (Macías et al., 2023).

Los manglares poseen una ubicación estratégica de los mismos, dentro de la región costera, los mantiene en una constante visualización de ciertas áreas y en este sentido, son víctimas de las transformaciones globales. Como indica Gómez (2024), estos ecosistemas sufren un deterioro o desaparición en diversas localidades a nivel mundial. En este escenario influyen factores como el incremento de la temperatura terrestre y marina, la creciente frecuencia de eventos climáticos extremos y, crucialmente, la elevación del nivel del mar, estos derivan en profundas repercusiones en su supervivencia en función del tiempo.

En Ecuador, los manglares son pilares de la estabilidad ecológica de las áreas costeras, esto es confirmado por el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2023-2027 del Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica (2024) como estudios de la Cámara Nacional de Pesquería del Ecuador (2024). Las cifras son elocuentes: las temperaturas del mar en el golfo de Guayaquil, Santa Elena y Manabí promediaron 25,67 °C en noviembre de 2023, escalando a 27,71 °C en febrero del mismo año, una evidencia clara del significativo aumento térmico. Esto también se ven afectado por el crecimiento del nivel medio del mar, el cual ha mostrado un incremento progresivo, existen las proyecciones de la Universidad Particular de Loja (UTPL, 2024), son inquietantes: para el año 2100, se estima un aumento de 0.5 metros, una cifra que, aunque pueda parecer menor, representa una amenaza existencial para la biodiversidad y la funcionalidad de estos ecosistemas.

La biodiversidad que poseen estos manglares de Ecuador, son un capital natural que no posee un valor correspondido, estos son bosques salinos que no solo son el hogar de una asombrosa variedad de especies de flora y fauna, que actúan como viveros naturales para los peces, crustáceos, moluscos e incluso aves, además, cumplen funciones ecológicas insustituibles. Son barreras que son protectoras vitales

contra una erosión costera, las tormentas y las marejadas, mitigando el impacto de la creciente elevación del nivel del mar, como indica (Camacho et al., 2021)

Además, funcionan como eficientes sumideros de carbono, desempeñando un papel crucial en el ambiente y la lucha contra el cambio climático, y con filtros naturales que mejoran la calidad del agua, que estos espacios desaparezcan, no solo conlleva a la pérdida de especies, sino que también, se vulneran a ciertas comunidades costeras y se interrumpen los servicios ecosistémicos esenciales (Ordóñez, 2024).

La relación entre los manglares y las variaciones del nivel del mar, es otro elemento crítico, estos ecosistemas están adaptados a ciertos rangos específicos de inundación mareal, un aumento sostenido de este nivel, sumerge de forma permanente, áreas que son intermareales, creando una asfixia en sus raíces y la muerte de los árboles (Hoyos et al., 2024 2013).

Por su parte, una creciente salinización de los suelos, producto de un avanzado estado de invasión del agua salada, no permite una adecuada supervivencia de especies que hacen vida en estos espacios, creando una migración vegetal y animal hacia otros lugares. Ahora, es importante proteger y restaurar los manglares ecuatorianos como una actividad impostergable para la sostenibilidad ambiental del país (Luquez et al., 2023).

Todo lo anterior, implica no solo una conservación y protección de las áreas existentes y la restauración ecológica de zonas degradadas, a su vez, un manejo costero integrado que considere a los manglares como estructura fundamental. En este sentido, es necesario que las estrategias de adaptación, estén basadas en el fortalecimiento del ecosistema, promoviendo el uso de los manglares como soluciones naturales para la resiliencia climática. Asimismo, se espera que exista una reducción de gases que producen el efecto invernadero a nivel global y nacional, siendo fundamental para frenar el calentamiento global por consecuencia el aumento del nivel del mar.

Para ello, es necesario realizar constantes investigaciones sobre el tema, mantener un monitoreo constante y una concientización en conjunto con una participación comunitaria, siendo estos pilares que aseguran que los manglares, sigan proveyendo sus esquemas como parte del ciclo ambiental de las especies. La supervivencia de los manglares ecuatorianos no es solo una cuestión ambiental, sino un imperativo socioeconómico y una responsabilidad generacional.

Las fluctuaciones ambientales de los manglares en Ecuador, en especial, el aumento en el nivel del mar, tiene un impacto profundo y multifacético en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas marinos, ya que sustentan una amplia diversidad biológica de estos, y se ve empañado ciertos elementos del contexto biológico ambiental, como lo son la estructura de depredador – presa, las diferentes plantas que sirven de alimento, el hábitat de ciertas especies, es decir, todo un conglomerado de razones de mucho impacto y peso (Sacheri et al., 2022).

Así, la elevación en el nivel del mar, es un fenómeno que se vincula de manera directa con el cambio climático, para el propósito de este trabajo, se traduce en una invasión gradual de agua salina, en zonas que tenían una base alcalina menor, estas consecuencias son devastadores, ya que genera la pérdida directa del hábitat de especies vegetales de manglar, de modo que, las plantas, aunque tolerantes a la salinidad y a la inundación, tienen límites fisiológicos. Si el nivel del agua permanece por encima de sus raíces por períodos prolongados, la falta de oxígeno en el suelo puede provocar su asfixia y muerte. Esto, no solo reduce de manera significativa la densidad de los manglares, sino que altera toda la composición de los suelos, hábitats y especie que hacen vida en este lugar, además, se favorecen aquellas especies que son más tolerantes (supervivencia del más apto) a mayores niveles de inundación, salinidad, desplazamiento y cualquier otro resultado de esta elevación, y eliminando por su parte, todas aquellas que no pueden adaptarse (Rivas, 2025).

A nivel de desplazamiento, se puede intuir que la pérdida de la cobertura vegetal de manglar, o el cambio en su composición, tiene un efecto de cascada sobre la fauna asociada a su hábitat o estado ambiental, una gran cantidad de especies de animales, tanto acuáticas como terrestres, dependen de la intrincada red de raíces aéreas, el dosel denso y los sedimentos ricos en nutrientes de los manglares para su supervivencia, los peces, crustáceos, moluscos, y una gran cantidad de aves, hacen uso de estos espacios como zonas de cría, refugio y sobre todo alimentación, la constante elevación del nivel del mar, ocasiona una movilización de las especies de la fauna, lo que les obliga a buscar nuevos refugios y fuentes de alimentos en entornos menos adecuados, esto conlleva a una mayor competencia por los recursos, un aumento de la depredación y, en última instancia, una disminución de las poblaciones. La conectividad ecológica entre los manglares y otros ecosistemas costeros, como arrecifes de coral y lechos de pastos marinos, también se ve afectada, alterando los flujos de energía y nutrientes esenciales para la salud general de la región costera (Jurado, 2025).

Es innegable que son de alto valor, como para el mundo, teniendo inclusive un impacto significativo en la actividad económica, existen algunas especies de alto valor comercial, como el camarón rojo (*Farfantepenaeus brevisrostris*), y que dependen intrínsecamente de estos entornos para completar sus ciclos de vida. Así, los manglares empiezan a actuar como guarderías naturales para las larvas y los juveniles de los camarones y peces, destacando su importancia en la industria camaronera y pesquera del país. La degradación de los manglares debido al aumento del nivel del mar es una amenaza directa a la sostenibilidad de la pesca artesanal y la acuicultura, poniendo en riesgo los medios de vida de miles de familias ecuatorianas (Jurado, 2025).

No obstante, a pesar de que existe una amplia importancia crítica, existe una información muy limitada en este campo, su impacto, las variaciones del nivel de mar que han afectado, y los datos de aquellos manglares que fueron golpeados por estas razones, lo que genera una enorme preocupación acerca del estado actual de dichos espacios, sin los datos concretos y estudios a largo plazo que evalúen la correlación entre el aumento del nivel del mar y los cambios específicos en la composición de especies, la densidad poblacional y la salud general del ecosistema manglar, resulta difícil desarrollar estrategias de conservación y adaptación efectivas y basadas en evidencia.

Es imperativo que se priorice la investigación y el monitoreo continuo para cuantificar estos impactos y comprender de una forma más adecuada y proporcional, la resiliencia y los umbrales de los manglares ante las crecientes presiones ambientales. Esto no solo es crucial para la conservación de la biodiversidad, sino también para salvaguardar la economía costera del Ecuador y el bienestar de sus comunidades. Todo esto se realiza con el fin de evaluar la biodiversidad que posee el ambiente, y como se relaciona completamente con la variación del nivel del mar, y otros aspectos relevantes que pueden visualizarse, dentro del marco bibliográfico analizado.

## **PROBLEMÁTICA**

Los manglares en el país, enfrentan unos problemas alarmantes, una compleja red de desafíos que se interconectan, y amenazan su existencia y la biodiversidad que alberga, esta situación se deriva de la confluencia de la acción humana y los efectos inexorables del cambio climático, lo que termina dando forma a un escenario de deterioro progresivo y hasta sistemático.

Existe y subyace, una destrucción y pérdida acelerada de la superficie de los manglares, estos son datos totalmente contundentes; ya que, el 27% de la cobertura original, equivalente a 56.000 hectáreas, ha desaparecido. Esta devastación no es un capricho de la naturaleza, sino el resultado directo de la expansión descontrolada de las actividades antropogénicas, que han transformado vastas extensiones de estos vitales ecosistemas zonas áridas (Macías et al., 2023).

Y a este elemento, se le anexan actividades humanas, como la urbanización costera desordenada, la deforestación para obtención de madera y carbón, la expansión urbana, la contaminación por desechos y efluentes, y la sobreexplotación de los recursos que los manglares proveen. Cada hectárea perdida representa no solo un paisaje u horizonte transformado, sino que, también existe la aniquilación de una infraestructura natural que ha evolucionado durante milenios, indispensable para la protección de las costas y la mitigación del cambio climático.

Ahora, a los elementos locales de tipo antropogénico, se suma el impacto que, sin duda alguna es exacerbado, del nivel del mar, siendo este una amenaza, que, aunque es central, es silenciosa, así, los manglares que están ubicados en zonas intermareales son los primeros en sentir los efectos de la elevación oceánica. De forma directa, los datos de aumento de la temperatura del mar en el Golfo de Guayaquil, Santa Elena y Manabí, con promedios que escalaron de 25.67 °C en noviembre de 2023 a 27.71 °C en febrero de 2024, son un claro indicio del calentamiento oceánico; este no solo contribuye a la expansión térmica del agua, sino también al derretimiento de los glaciares polares.

Existe una proyección de aumento de 0.5 metros en el promedio del nivel del mar, lo cual es una sentencia de muerte para una gran cantidad de ecosistemas, que para aproximadamente el año 2100, no existirán, motivado a estos elementos climáticos que están impactando. Esto conduce a la asfixia de las raíces de los mangles y, consecuentemente, a una mortalidad masiva, teniendo en cuenta que, la capacidad natural de los manglares para migrar tierra adentro en respuesta a este avance del mar está severamente limitada por la topografía y, de manera crucial, por las barreras humanas como carreteras y desarrollos urbanos, creando un fenómeno conocido como “estrangulamiento costero” (García, 2024).

El resultado de esta amenaza, se basa en una grave afectación de la biodiversidad y consecuente pérdida de los servicios ecosistémicos vitales que son proporcionados por los manglares. Dentro del aumento del nivel del mar, no solo diezma la vegetación del mismo, sino que destruye el hábitat de una miríada de

especies de peces, crustáceos, moluscos y aves que dependen de estos entornos para su alimentación, reproducción y refugio.

De este modo, se provoca un desplazamiento de estas especies, lo que altera las cadenas tróficas, y se reduce la riqueza biológica del área. A su vez, la dependencia económica de sectores que son claves, como la pesca artesanal, la acuicultura, en especial del camarón rojo, y la que proviene de la explotación de los manglares a nivel turístico, disminuyen los efectos comerciales que existen, lo que se concreta en un impacto negativo en los medios de vida de poblaciones costeras, y en la economía de la nación (Sandoval & Castrillo, 2025).

Además, se pierden los cruciales servicios de protección costera natural contra tormentas y erosión, haciendo las costas más vulnerables a eventos extremos, siendo este, un impacto muy importante, ya que, a pesar de que Ecuador, no se encuentra en una zona de alta propensión a eventos catastróficos, si está disponible para ondas tropicales, que pueden ser tratadas de mejor manera si se tiene esta barrera natural. También, se reduce la capacidad de los manglares como captura y almacenamiento de carbono, debilitando uno de los principales aliados naturales del país en la lucha contra el cambio climático.

Un elemento que agrava toda esta problemática es la limitada información disponible sobre el impacto directo de las variaciones del nivel del mar en la biodiversidad específica de los manglares ecuatorianos, aunque sí existe un reconocimiento a su importancia, y se poseen ciertas proyecciones generales, a nivel nacional e internacional sobre el aumento del nivel del mar, falta una composición detallada de las especies, las tasas de supervivencia de la flora y la fauna, y la funcionalidad de tipo ecológica a nivel local (Macías et al., 2023).

Esto conlleva a la existencia de una dificultad de tomar decisiones que sean acertadas, informadas de una manera real, la priorización de áreas de conservación y la implementación de estrategias de adaptación y restauración verdaderamente efectivas y basadas en la ciencia.

Si no se poseen los datos de manera precisa, con un monitoreo continuo, cualquier esfuerzo de gestión, puede ser insuficiente o mal direccionado, perpetuando la degradación del ecosistema. En síntesis, la problemática de los manglares ecuatorianos es un conjunto de elementos complejos y urgentes, donde la destrucción por actividades humanas se superpone con los efectos del cambio climático (también producto de la actividad humana), amenazando directamente la rica biodiversidad y los servicios ecosistémicos que sostienen no solo el ambiente sino también importantes

sectores económicos del país. En este contexto, la pregunta central, se basa en ¿Cuál es la relación existente entre la biodiversidad en los manglares ecuatorianos con la variación del nivel del mar?

## **JUSTIFICACIÓN**

Este trabajo se enmarca y concreta por la crítica situación de los manglares ecuatorianos y la imperante necesidad de comprender y abordar las amenazas que enfrentan, especialmente en el contexto del cambio climático y el aumento del nivel del mar, la información que es presentada, no es un elemento descriptivo propiamente, sino una descripción fundamentada que permite generar fundamentos de la urgencia que existe de salvaguardar estos ecosistemas vitales.

Los manglares, como se ha detallado hasta ahora, no son solo un conjunto de árboles; son viveros naturales para innumerables especies marinas, con diferentes valores comerciales y ecológicos, barreras que son protectoras contra la erosión costera y los eventos extremos, siendo a su vez, sumideros de carbono cruciales, lo que crea un valor que se extiende a las comunidades costeras, y dependen directamente de ellos para su subsistencia a través de la pesca artesanal y la recolección de mariscos, perder los manglares equivale al desmantelamiento de una infraestructura de orden natural, la cual es muy compleja y multifuncional, con repercusiones que van más allá de la línea costera (Macías et al., 2023).

A su vez, el análisis que se realiza, permite evidenciar el innegable impacto del cambio climático, particularmente el aumento del nivel del mar, sobre estos ecosistemas, que ya presentan una vulnerabilidad por la realización de actividades humanas en gran escala, o por el aumento significativo del nivel del mar, las cifras que han sido revisadas, como un aumento progresivo de 0.5 cm en el 2100, y que se espera un crecimiento mayor dentro de cierta cantidad de tiempo posterior al año anteriormente mencionado. Cuando a su vez, se habla de manglares, estos poseen una capacidad muy limitada de migrar tierra adentro, motivado a los factores antropogénicos, y estructurales de la naturaleza, lo que conlleva a comprender que existen interacciones críticas que deben abordarse de forma adecuada, ahora, es esencial diseñar estrategias de adaptación que sean efectivas, que no solo protejan al ecosistema, sino que también, sean protegidas las vidas ya sean humanas, animales y florales que existen en esta zona, así como sus propiedades en cada uno de los estratos (Cámara Nacional de Pesquería, 2024; García, 2024; Jurado, 2025).

Por ello, se fortalece una justificación, permeada por la preocupante brecha de información que existe sobre el las variaciones y el impacto directo de estas en la

biodiversidad específica de los manglares ecuatorianos y su estructura ecológica, partiendo de la importancia del manglar y su reconocimiento, existe una falta de datos como las fluctuaciones del nivel del mar, la composición de las especies, la dinámica poblacional y la salud de ecosistema a nivel local, representan un obstáculo significativo para cualquier gestión que se avoque a solucionar esta problemática. Este trabajo, al resaltar esta deficiencia, subraya la necesidad urgente de investigación y monitoreo continuos, ya que, al no poseer ciertos conocimientos, de manera precisa, las acciones de conservación pueden ser insuficientes o mal dirigidas, perpetuando la degradación.

En síntesis, este trabajo se justifica por la necesidad de generar conciencia y catalizar acciones frente a una problemática que conjuga la destrucción histórica de un ecosistema vital con las crecientes presiones del cambio climático, todo ello agravado por una limitación de información, así, se puede indicar que se comprenden estos elementos, y que esto es un solo un primer paso indispensable para formular y ejecutar políticas y proyectos que aseguren la supervivencia de los manglares ecuatorianos, no solo por su valor intrínseco, sino por su rol insustituible en la resiliencia costera, la sostenibilidad económica y el bienestar de las comunidades, y el país.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Evaluar la biodiversidad en los manglares ecuatorianos y su relación con las variaciones del nivel del mar.

### **Objetivos Específicos**

- Identificar las variaciones históricas y actuales de los niveles del mar en zonas de manglares ecuatorianos.
- Describir los efectos de la variación del nivel del mar en la cobertura vegetal de los manglares y distribución de las especies presentes.
- Indagar la tendencia de la biodiversidad de la macrofauna y flora de los manglares ecuatorianos asociada con las fluctuaciones del nivel del mar.
- Determinar la relación entre las variaciones del nivel del mar y la pérdida del hábitat crítico para especies endémicas de los manglares ecuatorianos.

## **HIPÓTESIS**

### **Hipótesis Aceptada**

El aumento del nivel del mar, impulsado por el cambio climático y el incremento de la temperatura oceánica, disminuye la biodiversidad y altera la estructura del ecosistema de manglar en el Ecuador, al reducir el hábitat disponible y afectar negativamente las condiciones fisiológicas óptimas para las especies de flora y fauna que lo habitan, lo que consecuentemente impacta las actividades económicas dependientes de este ecosistema.

### **Hipótesis Nula**

El aumento del nivel del mar y el incremento de la temperatura oceánica no tiene un efecto significativo en la biodiversidad ni altera la estructura del ecosistema de manglar en el Ecuador, y por lo tanto, no impacta las actividades económicas asociadas.

### **Hipótesis Alternativa**

El aumento del nivel del mar y el incremento de la temperatura oceánica sí disminuyen significativamente la biodiversidad y alteran negativamente la estructura del ecosistema de manglar en el Ecuador, lo que consecuentemente impacta negativamente las actividades económicas dependientes de este ecosistema.

### **Variables**

#### **Variable Independiente: Aumento del nivel del mar.**

Esta es la variable que se considera la causa o el factor que está cambiando o influyendo en el ecosistema, motivado a que es un fenómeno ambiental externo (aunque con origen antropogénico global) que afecta a los manglares y sobre el cual no se tiene control directo a escala local o del ecosistema. Se mide a través de proyecciones futuras, registros históricos y monitoreo actual de la altura media del mar.

#### **Variable Dependiente: Biodiversidad y alteración de la estructura del ecosistema de manglar.**

Esta es la variable que se espera que cambie o se vea afectada por el aumento del nivel del mar, la misma incluye métricas que se sintetizan desde la densidad y composición de especies de mangle, la presencia y abundancia de especies de fauna

(peces, crustáceos, aves), la superficie de manglar (hectáreas), la salud del suelo (niveles de salinidad, anoxia) y la funcionalidad del ecosistema (pérdida de servicios ecosistémicos como protección costera y capacidad de vivero).

## MARCO TEÓRICO

### Antecedentes

La investigación engloba el estudio de ecosistemas de manglares centrándose específicamente en su biodiversidad y en la vulnerabilidad ante las variaciones del nivel del mar, un impacto directo del cambio climático, con esto, se comprende a profundidad la problemática que existe, y de este modo, es fundamental integrar conceptos de ecología de ecosistemas costeros, biogeografía, oceanografía y climatología, así como marcos teóricos sobre la gestión ambiental y la sostenibilidad (García, 2024).

Los manglares son formaciones vegetales intermareales, dominadas por especies leñosas halófitas (tolerantes a la sal), que se desarrollan en zonas costeras tropicales y subtropicales. Poseen una estructura robusta, compuesta por árboles y arbustos de entre 1 y 30 metros de altura, con ciertos complejos sistemas radiculares, que les permite prosperar en ambientes caracterizados por suelos anóxicos, que poseen una alta salinidad y constantes fluctuaciones mareales (Macías et al., 2023).

La biodiversidad en los manglares no se limita a las especies de mangle; estos ecosistemas albergan una rica variedad de flora y fauna asociada, incluyendo algas, bacterias, invertebrados bentónicos (crustáceos, moluscos), peces, aves y reptiles, lo que conlleva a una zonación de especies, definida por las gradientes salinas, una frecuencia de inundación y del tipo de sustrato, es una característica distintiva de estos bosques. Sus adaptaciones únicas, como raíces aéreas (neumatóforos, raíces zanco), glándulas secretoras de sal y viviparidad, les permiten colonizar y dominar estos entornos, para que otras especies pueden definirse como hostiles (Sacheri et al., 2022).

La relevancia de los manglares trasciende su complejidad biológica debido a los múltiples servicios ecosistémicos que proveen:

- Actúan como viveros y zonas de reproducción para numerosas especies marinas y terrestres, incluyendo muchas de importancia comercial para la pesca y acuicultura (Macías et al., 2023).
- Su densa red radicular estabiliza los sedimentos, previene la erosión costera y mitiga el impacto de tormentas, tsunamis y marejadas ciclónicas (Gómez, 2024).
- Filtran sedimentos y contaminantes, mejorando la calidad del agua que fluye hacia los ecosistemas marinos adyacentes (Jurado, 2025).

- Son sumideros de carbono altamente eficientes, almacenando grandes cantidades de carbono azul en su biomasa y, crucialmente, en sus suelos anóxicos, a tasas superiores a las de muchos bosques terrestres (Camacho et al., 2021).
- Sostienen economías locales a través de la pesca, recolección y, potencialmente, el ecoturismo (Cámara Nacional de Pesquería, 2024; Ordóñez, 2024).

Los manglares de Ecuador, distribuidos principalmente en la costa pacífica (Esmeraldas, Manabí, Guayas, El Oro), son ecosistemas vitales para la estabilidad ecológica y la economía del país (Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2024). Sin embargo, en los últimos años, se ha experimentado una pérdida significativa, estimada en un 27% de su superficie original, esto motivado principalmente por la expansión de la industria camaronera y otras actividades humanas, como la urbanización y la contaminación de distintas áreas.

Este contexto de degradación previa agrava su vulnerabilidad ante los impactos emergentes del cambio climático, su ubicación costera los convierte en "testigos principales" de las transformaciones globales, incluyendo el aumento de la temperatura superficial terrestre y marina, y la mayor frecuencia de eventos climáticos extremos (Macías et al., 2023).

El aumento del nivel del mar (ANM) es una de las amenazas más directas y existenciales para los ecosistemas de manglar. Este fenómeno global es impulsado principalmente por la expansión térmica del agua oceánica debido al calentamiento y por el derretimiento de glaciares y capas de hielo. De modo que, se derivan en las proyecciones para Ecuador, como el posible aumento de 0.5 metros en el nivel medio del mar para el año 2100, son alarmantes.

Los manglares están adaptados a rangos específicos de inundación mareal. Un aumento excesivo puede llevar a una sumersión permanente, lo que resulta en condiciones anóxicas prolongadas en el suelo que asfixian las raíces y causan la muerte de los árboles.

La pérdida de la cobertura arbórea y la alteración del sustrato reducen el hábitat disponible para las especies de flora y fauna dependientes. Esto genera desplazamientos de especies hacia el interior, si la topografía lo permite, o la pérdida de aquellas menos tolerantes a las nuevas condiciones de salinidad e inundación.

El "Estrangulamiento costero" (*Coastal Squeeze*), en muchas zonas, la migración natural de los manglares hacia el interior está impedida por barreras

antropogénicas (infraestructuras, agricultura, urbanizaciones), lo que los "aprieta" entre el mar que avanza y la tierra no disponible, llevando a su desaparición.

La pérdida de especies de manglar no es solo una disminución en la riqueza; afecta la estructura tridimensional del ecosistema y sus funciones, así, una reducción de la complejidad de las raíces impacta directamente en las guarderías de peces y crustáceos, y la disminución del dosel afecta a las aves y otros organismos terrestres. En este sentido, la salinidad creciente evidenciada por el aumento de temperaturas del mar en zonas clave como el Golfo de Guayaquil (Cámara Nacional de Pesquería, 2024), puede también exacerbar el estrés fisiológico en las especies.

A pesar de la reconocida importancia de los manglares y la inminencia de los impactos del cambio climático, existe una limitada información específica sobre cómo las variaciones del nivel del mar han impactado directamente la biodiversidad de los manglares ecuatorianos, esta disparidad en los aspectos de conocimientos, impide que exista una evaluación real y precisa de la vulnerabilidad local, la identificación de las especies que realmente se encuentran amenazadas y la proporción en la cual se encuentran, y su diseño estratégico basada en función de la evidencia encontrada. Así, este trabajo investigativo es fundamental para establecer líneas claras y fundamentar, estableciendo líneas de base, monitoreando los cambios y prediciendo escenarios futuros, lo cual es indispensable para la formulación de políticas públicas efectivas y la gestión adaptativa (Luquez et al., 2023).

### **Marco conceptual**

El concepto de biodiversidad representa la base estructural de los ecosistemas naturales y se define como la variedad y variabilidad de organismos vivos que habitan un ecosistema determinado, incluyendo la diversidad genética de especies y de ambientes pródicamente dichos. En este contexto, en el caso de la gran gama de manglares ecuatorianos, esta diferencia de tantas especies y de ambientes no aluden solo a la riqueza de la flora, como el mangle rojo (*Rhizophora mangle*), el mangle negro (*Avicennia germinans*) o el mangle blanco (*Laguncularia racemos*), sino también a toda la fauna que habita, se reproduce y se alimenta en estos entornos, tales como peces, crustáceos, moluscos, aves migratorias y residentes, y una amplia variedad de microorganismos.

La biodiversidad representa una estructura de los ecosistemas naturales muy relevante, y se define como esa variabilidad de organismos vivos que habitan un ecosistema determinado, siendo este el principal indicador de salud ecológica,

resiliencia frente al cambio climático y base fundamental para la sostenibilidad de comunidades humanas que dependen directa e indirectamente de estos recursos.

Los manglares son definidos como ecosistemas costeros intermareales, altamente productivos y adaptados a condiciones casi extremas como la salinidad, inundación periódica y suelos anóxicos, poseen características morfofisiológicas únicas que permiten supervivencia, como raíces aéreas, viviparidad y mecanismos de excreción de sal. Ahora, dentro de su rol funcional, estos actúan como amortiguadores naturales frente a la erosión costera, como filtros biológicos que depuran el agua contaminada y como sumideros de carbono azul, lo cual los convierte en aliados del cambio climático significativos y claves.

En este sentido, el perderlos o deteriorarlos, impacta no solo a la biodiversidad que albergan, sino también al equilibrio ecológico de la zona costera, mientras que, la seguridad económica de estas mismas regiones y de las poblaciones locales igualmente se ven afectadas. Así, dentro de este marco conceptual, es necesario comprender el fenómeno del cambio climático como un proceso global inducido en gran medida por actividades humanas, caracterizado por el aumento sostenido de la temperatura media del planeta.

Este es un fenómeno que desencadena múltiples consecuencias ambientales, entre ellas la elevación del nivel del mar, considerada una de las amenazas más significativas para los ecosistemas costeros como los manglares, la elevación del nivel medio se produce, principalmente, por el derretimiento de los glaciares y las capas polares, así como por la expansión térmica de las masas de agua debido al incremento de la temperatura. Un ascenso que, aunque aparentemente es gradual, tiene efectos acumulativos devastadores para aquellas especies vegetales y animales que habitan en los manglares, especialmente aquellas que poseen márgenes fisiológicos estrechos y de tolerancia a la salinidad y a la inundación permanente.

Con relación a lo anterior se introduce un concepto de “estrangulamiento costero” o “*coastal squeeze*”, un fenómeno que ocurre cuando los ecosistemas costeros no pueden migrar tierra adentro a medida que el nivel del mar asciende, esto motivado a barreras naturales o antropogénicas como urbanizaciones, infraestructura vial, o usos agrícolas intensivos, este fenómeno impide una adaptación espacial natural del ecosistema frente a las condiciones cambiantes, o que reduce la superficie habitable de los manglares y limita su capacidad de regeneración ecológica, esto resulta en la pérdida de la cobertura vegetal, disminución en la densidad y diversidad

de especies, y degradación del suelo, lo cual desemboca en una pérdida funcional de los servicios ecosistémicos que proporcionan.

Por su parte, resulta pertinente considerar el concepto de servicios ecosistémicos entendidos como los beneficios directos e indirectos que los seres humanos obtienen de los mismos ambientes, para el caso particular de los manglares, estos servicios se dividen en cuatro categorías: servicios de provisión (pesca, leña, productos medicinales), servicios de regulación (control de inundaciones, secuestro de carbono y purificación de las aguas), servicios de soporte (ciclo de nutrientes, hábitat de especies) y servicios culturales (paisaje, turismo, identidad cultural), la disminución de la biodiversidad producto de una variación del nivel del mar afecta de manera directa la prestación de los servicios, comprometiendo la seguridad alimentaria, económica y ecológica de las comunidades costeras.

Asimismo, se debe incorporar el concepto de resiliencia ecológica, el cual hace referencia a la capacidad de los ecosistemas para absorber disturbios y reestructurarse manteniendo sus funciones esenciales, de modo que, los manglares poseen una resiliencia considerable frente a ciertos eventos extremos, sin embargo, esta resiliencia puede verse rebasada cuando las presiones ambientales, como el aumento sostenido del nivel del mar o las actividades humanas destructivas, sobrepasan los umbrales críticos de tolerancia.

En este orden, cuando el estrés ambiental supera la capacidad de respuesta adaptativa del ecosistema, este puede colapsar, provocando la desaparición de especies clave, la disfunción de ciclos ecológicos y el empobrecimiento irreversible del mismo.

El hábitat crítico es otro concepto central de este trabajo investigativo, entendido como aquellos espacios que son esenciales para la supervivencia de especies en peligro, en especial aquellas que son endémicas y altamente sensibles a cambios ambientales, en los manglares ecuatorianos, estos hábitats críticos incluyen regularmente zonas de cría de peces y crustáceos, áreas de anidación de aves y refugios de organismos en etapas juveniles.

La elevación del nivel del mar, al modificar las condiciones físico-químicas del sustrato y alterar la frecuencia y duración de las mareas, impacta directamente en la disponibilidad y funcionalidad de estos hábitats, provocando fenómenos de desplazamiento de especies, cambios en la cadena trófica y, en casos extremos, la extinción local de especies incapaces de adaptarse a los nuevos regímenes ecológicos.

El concepto de manejo costero integrado (MCI) es fundamental y cobra especial relevancia en el estudio, ya que propone una gestión casi holística y participativa del litoral, considerando las interacciones ecológicas, sociales y económicas que coexisten en estos propios espacios, en este sentido, el MCI promueve una planificación espacial estratégica, el desarrollo sostenible, la restauración de ecosistemas degradados y la adaptación basada en ecosistemas como una herramienta fundamentales para enfrentar los efectos del cambio climático.

Bajo lo expuesto anteriormente, los manglares deben ser considerados no solo como un recurso natural que está aislado de la realidad, sino como ecosistemas socio ecológicos integrados, cuya conservación requiere de políticas públicas basadas en ciencia, participación comunitaria y coordinación interinstitucional. Así, se tiene que el marco conceptual está construido bajo los conceptos teóricos de:

- Biodiversidad en los manglares
- Manglares como ecosistemas costeros intermareales
- Cambio climático y elevación del nivel del mar
- Estrangulamiento costero
- Servicios ecosistémicos
- Resiliencia ecológica
- Hábitats críticos y especies sensibles
- Manejo costero integrado

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

La presente investigación sobre la biodiversidad en los manglares ecuatorianos y su relación con las variaciones del nivel del mar se fundamenta en un diseño metodológico mixto, integrando enfoques cualitativos y cuantitativos para lograr una comprensión holística de esta problemática. Así, este diseño permite la identificación de tendencias y patrones, y a su vez, la contextualización y profundización en las complejidades de los impactos observados en estos ecosistemas.

El estudio adopta un tipo de investigación con alcance tanto descriptivo como correlacional, ya que, en su lado descriptivo detalla las características esenciales de los manglares de Ecuador, incluyendo las especies vegetales dominantes, la diversidad animal asociada, y los patrones de distribución de su cobertura vegetal, mientras que se describirán las variaciones históricas y actuales del nivel del mar en las zonas de estudio, ofreciendo una imagen completa y detallada del estado y los cambios que han experimentado estos ecosistemas.

Así, su alcance correlacional se enfoca en establecer relaciones entre la variable dependiente e independiente, buscando determinar si existe una relación directa y, de ser así, en qué medida el incremento del nivel del mar contribuye a la pérdida de hábitat, los desplazamientos de especies o las alteraciones en la cobertura vegetal.

### **Modalidad de investigación**

La modalidad que ha sido adoptada fue la documental y bibliográfica, con un componente aplicado de análisis geoespacial, llevando a cabo una revisión sistemática de literatura científica y técnica, consultando fuentes académicas indexadas, informes institucionales oficiales y plataformas especializadas en cambio climático, biodiversidad y oceanografía, esta es una modalidad que permitió recopilar información de alto valor científico y técnico, empleando criterios de selección rigurosos que garantizan la pertinencia y actualidad de los datos utilizados.

### **Alcance de la investigación**

El alcance de este trabajo fue de tipo descriptivo y correlacional, en su fase descriptiva, la investigación se caracterizó los ecosistemas de manglar en las principales provincias costeras de Ecuador, documentando su biodiversidad vegetal y animal, su estructura ecológica y su distribución geográfica, en el componente correlacional, se buscó establecer la relación entre el aumento del nivel del mar y los cambios en la biodiversidad, considerando variables como la pérdida de hábitats

críticos, la disminución de la cobertura vegetal y la migración o desaparición de especies propias de estos ambientes.

### **Población y muestra**

La población de estudio correspondió a los manglares ecuatorianos situados en las provincias de Esmeraldas, Manabí, Guayas y El Oro, por tratarse de regiones con mayor concentración de ecosistemas de manglar y con exposición directa al mar abierto, la muestra se determinó de manera intencional, seleccionando aquellas zonas donde se han reportado impactos significativos por variaciones del nivel del mar, pérdida de biodiversidad o presión antrópica, y donde existía disponibilidad de datos e investigaciones recientes, esta selección conllevó a garantizar una muestra representativa de la problemática a nivel nacional.

### **Técnica**

La principal técnica que fue utilizada, fue la revisión bibliográfica sistemática, complementada por un análisis exploratorio de tipo comparativo geoespacial, esta técnica consistió en la búsqueda estructurada de información secundaria, utilizando criterios de inclusión relacionados al área geográfica, el periodo de análisis (últimos 30 años), pertinencia científica y la confiabilidad de las fuentes, realizando una triangulación de la información para contrastar y validar los hallazgos desde diferentes enfoques y disciplinas.

### **Instrumentos de recolección de datos**

Se emplearon fichas documentales y matrices de sistematización, donde se registraron datos cuantitativos (extensión del manglar, temperatura del mar, proyecciones de aumento del nivel del mar, salinidad del suelo, entre otros) y cualitativos (observaciones ecológicas, efectos de especies claves, impactos socioambientales, entre otras), asimismo, se utilizaron mapas satelitales, reportes técnicos y bases de datos provenientes de entidades como el MAATE, INOCAR, UTPL y publicaciones indexadas en Scopus, ScienceDirect y Redalyc, entre otros.

### **Materiales**

Para el desarrollo del estudio se utilizaron diversos materiales de apoyo, entre los que destacan: computadoras personales con acceso a internet para la búsqueda y procesamiento de la información; software de análisis estadístico básico (Excel, SPSS) y programas de visualización geoespacial (Google Earth, QGIS) para la elaboración de mapas comparativos de cobertura de manglar; además de documentos normativos y técnicos proporcionados por organismos gubernamentales y académicos.

## Procesamiento y análisis de la información

El procesamiento de los datos se desarrolló en varias fases. En la primera fase, se organizó y clasificó la información recolectada según los criterios establecidos (temática, región, año, tipo de variable). Posteriormente, se aplicaron herramientas de estadística descriptiva para identificar tendencias en las variables cuantificables, como la evolución del nivel del mar, la pérdida de hectáreas de manglar y los cambios en parámetros fisicoquímicos del suelo y el agua. En paralelo, se efectuó un análisis cualitativo de contenido para interpretar los hallazgos desde una perspectiva ecológica y social.

Luego se llevó a cabo una triangulación metodológica, integrando los datos obtenidos a través de fuentes cuantitativas y cualitativas, para generar una comprensión holística del impacto de las variaciones del nivel del mar sobre la biodiversidad de los manglares, todo este proceso permitió contrastar las tendencias numéricas con el contenido ecológico y generar resultados robustos, relevantes y coherentes con los objetivos de la investigación (Tabla 1).

**Tabla 1** *Matriz de operacionalización de las variables*

Variable	Dimensión	Indicadores	Técnica	Instrumento	Fuente
<b>Biodiversidad en los manglares</b>	Diversidad de especies	Número y tipos de especies de flora y fauna presentes en los manglares	Revisión bibliográfica	Fichas documentales	Informes del MAATE, artículos científicos, bases de datos ecológicas
	Composición ecológica	Presencia de especies endémicas o en peligro de extinción	Revisión documental	Matriz de sistematización	IUCN, publicaciones científicas
	Distribución espacial	Cobertura de manglares por provincia	Análisis geoespacial	Mapas SIG Google Earth QGIS	Imágenes satelitales, informes INOCAR, SIGTIERRAS
	Cambios en el ecosistema	Pérdida de superficie boscosa de manglar en los últimos años	Comparación de datos históricos	Series temporales cartográficas	MAATE, INOCAR, estudios comparativos

Variable	Dimensión	Indicadores	Técnica	Instrumento	Fuente
<b>Variación del nivel del mar</b>	Incremento medio anual	Tasa de aumento del nivel del mar por año en la costa ecuatoriana	Revisión técnica	Ficha técnica / Base de datos INOCAR	Informes oceanográficos de INOCAR y NOAA
	Factores asociados	Temperatura superficial del mar y expansión térmica	Análisis comparativo	Tabla de datos climáticos	INAMHI, NOAA, publicaciones científicas
	Impacto físico en el manglar	Cambios en la salinidad del suelo y tiempo de inundación	Revisión bibliográfica y técnica	Matriz y registros ambientales	Tesis, informes de técnicos, artículos científicos
	Correlación ecológica	Efectos del ascenso del mar en la biodiversidad: migración, pérdida de hábitats	Triangulación de fuentes	Tabla de correlación cualitativa	Estudios de caso, artículos especializados
<b>Relación entre biodiversidad y nivel del mar</b>	Impacto en hábitats críticos	Modificación o desaparición de zonas de anidación y reproducción	Revisión documental	Fichas descriptivas	Informes ecológicos del MAATE, estudios académicos
	Vulnerabilidad ecológica	Disminución de especies sensibles y endémicas	Revisión y bibliográfica	Ficha de indicadores ecológicos	Literatura científica, monitoreos del MAATE
<b>Adaptación y conservación</b>	Medidas de manejo	Proyectos de restauración o conservación vigentes	Revisión documental y normativa	Fichas y análisis políticas	Normativas del MAATE, Plan de Nacional de Manglares, ONGs
	Estrategias comunitarias	Participación local en la conservación del ecosistema	Revisión de casos y observación	de Matriz / experiencias locales	Proyectos comunitarios, informes de ONGs y GADs

**Nota.** Elaboración propia.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### RESULTADOS

El análisis sobre la biodiversidad de los manglares ecuatorianos, y su relación con las variaciones del nivel del mar, permitió identificar una serie de elementos que son hallazgos significativos que evidenciaron una relación directa entre los cambios en los patrones oceánicos y la transformación estructural y funcional de estos ecosistemas costeros, se logró comprobar en primera instancia, que la superficie de manglares en Ecuador, experimentaron una reducción progresiva en las últimas décadas asociadas a múltiples factores, entre ellos el ascenso sostenido del nivel del mar, el aumento de la salinidad y la presión antrópica derivada del cambio de uso de suelo, especialmente para actividades camaroneras y urbanísticas.

A partir de las imágenes de tipo satelital, procesadas por el Ministerio del Ambiente y el Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR), se constató que entre los años 1990 y 2020, en Ecuador, se han perdido aproximadamente un 20% de la cobertura original del manglar, siendo las provincias de las Guayas y El Oro las más afectadas, esta pérdida no se distribuye de forma homogénea en todo el territorio, sino que se concentra en ciertas zonas, principalmente aquellas de baja elevación topográfica y que poseen una escasa pendiente, lo que ha favorecido la penetración del agua salada hacia áreas anteriormente ocupadas por vegetación y el mangle, lo que dificulta el proceso de regeneración del ecosistema, la pérdida de una superficie ha implicado a su vez, la disminución de ciertas especies dependientes de este ecosistema para su alimentación, reproducción o refugio.

Los estudios revisados revelan que los cambios en el nivel medio del mar en la costa ecuatoriana oscilan entre los 2,8 y 3,6 milímetros por año, en concordancia con las dependencias globales reportadas por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), este es un fenómeno que ha provocado un aumento en la frecuencia y duración de las mareas que inundaban los bosques de manglar, alterando el equilibrio hídrico y salino del suelo, como resultado de lo anterior, se evidenció un desplazamiento de especies de vegetales hacia zonas más elevadas, y a la desaparición de plántulas jóvenes en áreas donde el tiempo de inundación supera los umbrales fisiológicos de tolerancia principalmente en sucesión, tomado también que el límite de zonificación también se ve superado, y que su capacidad de resiliencia se ve superada por los constantes cambios.

De este modo, se comprometen tanto la capacidad de regeneración natural del ecosistema, como el favorecimiento del proceso de conversión paulatina hacia zonas salinas desnudas o dominadas por especies halófitas de menor valor ecológico.

En lo que respecta a la biodiversidad faunística, se detecta una reducción significativa en la abundancia de peces juveniles, crustáceos como el cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*) y el camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) y moluscos como la concha prieta (*Anadara tuberculosa*) en áreas donde la cobertura del mangle ha disminuido, esta es una tendencia que se le atribuye a la pérdida de refugios naturales, al aumento de la salinidad en cuerpos de agua dulce costeros, y a la interrupción de corredores ecológicos, así, se ha documentado una disminución en el número de especies de aves migratorias que utilizan los manglares como punto de descanso o anidación en los patrones migratorios de estas especies.

Por su parte, los hábitats críticos dentro del ecosistema de los manglares, al ser analizados en los documentos pertinentes, se identifican que muchas zonas que antes funcionaban como criaderos de tipo natural, hoy se encuentran ya degradadas o cubiertas por agua salada de manera permanente, lo cual impide el desarrollo de las etapas larvales y juveniles de numerosas especies.

El hecho de que estos elementos no sean de plena competencia dentro del ecosistema de los manglares impacta de forma directa la biodiversidad biológica, sino también la cadena trófica y la productividad pesquera artesanal, de la cual dependen miles de familias en las regiones costeras, en localidades como el Golfo de Guayaquil, las comunidades pesqueras han reportado alteraciones en los ciclos reproductivos, lo que genera preocupación en términos de seguridad alimentaria y sostenibilidad de los medios de vida.

Otro de los resultados relevantes que se observan, es la constatación de que la biodiversidad en los manglares, presenta diferencias significativas entre provincias, siendo Esmeraldas una de las regiones que conservan mayor diversidad florística y faunística, en contraste con Guayas o El Oro, donde la intervención humana ha sido más intensa, sin embargo, los escenarios que se proyectan con el aumento del nivel del mar, indican que incluso las zonas actualmente menos afectadas podrían experimentar impactos severos en las próximas décadas si no se desplazan o implementan medidas adaptativas urgentes, los estudios revisados coinciden en señalar que la velocidad del ascenso del nivel del mar y la capacidad de migración del manglar hacia el interior están desfasadas, generando un proceso que es de estrangulamiento costero, lo que limita una respuesta adaptativa del ecosistema.

Por su parte, los esfuerzos de conservación y adaptación, a pesar de que existen, desde iniciativas gubernamentales y comunitarias orientadas a la restauración de manglares, pero su cobertura sigue siendo limitada frente a la magnitud de problema, los proyectos de reforestación, protección legal de zonas costeras y educación de tipo ambiental, sus resultados han sido positivos en algunos programas pilotos, pero se requiere una mayor inversión, seguimiento técnico y participación activa de las comunidades locales para que se pueda ser sostenibles a largo plazo.

Ahora, se observa una ausencia preocupante, de una política pública que realmente articule el manejo costero con los escenarios climáticos futuros, representando una debilidad estructural que dificulta la resiliencia de estos ecosistemas frente al cambio climático, por ende, desde diversas instancias gubernamentales, se deben realizar acciones concretas, que permitan cohesionar todos los aspectos que llevan a rehabilitar estas zonas, o en su defecto, prevenir de forma real el impacto humano en las mismas, o en todo caso, minimizarlo.

De este modo, se destaca que este análisis de tipo transversal de los datos, ha permitido evidenciar una clara relación entre el ascenso del nivel del mar y la pérdida de biodiversidad en los manglares ecuatorianos, una relación que no es lineal y homogénea, sino que esta mediada por factores ecológicos locales, tipo de suelo, presión antrópica y capacidad del nivel del mar, constituyen una amenaza real, progresiva y compleja para la estabilidad ecológica de los manglares, ya que, su impacto se refleja tanto en la estructura biológica del propio sistema ecológico, como en su funcionalidad y en los servicios de ecosistémicos que provee a cada una de las poblaciones humanas cercanas (Tabla 2).

**Tabla 2 Trabajos tomados en cuenta para la realización de la investigación**

Autor(es)	Año	Título del estudio / informe	Tipo de fuente	Ubicación / Región	Aporte principal al estudio
MAATE	2023	<i>Informe de monitoreo de manglares Ecuador continental</i>	Informe de del oficial	técnico Costa ecuatoriana (general)	Datos actualizados sobre pérdida de cobertura de manglar y diversidad biológica por provincia
INOCAR	2022	<i>Variaciones del nivel del mar en la costa ecuatoriana: Reporte técnico anual</i>	Informe oceanográfico	Litoral ecuatoriano	Tasa de ascenso del nivel del mar por año, mapas de riesgo y proyecciones climatológicas

Autor(es)	Año	Título del estudio / informe	Tipo de fuente	Ubicación / Región	Aporte principal al estudio
Rivas, G. et al.	2021	<i>Impacto del cambio climático en la biodiversidad de manglares del Golfo de Guayaquil</i>	Artículo científico	Golfo de Guayaquil	Relación entre salinidad, cobertura vegetal y disminución de especies asociadas
Fundación Manglar	2020	<i>Evaluación ecológica rápida de manglares en Esmeraldas y Manabí</i>	Informe de ONG	Esmeraldas, Manabí	Diagnóstico de biodiversidad florística y faunística; áreas prioritarias de conservación
Santos, L. & Ortega, M.	2019	<i>Manglares ecuatorianos y desarrollo costero: conflicto ecológico y alternativas sostenibles</i>	Tesis de maestría	Guayas	Identificación del estrangulamiento costero y efectos en hábitats críticos
IPCC	2021	<i>Sixth Assessment Report: Impacts, Adaptation and Vulnerability</i>	Informe internacional	Global (referencias regionales)	Proyecciones globales del aumento del nivel del mar, contexto climático global aplicado al litoral ecuatoriano
Zambrano, D.	2018	<i>Dinámica espacio-temporal de los manglares en El Oro y Guayas mediante imágenes satelitales</i>	Artículo científico	El Oro, Guayas	Comparación multitemporal de la pérdida de cobertura vegetal usando teledetección
IUCN	2022	<i>Lista Roja de Ecosistemas: Manglares de América Latina</i>	Base de datos ecológica	América Latina (Ecuador)	Estado de conservación de especies de manglar y ecosistemas asociados
Pérez, V. & Jiménez, R.	2020	<i>Adaptación comunitaria frente a la pérdida de manglares en zonas costeras del Ecuador</i>	Estudio de caso	Comunidades costeras	Testimonios y respuestas locales frente a la pérdida de biodiversidad y servicios ecosistémicos

**Nota.** Elaboración propia.

**Figura 1** Fotografía de una parte de los manglares ecuatorianos



**Nota.** Fotografía de Amaranta Valencia, extraída de Carvajal y Santillán (2019).

Uno de los documentos más importantes que pudieron encontrarse, corresponden a un plan de acción que se aplicó en el Ecuador Continental, para una recuperación progresiva de los manglares, este se realizó desde el año 2017 hasta el 2018, obteniendo algunos resultados que serán revisados más adelante, incluyendo elementos de impactos que serán abordados. El abordaje principal del trabajo, que reunió a más de 220 especialistas, era para mitigar el aumento de la tala de los manglares, la débil aplicación de la normativa para aplicar las sanciones pertinentes a quienes afectarán de manera negativa al manglar, una preocupante disminución de los recursos pesqueros de la zona por sobreexplotación de los recursos y el uso de elementos no ecológicos para obtener el recurso pesquero de la zona, la sedimentación de estuarios, la vulnerabilidad de la región según el esquema del cambio climático, y la verificación de la normativa. Se tiene una imagen (figura 1) que muestra adecuadamente los manglares de Ecuador.

Este abordaje mantiene elementos de profunda preocupación ya que se basan en el aprovechamiento de los recursos desde el aprovisionamiento de la zona, por los pobladores locales, lo cual es comprensible en cierta medida, pero cuando esto afecta de manera directa la supervivencia de ciertas especies, se debe realizar una intervención que sea de amplias labores, para compactar adecuadamente a los pobladores de las regiones.

A su vez, bajo los planteamientos de este sistema de recuperación propuesto, se tiene que abordar la regulación del suelo y las aguas, en especial por la alta salinidad de estos, como consecuencias de muchos elementos y aspectos, a la vez que se deben conservar el ecosistema, las especies, el hábitat que hace vida en la

región y sus alrededores, tanto la fauna como la flora, y finalmente, dentro del documento se especifica la realización del abordaje, para mantener a su vez, un componente cultural, que permita crear obras de alto impacto social.

**Figura 2** *Aves Migratorias como la Platalea Leucorodia posadas en las ramas de un árbol*



**Nota.** Foto de Diego Toapanta, extraída de Carvajal y Santillán (2019).

El trabajo maneja todo un esquema metodológico propuesto interesante, que aborda la estructura de la actuación, desde las regiones, en este caso, se habla de El Oro con la mayor urgencia a tratar, seguida por Esmeraldas, Manabí, Guayas y Santa Elena, este bajo un enfoque primero local, y luego de tipo nacional, seguida de una sistematización del abordaje en los manglares, el proyecto mostró un trabajo muy significativo desde lo teórico, con una solidez muy amplia en su informe.

Luego, las acciones estratégicas y de socialización que incluyeron su validación, si fueron más dispersas, no obstante, más adelante se observará a detalle, este abordaje de los manglares, ya que, su labor conllevó a los números actuales sobre el territorio que ocupan los manglares en Ecuador, mientras que su socialización fue muy significativa en la región sudamericana, ya que ayudaron a definir estrategias de actuación protocolar para la recuperación de manglares en las cercanas del continente (Figura 2 y 3).

**Figura 3** *Proceso de trabajo para el procedimiento de recuperación de los manglares en Ecuador*



**Nota.** Extraído de Carvajal y Santillán (2019).

El trabajo, luego aborda directamente el Plan de Acción Nacional de Manglares, con acciones estratégicas, que incluyen visiones a corto, mediano y largo plazo, con objetivos específicos, y generales, como la ayuda a los gobiernos locales, para fortalecer las políticas y programas que se enfocan en la protección y aprovechamiento sostenible de los manglares en Ecuador. De allí, se desglosan en primera línea, las políticas y los instrumentos legales que son usados en la actualidad para la explotación de los recursos, seguidamente de una investigación continua y monitoreo, apalancada de la protección propiamente, esta protección se desglosa en el uso sostenible de los espacios, y de aquellas alternativas que permitan una producción continua, sin menoscabar la vulnerabilidad del medio ambiente, y del ecosistema en la región, después de tener estos aspectos listos, proseguir con la recuperación y restauración de estos espacios, manteniendo una educación constante y continua de los mismos y que se mantengan sanos y en un estado estable (Figura 4).

**Figura 4** *Manglar sano y estable.*



**Nota.** Foto de Querube Fuenmayor, extraída de Carvajal y Santillán (2019).

Bajo el esquema de trabajo, se tiene que esto se aborda, de acuerdo a los Objetivos de Desarrollo Sostenible que se promovieron desde el año 2015, para la agenda de 2030, sobre todo, en su ODS 17, que habla de la conservación y explotación de recursos marítimos naturales, englobando algunos subobjetivos, que mantiene dicho documento, como los 14.2 y 14.5. De allí, se especifican reglas, como su alineación con el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2017 - 2021, lo que conlleva a una serie de elementos políticos como las del plan Toda una Vida del SENPLADES, incluyendo las 3.1; 3.4 y 3.5. La meta era que este plan de los Manglares, mantuviera un 16% del territorio nacional bajo cuidado y una reducción del 15% de la deforestación a nivel nacional, que incluye efectivamente a estos territorios.

A su vez, el proyecto también integra la Defensa Nacional de la Biodiversidad en el País, desde el año 2015, hasta el 2030, siguiendo la Estrategia Nacional de Biodiversidad (ENB), desde el 2011-2020, el cual estableció un total de 19 resultados nacionales basados en los manglares ecuatorianos, este plan propuesto y ejecutado, se engloba bajo las políticas 2, y sustentando los resultados 8 y 13, que hablan de aprovechar los recursos sostenibles de los áreas marítimas y acuícolas del país, y con la conservación del patrimonio natural del país.

Mientras que el proyecto planteado por el Ministerio de Ambiente, también aborda la Estrategia Nacional del Cambio Climático (ENCC), en la que las líneas

estratégicas de la misma, abordan objetivos de desarrollo en pro de la solución natural al cambio climático, y el abordaje de sus retos de forma ecológica y conservacionista, abordando a su vez, el plan de ordenamiento costero, y una gran cantidad de elementos dispuestos en los mismos, para llevar con total transparencia la realización de un elemento medible, verificable e informativo de lo que debe proporcionar el plan en cada componente estratégico a implementar, según el mismo proyecto y como se puede apreciar en la Figura 5.

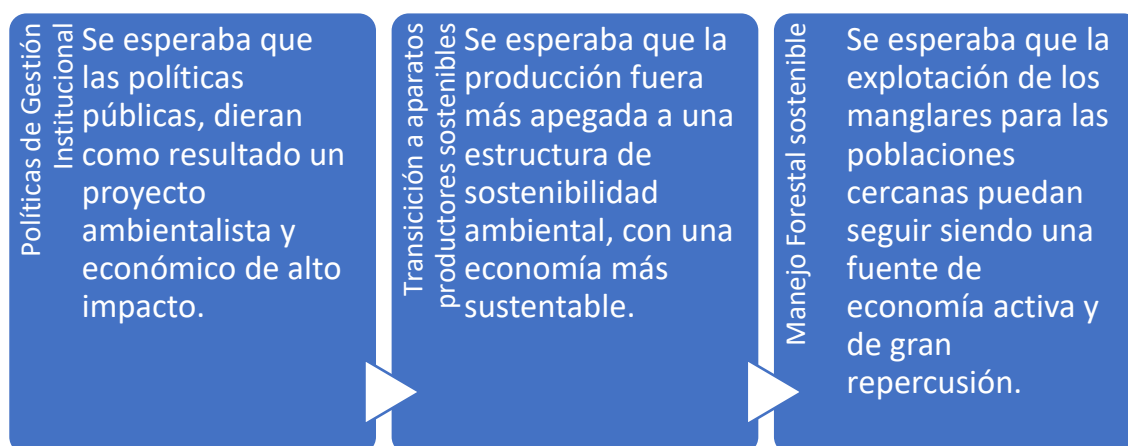
**Figura 5** Plan de acciones estrategias según el Ministerio de Ambiente



**Nota.** Extraído de Carvajal y Santillán (2019).

Según este plan, implementado también durante los años 2014 en el país, se mantiene que los manglares son una fuente de alta biodiversidad e importancia ecológica para Ecuador, siendo un componente de mitigación y reducción del cambio climático, se observa, como un modelo ambiental, implementado por varios organismos, organizaciones no gubernamentales y gubernamentales, voluntarios, e incluso, pobladores, con el interés de mejorar las zonas que tienen como punto medio.

**Figura 6** Proyección de cada uno de los componentes estratégicos



**Nota.** Elaboración propia. Adaptado de Carvajal y Santillán (2019).

Así, se esperaba un marco normativo y legal (figura 6), que pudiera completar todos los criterios que se han expuesto hasta ahora, llenando una serie de elemento secuenciales y consecutivos, que se enmarcan dentro de lo esperado y que deben agruparse, para abordar efectivamente los arreglos legales y sus compendios, para ejecutar un proyecto de conservación y protección de los manglares en Ecuador. Frente a esto, el Ministerio del Ambiente, muestra un organigrama, que desde la percepción y su visualización es intuitivo, e indica, todas las leyes que influyen dentro del marco normativo de los manglares en el país. Esto se puede observar en la Figura 7.

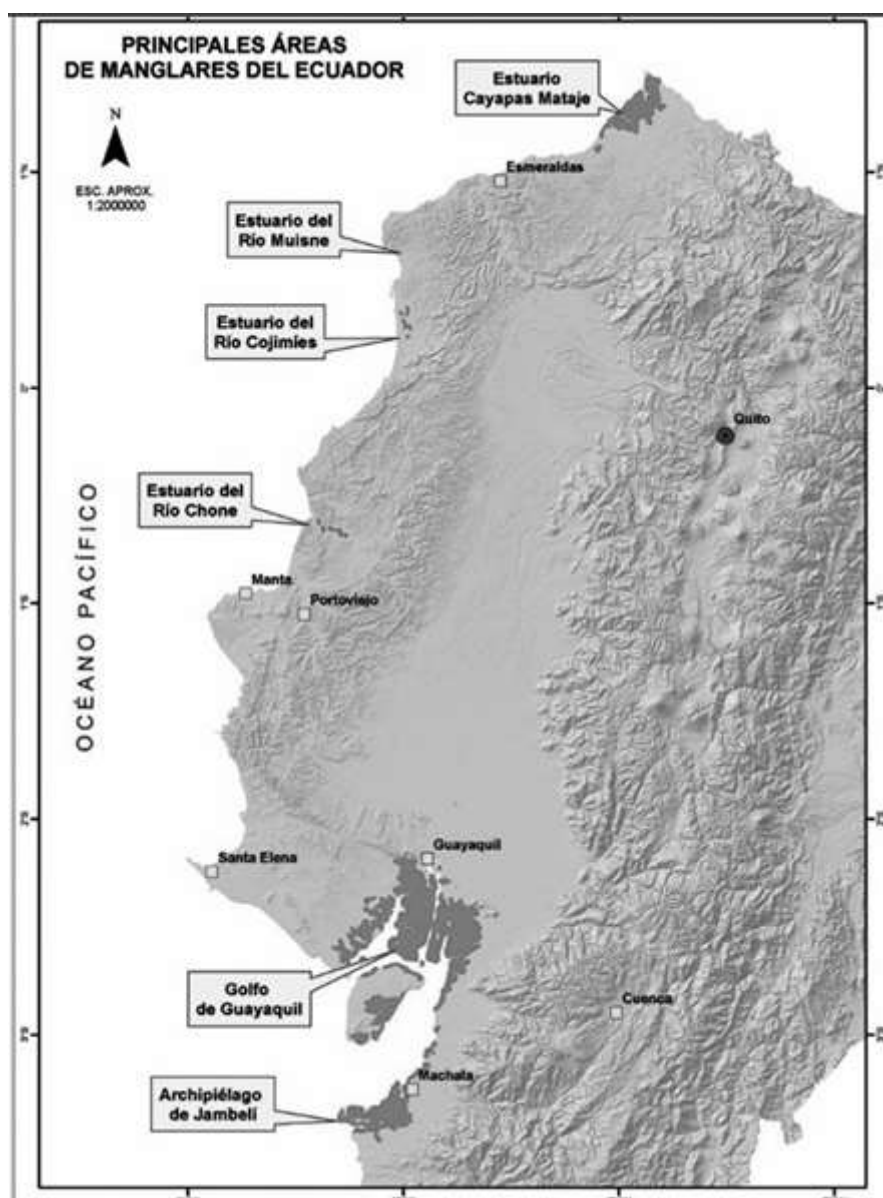
**Figura 7** Esquematización sistemática de las leyes ecuatorianas



**Nota.** Extraída de Carvajal y Santillán (2019).

Ahora, para abordar adecuadamente, se realiza la caracterización de los manglares, teniendo en cuenta que, para ello, se deben desarrollar bajo una concepción geográfica, se realiza bajo el estudio topográfico, en el cual, se reflejan los principales estuarios del país, dentro de este enfoque, lo primero es, a través de un mapa de la región demarcar de forma clara, las zonas en las cuales existen manglares, eso se observa en el mapa a continuación el cual mantiene todos los criterios que forman parte de las principales áreas de manglares en Ecuador, por el océano pacífico (Figura 8).

**Figura 8** Principales Manglares de Ecuador

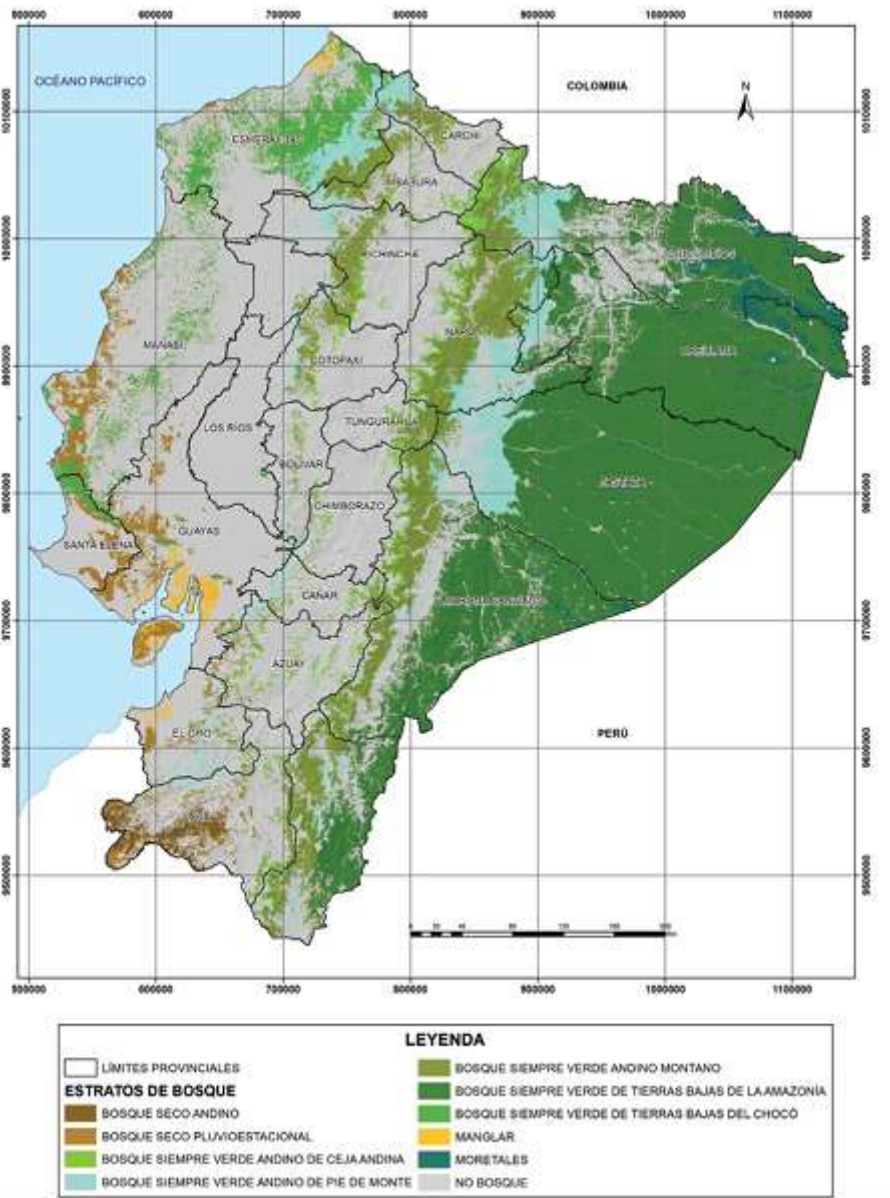


**Nota.** Extraída de Carvajal y Santillán (2019).

Se observan las zonas que poseen manglares en el país, dentro de estos sistemas ecuatorianos, se tiene que, de forma continental, existen dos grupos, el

grupo del Chocó Ecuatorial para la zona norte, y Manglar del Jama-zapotillo para la zona centro sur, con unas medidas de aproximadamente 22.961,07 y 134.133,21 respectivamente, cabe destacar que estas áreas no son exclusivas de Ecuador, también mantienen una ocupación en los territorios de Costa Rica, hasta Perú (Figura 9).

**Figura 9** Mapa con los estratos de Bosques en Ecuador



**Nota.** Extraído de MAATE (2024)

Dentro de las principales áreas de Ecuador (figura 8), se manejan los estuarios de Cayapas Mataje, Río Muisne, Río Cojimíes, Río Chone, del golfo de Guayaquil, y finalmente, del Archipiélago de Jambelí. Ahora, bajo la figura 9 se demarcan categóricamente los manglares que tienen una importancia y relevancia aún, para el 2024, en el cual, a simple vista, se observa que no representan un porcentaje

significativo, por lo que, al realizar la diagramación de estos espacios, a nivel de aguas, se obtiene que:

**Tabla 3 Estratificación de los bosques en Ecuador**

<b>Estratos de Bosque</b>	<b>Superficie (ha)</b>	<b>Porcentaje</b>
Bosque Seco Andino	148.195	1%
Bosque Seco Pluvioestacional	583.729	5%
Bosque Siempre Verde Andino de Ceja Andina	506.930	4%
Bosque Siempre Verde Andino de Pie de Monte	1'180.843	10%
Bosque Siempre Verde Andino Montano	1'921.289	16%
Bosque Siempre Verde de Tierras Bajas de la Amazonía	6'459.323	53%
Bosque Siempre Verde de Tierras Bajas del Chocó	753.726	6%
Manglar	149.028	1%
Moretales	425.607	4%
<b>Total</b>	<b>12'128.669</b>	<b>100%</b>

**Nota.** Extraído de MAATE (2024)

En la Tabla 3, se observa una clara tipificación de la superficie de los manglares, y otras zonas boscosas en Ecuador, esto da como resultado que solo el 1% de la zona total demarcada como bosques, solo ese pequeño porcentaje corresponde a los ecosistemas del Mangle, lo que resalta la importancia de este territorio en el país, y de sus funciones eco sistemáticas, siendo un total de 149.029 ha según el informe del MAATE del 2024.

Es importante observar, como de los manglares en Ecuador, no se posee información topográfica con alta relevancia, comprendiendo los años desde 1990 hasta el 2018 (Tabla 4), demostrando que, durante muchos años, los manglares no fueron de mucha relevancia para los sistemas de gobierno del país, no obstante, mediante el plan mencionado anteriormente, es que empieza una sistematización geográfica de la región de los manglares, siendo la Figura 8, la primera cartografía de las zonas con Manglares en el Ecuador Continental.

**Tabla 4** Caracterización de las zonas con Manglares y su información topográfica disponible en el tiempo

NIVEL1	NIVEL2	MAPAS AÑOS 1990, 2000, 2008, 2014	MAPAS AÑOS 2016, 2018	MAPAS AÑOS 2020, 2022
<b>Bosque</b>	Bosque natural	X	X	X
	Plantación forestal	X	X	X
	Manglar	NA	NA	X
<b>Tierra agropecuaria</b>	Cultivo anual	X	X	X
	Cultivo semipermanente	X		
	Cultivo permanente	X		
	Mosaico agropecuario	X		
	Pastizal	X		
<b>Vegetación arbustiva y herbácea</b>	Vegetación arbustiva	X	X	X
	Vegetación herbácea	X	X	X
	Páramo	X	X	X
<b>Cuerpo de agua</b>	Natural	X	X	X
	Artificial	X	X	X
<b>Zona antrópica</b>	Área poblada	X	X	X
	Infraestructura	X	X	X
<b>Otras tierras</b>	Área sin cobertura vegetal	X	X	X
	Glaciar	X	X	X
<b>Sin información</b>	Sin información	X	X	X

**Nota.** Extraído de MAATE (2024).

En estas zonas, se realizó un trabajo de identificación de especies de suma importancia, en el cual se lograron identificar un total de 179 especies de plantas, que eran manglares y que hacían vida ecosistemática en dichos lugares, esto se observa en las siguientes tablas, primero con las especies de Mangle directamente (Tabla 5).

**Tabla 5 Familias y tipos de Mangles en la región**

Familia	Nombre científico	Tipo de mangle
Rhizophoraceae	<i>Rhizophora mangle</i>	Mayor
Rhizophoraceae	<i>Rhizophora racemosa</i>	Mayor
Rhizophoraceae	<i>Rhizophora x harrisonii</i>	Mayor
Acanthaceae	<i>Avicennia germinans</i>	Mayor
Combretaceae	<i>Laguncularia racemosa</i> var. <i>racemosa</i>	Mayor
Combretaceae	<i>Laguncularia racemosa</i> var. <i>glabriflora</i>	Mayor
Tetrameristaceae	<i>Peliciera rhizophorae</i>	Menor
Bignoniaceae	<i>Tabebuia palustris</i>	Menor
Fabaceae	<i>Mora oleifera</i>	Facultativo
Fabaceae	<i>Pterocarpus officinalis</i>	Facultativo
Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i>	Facultativo
Malvaceae	<i>Talipariti tiliaceum</i> var. <i>pemambucense</i>	Facultativo
Bignoniaceae	<i>Amphitecna latifolia</i>	Facultativo
Annonaceae	<i>Annona glabra</i>	Facultativo

**Nota.** Extraída de Carvajal y Santillán (2019).

En este caso, se observan 10 familias de especies identificadas, y un total de 14 especies de mangles distintos, de las cuales, según las distintas tipologías de los mangles, se tienen 3 tipos en esta estructura, los mayores, menores y facultativos, teniendo un total de 6 mayores, dos menores y seis facultativos. Entre los más comunes de las regiones es el *Avicennia germinans*, comúnmente conocido como el mangle negro, y el *Rhizophora mangle*, conocido a su vez, como el mangle rojo, estos son los que tienen una mayor distribución en el país, no obstante, no hay datos comprobables de estos, más que la observación *a priori*.

Seguidamente, se tiene una tabla que caracteriza a un grupo de especies que están directamente asociadas a su desarrollo en el Manglar, siendo restringidas, o en todo caso semirrestringidas, con la poca información que se posee de todas estas.

**Tabla 6** Especies que están ligadas a los manglares de Ecuador

Familia	Nombre científico	Hábito	Categoría IUCN
Asple	<i>Asplenium senatum</i>	E	LC
Asple	<i>Asplenium sp.</i>	E	DD
Blechn	<i>Blechnum serrulatum</i>	H	LC
Dryopt	<i>Elaphoglossum latifolium</i>	E	LC
Dryopt	<i>Elaphoglossum productum</i>	E	LC
Hymen	<i>Hymenophyllum polyanthos</i>	E	LC
Lomar	<i>Nephrolepis bisetata</i>	H	LC
Polyp	<i>Cochlidium semulatum</i>	E	LC
Polyp	<i>Microgramma percussa</i>	E	LC
Polyp	<i>Microgramma reptans</i>	E	LC
Polyp	<i>Nephidium crassifolium</i>	E	LC
Polyp	<i>Pleopeltis bombycina</i>	E	LC
Polyp	<i>Serpocaulon triseriale</i>	E	LC
Pteri	<i>Acrastichum aureum</i>	H	LC
Pteri	<i>Acrastichum danaeifolium</i>	H	LC
Pteri	<i>Vittaria lineata</i>	E	LC
Acanth	<i>Avicennia geminans</i>	A/a	LC
Aizo	<i>Sesuvium portulacastrum</i>	a	LC
Amaran	<i>Chamissoa altissima</i>	T	LC
Amaran	<i>Mangleticornia ecuadorensis</i>	H	NT
Amaran	<i>Saueda sp</i>	H	DD
Amaryl	<i>Croton kunthianum</i>	H	LC
Anno	<i>Annona glabra</i>	A	LC
Apoc	<i>Rhabdadenia biflora</i>	L	LC
Arac	<i>Anthurium asplundii</i>	E	LC
Arac	<i>Anthurium friedrichsthali*</i>	E	LC
Arac	<i>Anthurium guayaquilense</i>	E	NT
Arac	<i>Anthurium incampum</i>	E	LC
Arac	<i>Anthurium littorale</i>	E	LC
Arac	<i>Anthurium obtusum</i>	E	LC
Arac	<i>Anthurium paludosum*</i>	E	LC
Arac	<i>Anthurium trilobum*</i>	E	LC
Arac	<i>Monstera pinnatifidata</i>	E	LC
Arac	<i>Philodendron bonifaziae</i>	E	NT
Arac	<i>Philodendron spameorum</i>	E	NT
Arac	<i>Philodendron tripartitum</i>	E	LC
Arac	<i>Stenospermation angustifolium*</i>	E	LC
Arec	<i>Cocos nucifera</i>	A	LC
Arec	<i>Euterpe oleacea</i>	A	LC
Aster	<i>Tuberostylis rhizophorae</i>	E	VU B2abii
Batac	<i>Batis maritima</i>	H	LC
Bigno	<i>Amphitecna latifolia</i>	A	LC
Bigno	<i>Anemopaegma chrysanthum</i>	L	LC
Bigno	<i>Bignonia phellasperma</i>	L	VUB2abii

Familia	Nombre científico	Distribución
Bignoniaceae	<i>Bignonia phellosperma</i>	Restringida
Lythraceae	<i>Crenea patentinervis</i>	Restringida
Malpighiaceae	<i>Tetrapteryx subaptera</i>	Restringida
Malvaceae	<i>Pavonia rhizophorae</i>	Restringida
Acrostichaceae	<i>Acrostichum aureum</i>	Semirrestringida
Amaranthaceae	<i>Mangleticornia ecuadorensis</i>	Semirrestringida
Asteraceae	<i>Tuberostylis rhizophorae</i>	Semirrestringida
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella carbonaria</i>	Semirrestringida
Fabaceae	<i>Muelleria chocoensis</i>	Semirrestringida
Lythraceae	<i>Crenea patentinervis</i>	Semirrestringida
Malpighiaceae	<i>Hiraea brachyptera</i>	Semirrestringida
Orchidaceae	<i>Platystele cornejoi</i>	¿Semirrestringida?
Orchidaceae	<i>Scaphyglottis sp. nov.</i>	¿Semirrestringida?
Orchidaceae	<i>Sobralia rhizophorae</i>	¿Semirrestringida?

**Nota.** Extraída de Carvajal y Santillán (2019).

Se observa con claridad (tabla 6), que las 14 especies, agrupadas en 12 familias, se desglosan en un total de 4 restringidas en su totalidad, mientras que 7 son semirrestringidas, y las restantes, no se posee información suficiente aún sobre las mismas para determinar de forma clara y concreta que son la familia *Orchidaceae* que ha hecho vida en la región, y en estas zonas específicamente.

Luego, para respaldar los aspectos de biodiversidad asociados con los manglares en el país, pero haciendo énfasis tanto en la fauna como en la flora, se desarrollan todas las especies asociadas y se verifica su estado en la IUCN, en este caso, se utiliza en el informe, una simbología que permite un desarrollo más asequible, para la siguiente tabla se tiene que; E: Epífita, H: Hierba; L: Liana; P: Parásita; a: Arbusto, Est: Estrangulador; A: Árbol; T: Trepadora herbácea (Tabla 6). Mientras que luego, se verifican las especies de plantas que están presentes dentro de los ecosistemas de los manglares como se observa en la Tabla 7.

**Tabla 7** Especies de plantas presentes en los Manglares de Ecuador

Bigno	<i>Tokebulia polustris</i>	A/a	VU B2abii
Brom	<i>Aechmea angustifolia</i>	E	LC
Brom	<i>Aechmea dactyloa</i>	E	LC
Brom	<i>Aechmea radicans</i>	E	LC
Brom	<i>Aechmea pyramidalis</i>	E	LC
Brom	<i>Bilbergia macrolepis</i>	E	LC
Brom	<i>Catopsis sessiflora</i>	E	LC
Brom	<i>Guzmania hitchcockiana</i>	E	NT
Brom	<i>Guzmania monostachia</i>	E	LC
Brom	<i>Guzmania musaca</i> *	E	LC
Brom	<i>Guzmania schrezeriana</i>	E	NT
Brom	<i>Pitcairnia heterophylla</i>	E	LC
Brom	<i>Rochnea multiflora</i>	E	LC
Brom	<i>Tillandsia barclayana</i> var. <i>minor</i>	E	NT
Brom	<i>Tillandsia bulbosa</i>	E	LC
Brom	<i>Tillandsia complanata</i>	E	LC
Brom	<i>Tillandsia disticha</i>	E	LC
Brom	<i>Tillandsia dyeriana</i>	E	CR A4c
Brom	<i>Tillandsia flagellata</i>	E	NT
Brom	<i>Tillandsia latifolia</i> var. <i>divaricata</i>	E	LC
Brom	<i>Tillandsia nantheoides</i>	E	LC
Brom	<i>Tillandsia subulifera</i>	E	LC
Brom	<i>Tillandsia triglochinoides</i>	E	VU B1abii
Brom	<i>Tillandsia usneoides</i>	E	LC
Brom	<i>Tillandsia verusta</i>	E	LC
Brom	<i>Werauhia gladiolifera</i>	E	LC
Brom	<i>Werauhia</i> cf. <i>kupperiana</i>	E	DD
Brom	<i>Werauhia rigens</i>	E	LC
Brom	<i>Werauhia sanguinolenta</i>	E	LC
Cact	<i>Epiphyllum rubrocoranatum</i>	E	LC
Cact	<i>Hylacenus polyrhizus</i>	E	LC
Cact	<i>Rhipsalis micrantha</i>	E	LC
Chrys	<i>Chrysobalanus icaco</i>	T	LC
Chrys	<i>Himelia carbonaria</i>	T	VU B2abii
Clusi	<i>Clusia fructinguita</i>	E	LC
Clusi	<i>Clusia leptantha</i>	E	LC
Comb	<i>Conocarpus erectus</i>	A/a	LC
Comb	<i>Laguncularia racemosa</i> var. <i>racemosa</i>	A/a	LC
Comb	<i>Laguncularia racemosa</i> var. <i>glabriflora</i>	A/a	VU B2abii
Cycla	<i>Sphaeralcea bilippii</i>	E	NT

Cype	<i>Cyperus ligularis</i>	H	LC
Cype	<i>Cyperus odoratus</i>	H	LC
Cype	<i>Eleocharis elegans</i>	H	LC
Cype	<i>Fimbristylis dichotoma</i>	H	LC
Cype	<i>Fimbristylis spadiosa</i>	H	LC
Cype	<i>Fuirena umbellata</i>	H	LC
Cype	<i>Rhynchospora corymbosa</i>	H	LC
Cype	<i>Schaenoplectus californicus</i>	H	LC
Cype	<i>Scirpus eggersiana</i>	H	LC
Cype	<i>Scirpus melaleuca</i>	H	LC
Erica	<i>Anthopteris wardii*</i>	E	LC
Erica	<i>Cavendishia palustris*</i>	E	LC
Erica	<i>Macleania smithiana</i>	E	LC
Erica	<i>Sphycospermum bunifolium*</i>	E	LC
Faba	<i>Dalbergia brownie</i>	L	LC
Faba	<i>Entada polystachya</i>	L	LC
Faba	<i>Mora oleifera</i>	A	EN A2acd
Faba	<i>Muehlenia chacoensis</i>	A	NT
Faba	<i>Pterocarpus affinis</i>	A	LC
Gesn	<i>Codonanthe crassifolia</i>	E	LC
Gesn	<i>Drymonia seminata</i>	E	LC
Hippo	<i>Hippocratea volubilis</i>	L	LC
Lora	<i>Oryctanthus florulentus</i>	P	LC
Lora	<i>Oryctanthus occidentalis</i>	P	LC
Lora	<i>Phthirusa pyrifolia</i>	P	LC
Lora	<i>Phthirusa stels</i>	P	LC
Lora	<i>Psittacanthus divaricatus</i>	P	LC
Lora	<i>Sturthanthus orbicularis</i>	P	LC
Lythr	<i>Cleome patiniensis</i>	H	VU B2abi ii
Malph	<i>Banisteriopsis martiniana</i> subsp. <i>subbenensis</i>	L	LC
Malph	<i>Banisteriopsis elegans</i>	L	LC
Malph	<i>Bunchosia plowmanii</i>	A/a	NT
Malph	<i>Hicosa brachyptera</i>	L	VU B2abi ii
Malph	<i>Hicosa fagifolia*</i>	L	LC
Malph	<i>Stigmaphyllon ellipticum</i>	L	LC
Malph	<i>Tetrapteryx subaptera</i>	L	VU B2abi ii
Malv	<i>Pavonia rhizophorae</i>	S	VU B2abi ii
Malv	<i>Talipariti tilaceum</i> var. <i>pernambucense</i>	A/a	LC
Marcgr	<i>Pseudosarcopera diaz-piedrahítae*</i>	E	NT

Marcgr	<i>Schwartzia chocoensis*</i>	E	NT
Marcgr	<i>Saurauhea guianensis</i>	E	LC
Marcgr	<i>Saurauhea intermedia*</i>	E	LC
Melast	<i>Blakea glabrescens</i>	E	LC
Melast	<i>Conostegia polyandra</i>	S	LC
Melast	<i>Miconia reducens</i>	A/a	LC
Melast	<i>Tococa guianensis*</i>	A/a	LC
Morac	<i>Ficus brevibracteata</i>	Est	LC
Morac	<i>Ficus jacobii</i> subsp. <i>mantana</i>	Est	NT
Morac	<i>Ficus maxima</i>	Est	LC
Morac	<i>Ficus nymphaeifolia</i>	Est	LC
Morac	<i>Ficus obtusifolia</i>	Est	LC
Nyct	<i>Cryptocarpus pyriformis</i>	L	LC
Orch	<i>Camardium atroviraceum</i>	E	NT
Orch	<i>Campylacentrum ecuadorensis</i>	E	NT
Orch	<i>Cataretum macroglossum</i>	E	NT
Orch	<i>Caulanthron bilamellatum</i>	E	LC
Orch	<i>Dichaea panamensis</i>	E	LC
Orch	<i>Dichaea trulla</i>	E	LC
Orch	<i>Dimerandra rimbachi</i>	E	NT
Orch	<i>Eleanthus discolor</i>	H	LC
Orch	<i>Epidendrum bracteolatum</i>	E	NT
Orch	<i>Epidendrum coconoctumum</i>	E	NT
Orch	<i>Epidendrum hittorale</i>	E	LC
Orch	<i>Epidendrum luckei</i>	E	LC
Orch	<i>Epidendrum macrophorum</i>	E	NT
Orch	<i>Epidendrum microphyllum*</i>	E	LC
Orch	<i>Epidendrum pseudonoctumum</i>	E	DD
Orch	<i>Epidendrum rigidum</i>	E	LC
Orch	<i>Epidendrum sculptum</i>	E	DD
Orch	<i>Epidendrum stangeanum</i>	E	DD
Orch	<i>Epidendrum</i> sp.	E	DD
Orch	<i>Maxillaria herricksiana</i>	E	NT
Orch	<i>Notylia replicata</i>	E	NT
Orch	<i>Ornithidium fulgens</i>	E	LC
Orch	<i>Ornithocephalus bryostachys</i>	E	LC
Orch	<i>Platystele comejai</i>	E	EN B1 abii
Orch	<i>Polystachya concreta</i>	E	LC
Orch	<i>Prosthechea fragrans</i>	E	LC
Orch	<i>Prosthechea pseudopygmaea</i>	E	LC

Orch	<i>Sarcinula</i> sp.	E	DD
Orch	<i>Scaphyglottis crurigena</i>	E	LC
Orch	<i>Scaphyglottis graminifolia</i>	E	LC
Orch	<i>Scaphyglottis prolifera</i>	E	LC
Orch	<i>Scaphyglottis</i> sp. nov.	E	---
Orch	<i>Sabralia madisoni</i>	E	NT
Orch	<i>Sabralia rhizophorae</i>	E	NT
Orch	<i>Saterosanthus shephardi</i>	E	NT
Orch	<i>Trichosipinx orbicularis</i>	E	LC
Orch	<i>Trigonidium seemanni</i>	E	LC
Piper	<i>Peperomia cilianis</i> *	E	LC
Piper	<i>Peperomia elongata</i>	E	LC
Piper	<i>Peperomia emarginella</i>	E	LC
Piper	<i>Peperomia gorgoniflora</i>	E	DD
Piper	<i>Peperomia jamesianiana</i>	E	LC
Piper	<i>Peperomia obovatis</i>	E	DD
Piper	<i>Peperomia obtusifolia</i>	E	LC
Piper	<i>Peperomia pernambucensis</i> *	E	LC
Piper	<i>Peperomia rotundifolia</i>	E	LC
Piper	<i>Peperomia sepiens</i>	E	LC
Poac	<i>Jouvea straminea</i>	H	LC
Poac	<i>Paspalum vaginatum</i>	H	LC
Poac	<i>Uniola pittieri</i>	H	LC
Poac	<i>Urochloa mutica</i>	H	LC
Pont	<i>Eichhornia azurea</i>	H	LC
Pont	<i>Eichhornia crassipes</i>	H	LC
Potam	<i>Ruppia maritima</i>	H	LC
Rhizo	<i>Cassipourea kilipú</i>	A	VU B2abii
Rhizo	<i>Rhizophora mangle</i>	A/a	LC
Rhizo	<i>Rhizophora racemosa</i>	A/a	LC
Rhizo	<i>Rhizophora x harrisoni</i>	A/a	LC
Rubia	<i>Chiococca alba</i>	L	LC
Rubia	<i>Cosmibuena macrocarpa</i>	A	LC
Rubia	<i>Hilla maxonii</i> *	a	LC
Rubia	<i>Notopleura epiphytica</i> *	E	LC
Rubia	<i>Rustia occidentalis</i>	A/a	LC
Scroph	<i>Schlegelia darlensis</i>	E	LC
Tetram	<i>Peñicora rhizophorae</i>	A	VU B2abii
Visca	<i>Phoradendron chrysocladon</i>	P	LC

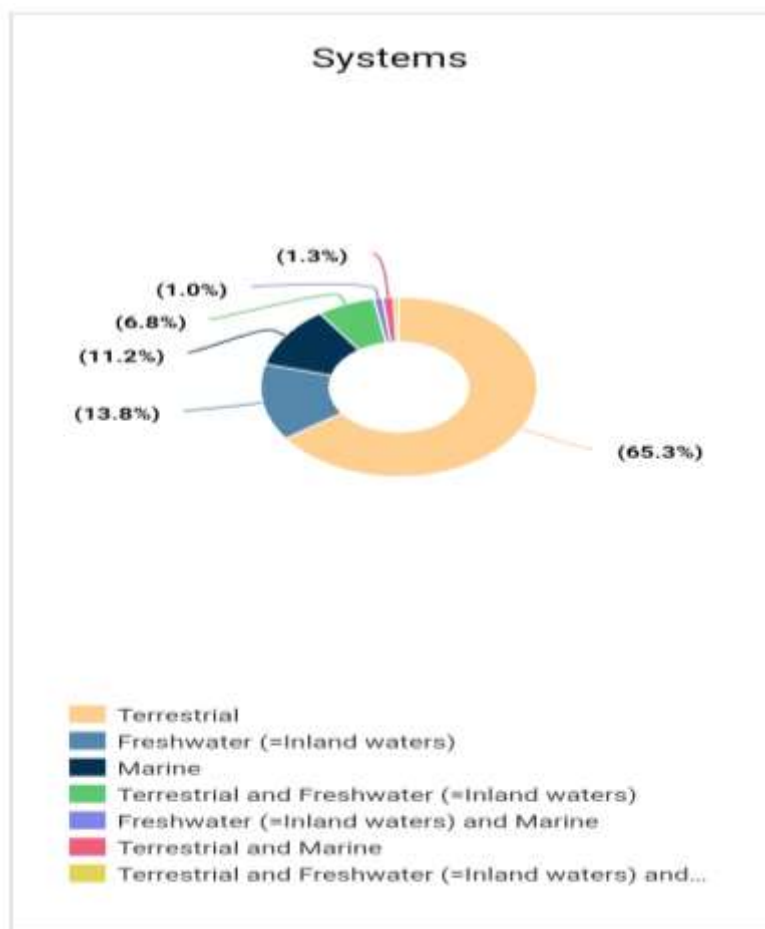
**Nota.** Extraída de Carvajal y Santillán (2019).

Después, se verifican estos datos, con los que mantiene realmente la base de la International Union for Conservation of Nature (IUCN), en su respectivo reporte de la IUCNredlist, con la finalidad de cotejar la información presentada por el ministerio y a su vez, la información que denotan los respectivos informes de la IUCN. De aquí, surgen una serie de resultados significativos, como las especies extintas dentro del

país, aquellas que se encuentran en peligro crítico, y la visualización general del sistema.

Lo primero que se visualiza es la comparativa del sistema, en este caso, la IUCN red list, muestra un gráfico que especifica los criterios, junto con su leyenda, de las especies que se encuentran en peligro, hay una diferencia, este esquema, muestra el total de las especies del país, no obstante, se le aplicaron ciertos filtros, que permitieron llegar hasta los manglares, o su mayor cercanía.

**Figura 10** *Sistemas de Manglares en Ecuador con las especies de Fauna y Flora según su representación del total de especies del país, bajo el informe de la IUCN*

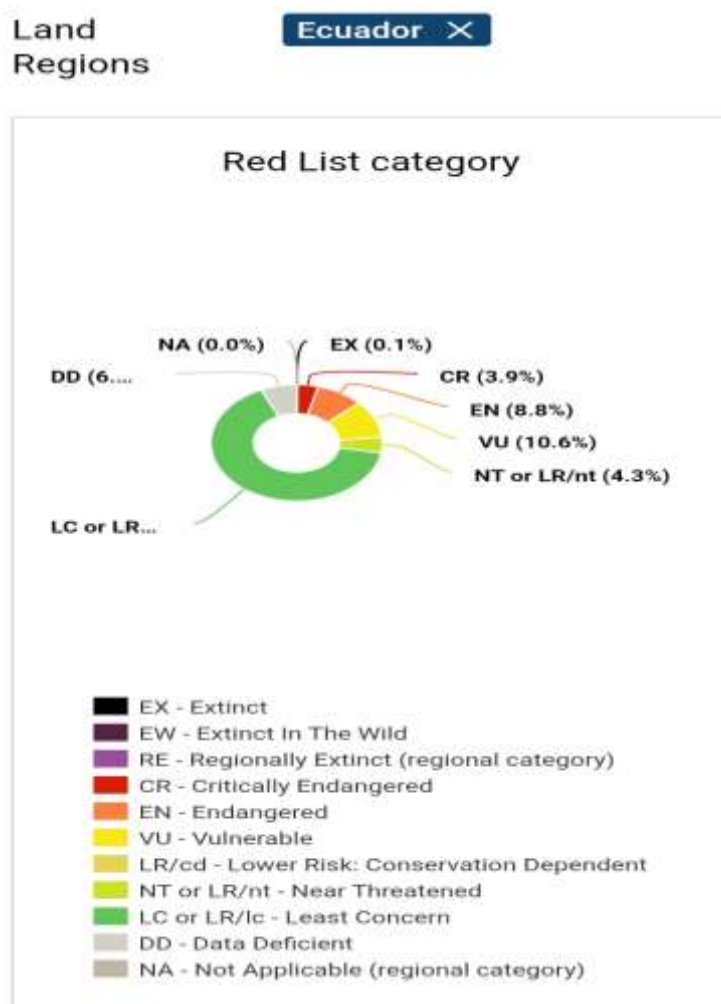


**Nota.** Extraído de IUCN (2025)

En la Figura 10 se observa claramente, como la mayoría de las especies en el Ecuador, se encuentran en la zona terrestre, con un 65.3%, mientras que un 25% se encuentra en islas y en la zona marítima del país, para el caso que se aborda en este trabajo directamente, se tienen las zonas donde el mar y el área terrestre confluyen, en el caso de los manglares, pero, con la diferencia de que se aborda, directamente a las aguas terrestres y marinas que posee el país, es decir, las cosas, representan entre el 1% los manglares (siendo similar a lo aportado por el MAATE), y entre las

costas, manglares, y áreas marinas saladas cercanas a las playas, se tiene aproximadamente un total de 7,8% de especies del país (entre plantas y animales). Seguidamente, con los filtros pertinentes, se observan las especies y los estados de conservación que poseen, desde extintas, hasta aquellas de las cuales, los datos no son suficientes, teniendo un 0.01% de especies extintas, con un 3.9% de las especies en un estado crítico, con un 8.8% en un estado de observación cuidadosa, mientras que un 10.6% se encuentra en un estado vulnerable, estos son los datos, de las zonas de tipo terrestre con aguas salinas cercanas, lo que implica a los manglares, no obstante, mantiene algunas zonas que pueden ser playas o costas, no precisamente manglares.

**Figura 11** Red list de especies en Ecuador, informe online

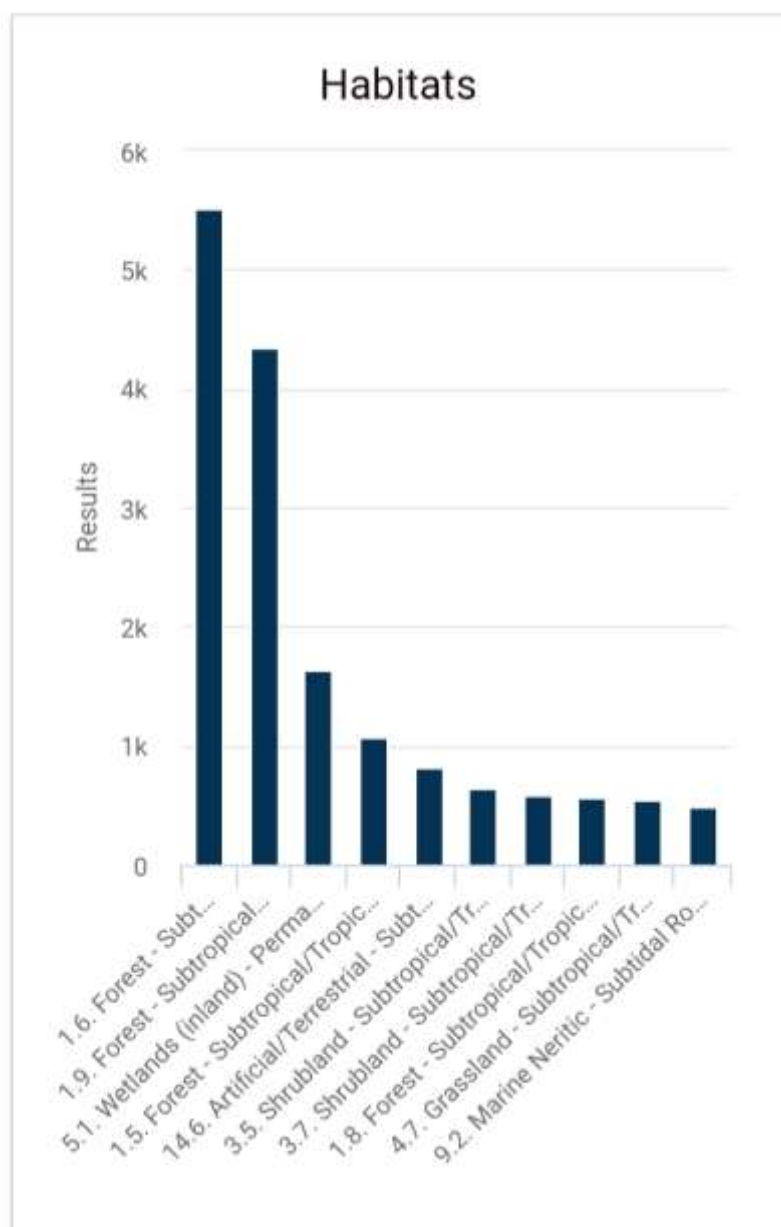


**Nota.** Extraído de IUCN (2025)

Seguidamente en la figura 11, se tienen el hábitat preponderante de Ecuador, se tiene primero los bosques subtropicales, con casi 6 mil especies distintas, lo que conlleva a asegurar que existe una correlación real entre los mapas revisados hasta ahora, y los datos que contiene una asociación tan importante como la IUCN, dando

como resultado, unos datos fiables, se tienen a su vez, como se va desgranando las demás hábitats, por un adecuado orden, teniendo las bosques, las cosas o aquellas zonas donde se pone en contacto el mar con el territorio continental, y así sucesivamente.

**Figura 12** *Ambientes ecosistemáticos de Ecuador Según la IUCN*

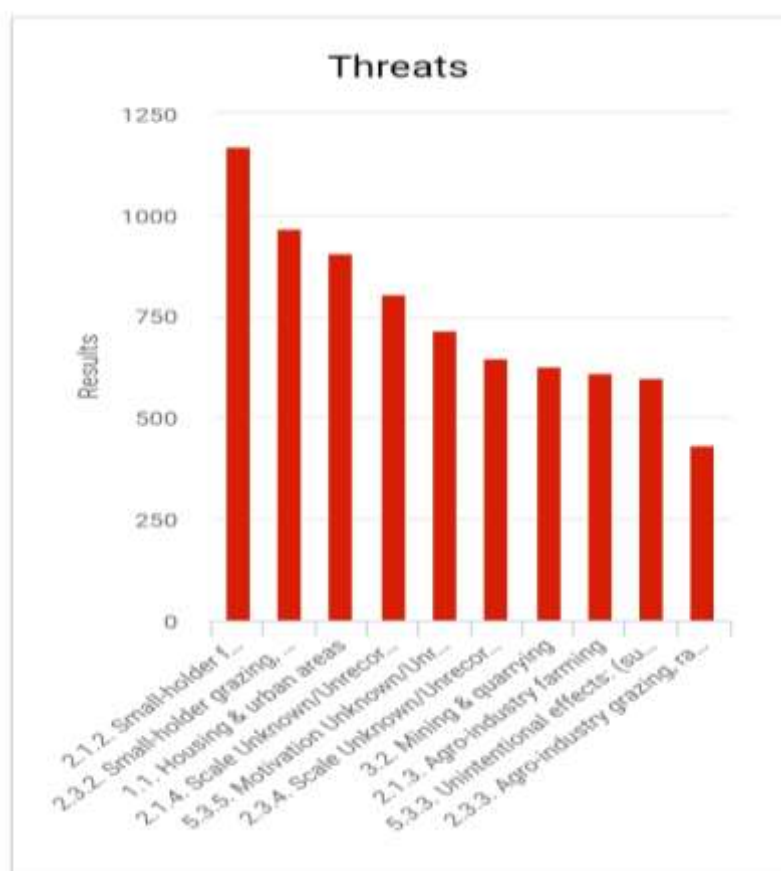


**Nota.** Extraído de IUCN (2025)

Finalmente, la IUCN muestra las amenazas más importantes que enfrentan los ecosistemas en Ecuador (figura 12), en especial, aquellos que están cercanos a los territorios costeros, que son cercanos a la salinidad del mar, y que por ende poseen ciertos criterios particulares que deben ser estudiados con mayor detenimiento. En este caso, las principales casos de amenazas radican en el pequeño espacio que se

les está dejando a los manglares, quienes no pueden desplazarse y procediendo a obtenerse un estrangulamiento costero, a su vez, la mayoría de los problemas se bordean de este, como la construcción de viviendas y zonas urbanas, la mina, la industria agrícola, acuícola y a las granjas, es decir, se basa en el la utilización de dichos espacios para otros fines, haciendo así, que los manglares no tengan a donde desplazarse, por el aumento del nivel del mar, ocasionando efectos que ya se han descrito anteriormente (figura 13).

**Figura 13** Amenazas a los ecosistemas de Ecuador, principalmente a los sistemas de contacto de agua marina con el Ecuador Continental.



**Nota.** Extraído de IUCN (2025)

Ahora, teniendo todo este contexto y verificando su funcionamiento, y que mucha de la información que proporciona el documento del proyecto, concuerda en muchos aspectos y elementos con bases de datos de otros sistemas, se observa el esquema de protección que mantiene la propuesta llevada por el ministerio del Ambiente para el abordaje de las zonas del mangle, teniendo en cuenta las características de estas áreas, y la importancia económica para los pobladores, realizan una figura de conservación y añaden en unidades de superficie para abordar por bloques como se observa en la Tabla 8.

**Tabla 8** Intervención y clasificación de los Manglares en el Ecuador Continental.

Figura de conservación	Superficie
Áreas Protegidas	65 143,28 <sup>25</sup> ha de manglar constituyen patrimonio natural de 8 Áreas Marinas y Costeras Protegidas <sup>26</sup>
Acuerdos de Uso Sustentable y Custodia	68 161,60 ha de manglar otorgadas a 52 organizaciones bajo AUSCM vigentes, de las cuales 21 organizaciones que protegen 22 267,02 ha son beneficiarias del incentivo a la conservación y uso sustentable del manglar, Socio Manglar
Bosque y Vegetación Protectora	Al menos 16 000 ha de manglar como Bosque y Vegetación Protectora

**Nota.** Extraída de Carvajal y Santillán (2019).

En este se observa cómo se desgranar las áreas protegidas de las zonas de los manglares, conteniendo un total de 65143,28 ha de patrimonio natural y protegido, por su parte, existen varios acuerdos importantes, que incluyen un total de 21 organizaciones con el proyecto socio Manglar, y finalmente hay unas áreas designadas como Bosque y Vegetación protectora del manglar.

Con base en estos elementos, se debe evidenciar, aquellas provincias que se han favorecido en mayor medida de las acciones realizadas por el gobierno ecuatoriano, en la búsqueda de mantener y preservar el estado natural de los manglares y cultivar su importancia económica en la región, en este caso, se evidencia el número de convenios que existen, dentro de las zonas de Guayas, Manabí y El Oro, siendo estas las que poseen la mayor prioridad de recuperación y estabilización, contando con 23 convenios totales, un número de 1585 familias que se ven afectadas de forma positiva por estos programas, un total de 3314 beneficiarios directos, y más de 317.000 \$ USD invertidos en estos proyectos, no obstante, lo que resulta inquietante, es que solo se ha aplicado para un total de 22.267,02 ha, del total de los manglares en Ecuador como se observa en la Tabla 9.

**Tabla 9** Base de Datos Socio Manglar

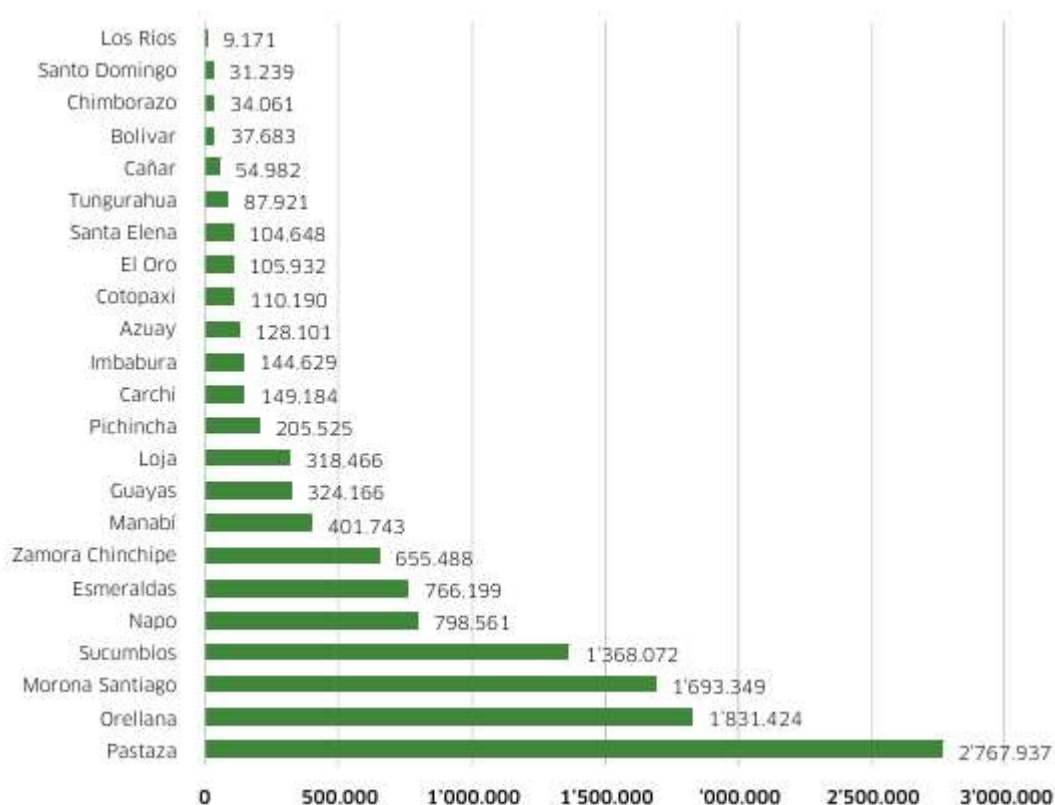
Provincia	No. convenios	No. familias	Beneficiarios	ABC (ha)	Incentivo anual (USD)
Guayas	11	944	1 672	16 886,34	197 659,02
El Oro	11	551	1 559	5 343,18	113 029,24
Manabí	1	90	83	37,5	7 112,50
Totales	23	1 585	3 314	22 267,02	317 800,76

**Nota.** Extraída de Carvajal y Santillán (2019).

Este documento del proyecto de recuperación, sigue con una serie de elementos propios y orientados a políticas de recuperación del manglar, basado en los ejes políticos y acciones climáticas, no obstante, se observa una carencia de injerencia real, ya que el total corresponde a alrededor de 149.000 ha, mientras que un abordaje, con una inversión significativa a nivel monetario, y que se aborden solamente, 22.267 ha, quiere decir que existe una diferencia notable entre el abordaje real que necesitan los manglares en Ecuador. Por lo que se discrepa y se asume que debe realizarse un abordaje real, más significativo y que aborde las necesidades ecológicas reales.

Ahora, como parte de conocer que tanto se ha afectado a las zonas de los manglares en Ecuador, el programa de bosques en el país, reconoce estas zonas, y ayuda a focalizar la deforestación de los mangles en éstas. En el siguiente gráfico, se muestra como las áreas de Manabí, Guayas, El Oro y Esmeraldas, representan una gran superficie de bosques en el país, incluyendo a su vez, áreas que no son de tipo Mangle, pero, muestran que, por ejemplo, Esmeraldas, es una de las zonas con mayor fortaleza en el proceso, con un estimado de 766.000 ha de áreas boscosas que incluyen a los mangles, observando de este modo, la importancia de las regiones y como se mantienen en la actualidad (Figura 14).

**Figura 14** Superficie de área natural por provincia.



**Nota.** Extraído de MAATE (2024).

Ahora, como parte del abordaje de este trabajo, se deriva una construcción de la deforestación de los bosques en Ecuador, desde los de 1990, hasta el 2022, teniendo en cuenta los datos brutos y netos de deforestación, en este se observan pérdidas de bosques en todos los periodos evaluados, una acción preocupante así se puede apreciar en la Tabla 10.

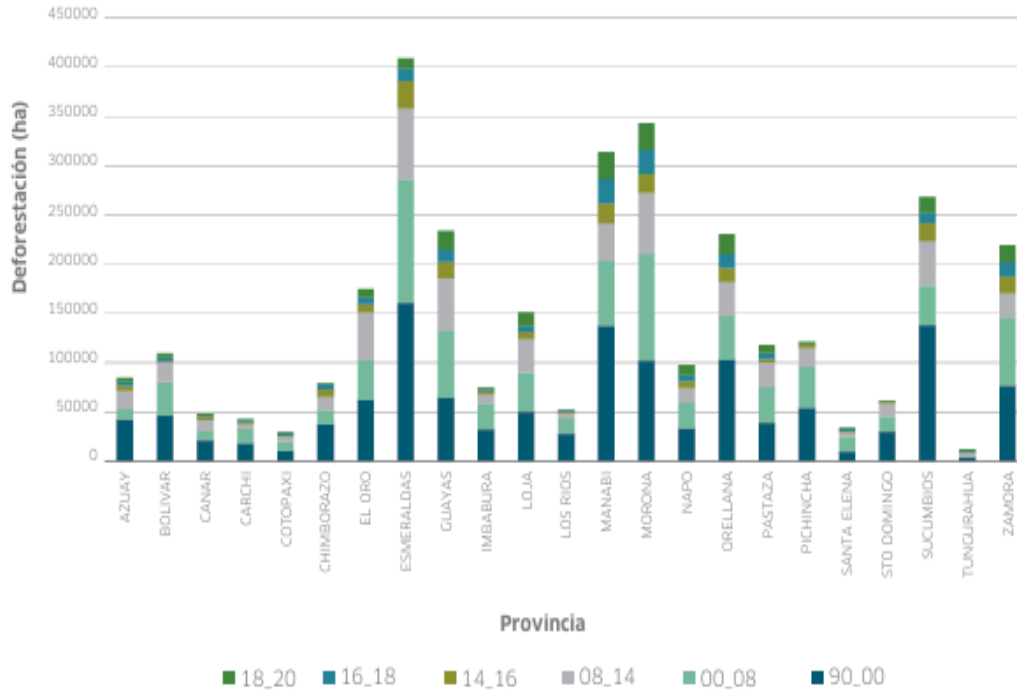
**Tabla 10** Deforestación bruta y neta del Ecuador Continental desde 1990 hasta el 2022

Período	Deforestación bruta anual promedio (ha/año)	Regeneración anual promedio (ha/año)	Deforestación neta anual promedio (ha/año)	Tasa anual de deforestación bruta (%) *	Tasa anual de deforestación neta (%) *
1990 - 2000	129.943	37.201	92.742	-0,93%	-0,65%
2000 - 2008	108.666	30.918	77.748	-0,82%	-0,58%
2008 - 2014	97.918	50.421	47.497	-0,77%	-0,37%
2014 - 2016	94.353	33.241	61.112	-0,74%	-0,48%
2016 - 2018	82.529	24.100	58.429	-0,66%	-0,46%
2018 - 2020	91.692	4.608	87.084	-0,75%	-0,76%
2020 - 2022	95.570	2.547	93.023	-0,78%	-0,80%

**Nota.** Extraído de MAATE (2024).

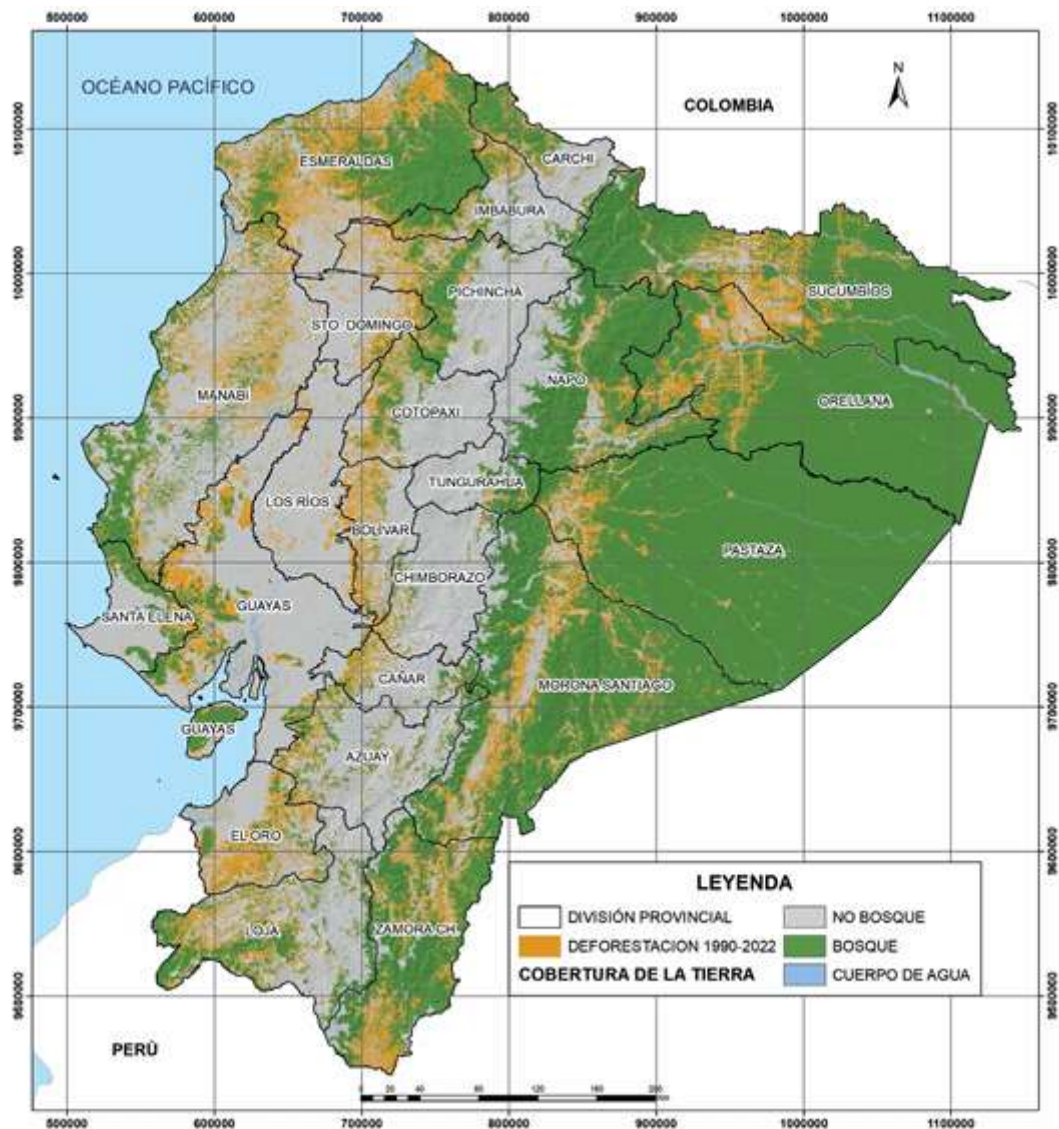
Para darle más validez a estos datos, se evalúa la deforestación por grupos de años, con la finalidad de verificar la cantidad de la misma dentro de los periodos correspondientes en cada provincia, obteniendo el siguiente gráfico (Figura 15).

**Figura 15** Valores de deforestación por provincias desde 1990 hasta el 2022



**Nota.** Extraído de MAATE (2024).

**Figura 16** Deforestación observada en escala topográfica



**Nota.** Extraído de MAATE (2024).

Observando estos criterios de deforestación de los bosques, los mayores índices de pérdida dentro de los años respectivos (figura 16) y con las aproximaciones que se han realizado en los distintos documentos, se puede elaborar una tabla que especifique la pérdida del área de los manglares en Ecuador desde 1990 hasta el 2022, convirtiendo no solo la información de este trabajo, sino de una serie de los mismos que permite este resultado.

**Tabla 11 Aproximación de pérdida y recuperación de los manglares en el Ecuador Continental.**

Año	Esmeraldas (ha)	Manabí (ha)	Guayas (ha)	El Oro (ha)	Cobertura Total (ha)	Observaciones relevantes
1990	38.500	12.000	108.000	55.000	213.500	Cobertura máxima histórica; manglares aún extensos.
1995	37.800	11.800	102.000	49.000	200.600	Inicia pérdida por expansión camaronera en Guayas y El Oro.
2000	37.200	11.400	97.000	46.500	192.100	Continuación del deterioro, pérdida neta de 5 %.
2005	36.800	11.200	93.500	44.000	185.500	Primeros efectos del aumento del nivel del mar.
2010	36.500	10.900	89.000	42.000	178.400	Fragmentación severa en El Oro; zonas erosionadas.
2015	36.300	11.000	91.000	43.200	181.500	Ligeras acciones de restauración impulsadas por el MAATE.
2020	36.600	11.300	93.500	44.800	186.200	Programas comunitarios mejoran cobertura en ciertas zonas.
2023	36.900	11.600	94.800	45.500	188.800	Tendencia positiva parcial; sigue la presión por el clima.

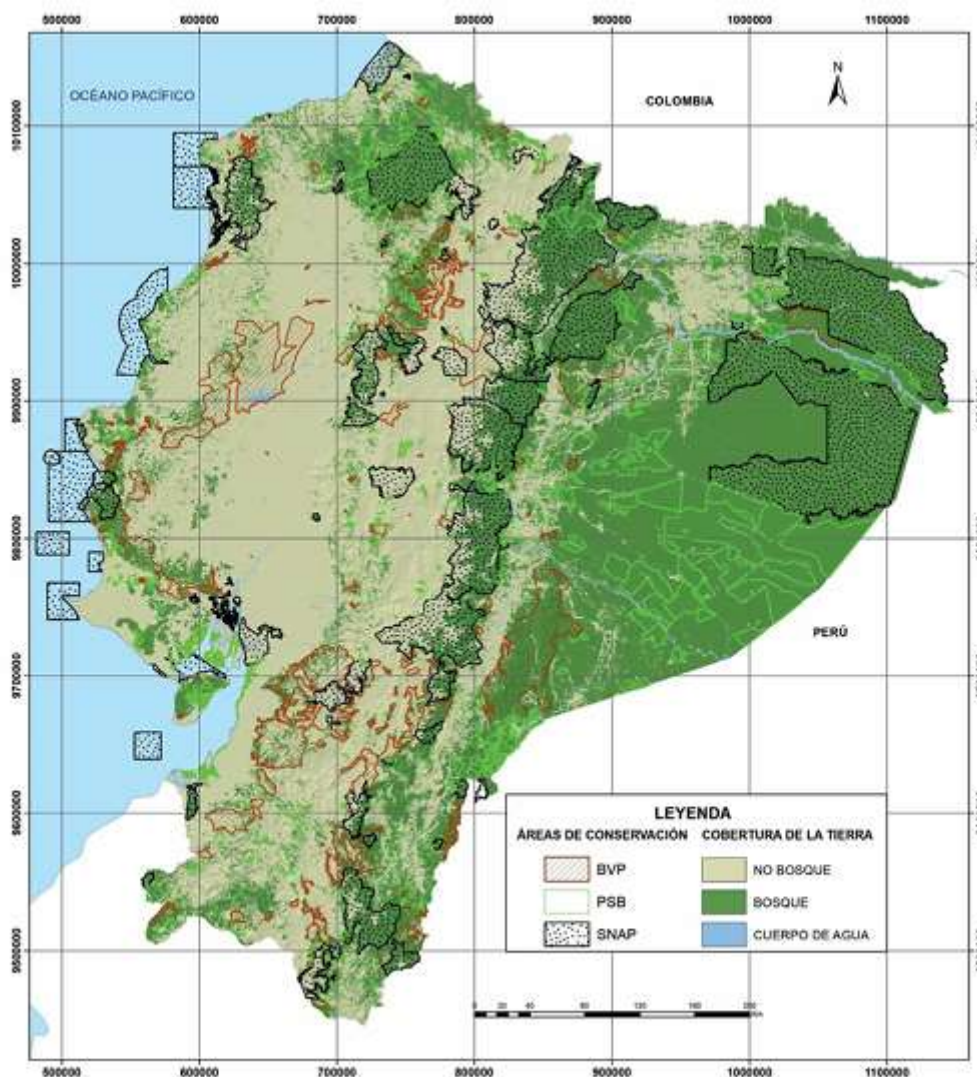
**Nota.** Elaboración propia, basado en una proyección de los distintos trabajos evaluados.

Dentro de esta tabla, se observa la pérdida de las zonas de manglares desde 1990, desde que se poseen registros de los bosques, no obstante, ninguna información fue verificada por fuentes oficiales, todas son estimaciones netas que se realizan, motivado que, para este periodo de gestión gubernamental, estas zonas no eran de importancia, y no existen informes o documentos que verifiquen o desmientan esta información.

También, dentro de la proyección se observa una diferencia de alrededor de alrededor de 39.000 ha, cuyo desfase se basa en que, dentro del estudio elaborado, se toman en cuenta las zonas boscosas directamente, ya que es de lo que tiene una información concreta, frente a zonas costeras, lo que claramente, añade una zona más

extensa que no son propiamente manglares. No obstante, esta sirve para delinear la pérdida de manglares desde los años de 1990 hasta el 2022.

**Figura 17** Bosques naturales protegidos para 2022

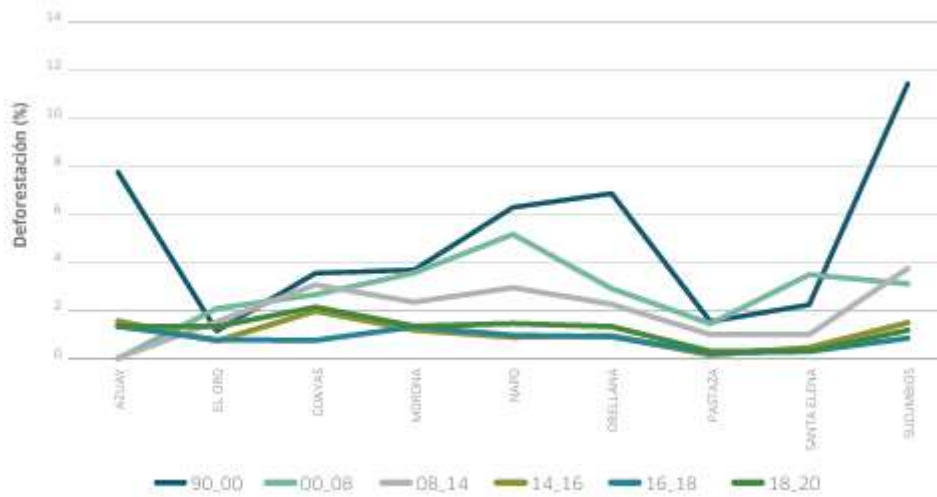


**Nota.** Extraído de MAATE (2024).

Ahora, se observa en la figura 17 un total de tres niveles de protección de ciertas áreas, dentro del marco que interesa para los fines de este trabajo, interesa saber que hay un total de 4 áreas SNAP que importan para los manglares, ya que son un esfuerzo de conservación importante, esto localizado en Guayas, Manabí y Esmeraldas, mayormente, siendo Esmeraldas quien mantiene la mayor zona y de más importancia para suplir, en cuestiones de estructura y esfuerzos, algo que ya se ha visto en el informe de recuperación anterior, junto con la inversión y los esfuerzos de conservación de las 21 organizaciones que hacen vida para luchar contra el cambio ecológico de estas zonas.

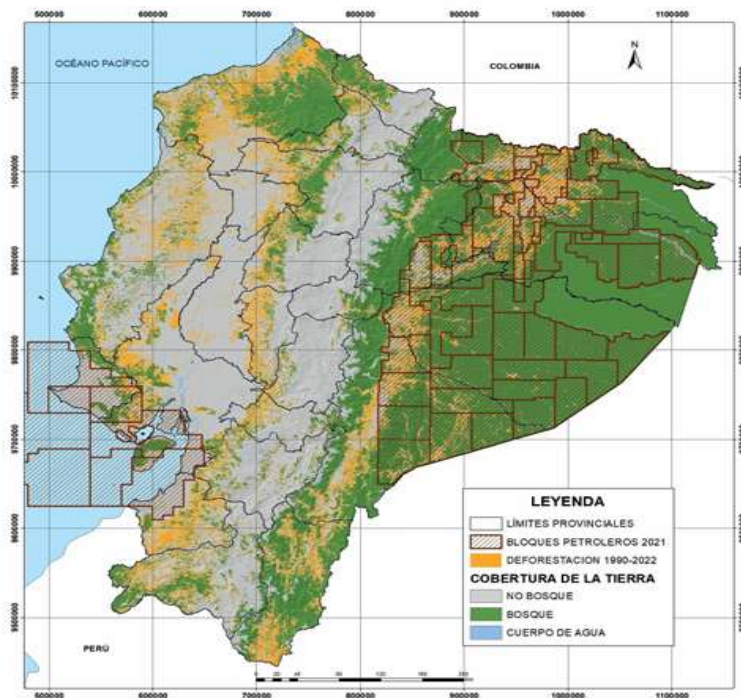
Otro punto importante que se debe estudiar dentro de estos elementos e informes, son las áreas que forman parte de los cuadros petroleros del país, teniendo a Guayas y El Oro, como las provincias más significativas que han sido golpeadas por el auge petrolero y las necesidades económicas de la nación, en virtud de ello, se realiza una deforestación de estas zonas, priorizando la explotación del crudo, sobre la conservación ecológica del medio ambiente (Figura 18).

**Figura 18** Deforestación de zonas petroleras en Ecuador desde 1990 hasta el 2020



**Nota.** Extraído de MAATE (2024).

**Figura 19** Bloques petroleros desde 2001



**Nota.** Extraído de MAATE (2024).

El mapa muestra claramente las zonas de El Oro y Guayas, quienes fundamentalmente, tienen una alta relevancia y pertinencia dentro del marco ecológico nacional, pero a su vez, tiene un importante nivel económico para el país, por lo que de allí se puede categorizar el hecho de que se involucren más otras zonas para su recuperación, no quiere decir esto, que los esfuerzos gubernamentales no sean accesibles a este tipo de zonas, sino que en la actualidad, bajo los esquemas financieros globales, es mejor realizar una adaptación de los recursos y transformación de los mismos y las zonas naturales en los cuales se encuentran, que renovar el sistema de extracción y explotación de esos recursos naturales.

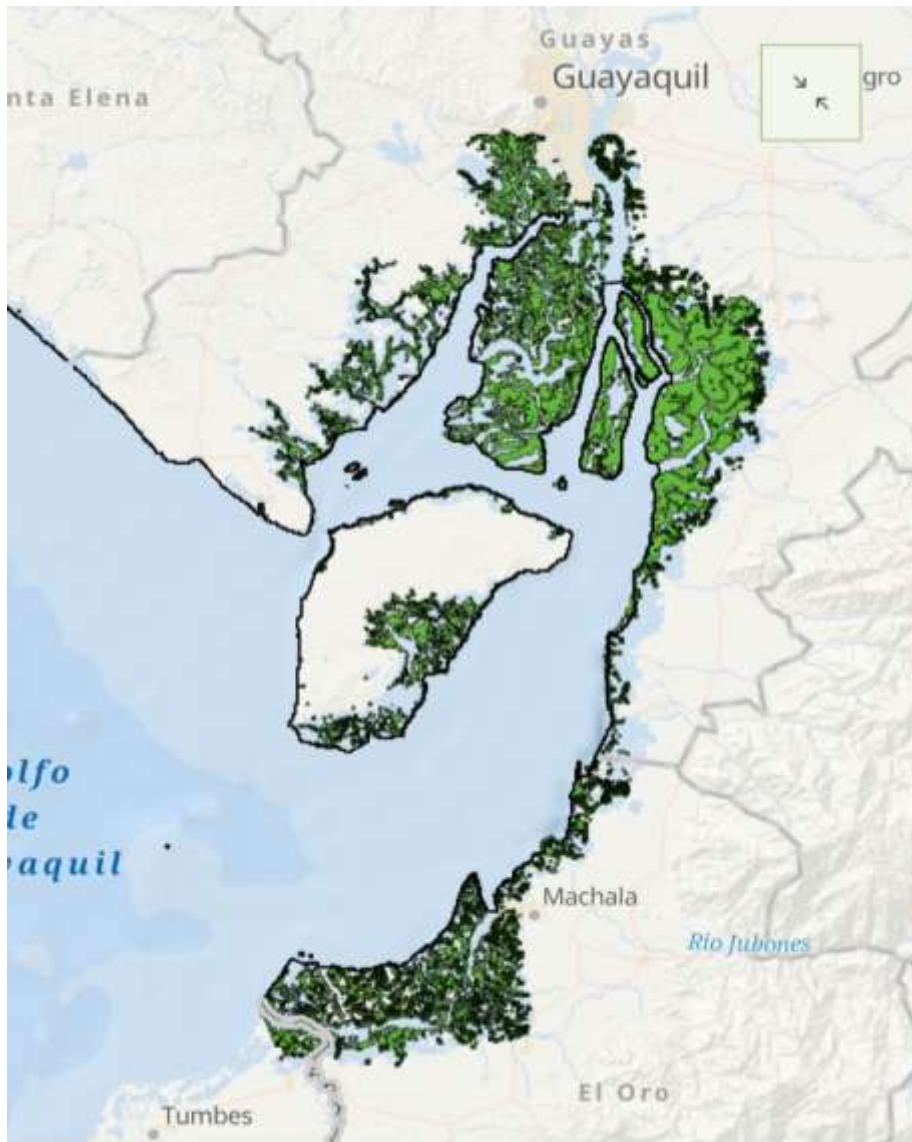
**Tabla 12** *Periodo y superficie deforestada dentro del SNAP (en el cual entran los Manglares)*

Periodo	Superficie deforestada dentro del SNAP (ha/año)	Superficie deforestada del Ecuador continental (ha)	Porcentaje de deforestación dentro del SNAP
1990-2000	4.131	129.943	3%
2000-2008	4.784	108.666	4%
2008-2014	3.818	97.918	4%
2014-2016	5.134	94.353	5%
2016-2018	4.658	82.529	6%
2018-2020	6.821	91.692	7%
2020-2022	5.114	95.570	5%

**Nota.** Extraído de MAATE (2024).

En la Tabla 12 se observa un aumento de superficie deforestada por año, pero una disminución del porcentaje de deforestación dentro del SNAP, siendo el mayor nivel de deforestación para los años de 2018 hasta 2020, y el menor porcentaje registrado desde 1990 hasta los 2000, con un 3% de estas zonas. Para culminar con la caracterización de las zonas propias de los manglares, se obtienen los informes de INOCAR, así como los mapas satelitales, que muestran gráficamente, las zonas de los manglares, en un zoom 70%, delimitando de forma más cercana estos en las costas ecuatorianas y en las zonas que están tierra adentro, con un afluente significativo hacia el océano (Figura 20).

Figura 20 Manglares en El Oro y Guayas



CONALI

Perfil Ecuador 2023



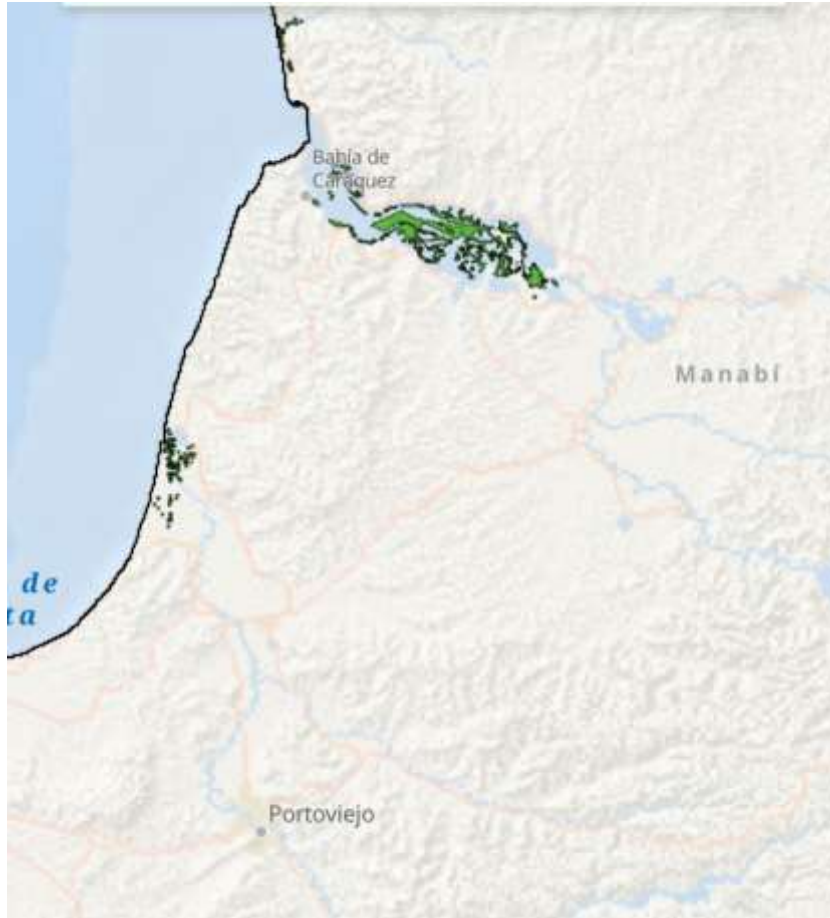
Cobertura Manglar 2020



50 km 

**Nota.** Extraído de Torres (2023).

**Figura 21** Mapa de la zona manglar de Manabí



**Nota.** Extraído de Torres (2023).

Se observan claramente las zonas verdes (figuras 20 y 21), las cuales están identificadas como aquellas que son parte de los manglares en Ecuador, la zona de Esmeraldas, no figura dentro de los mapas que son evaluados, por alguna razón que no especifica el documento, y lamentablemente no se tiene ningún otro tipo de información que permite cartografiar, aunque, se confía que ya, los mapas anteriores, muestran información suficiente, siendo estos, elementos que solo son aclaradores y que permiten visualizar mejor las zonas evaluadas, como las siguientes fotografías que muestran a las piscinas camaroneras en Guayas (Figuras 22 y 23).

**Figura 22** *Piscinas camaroneras en Guayas*



**Nota.** Extraído de Torres (2023).

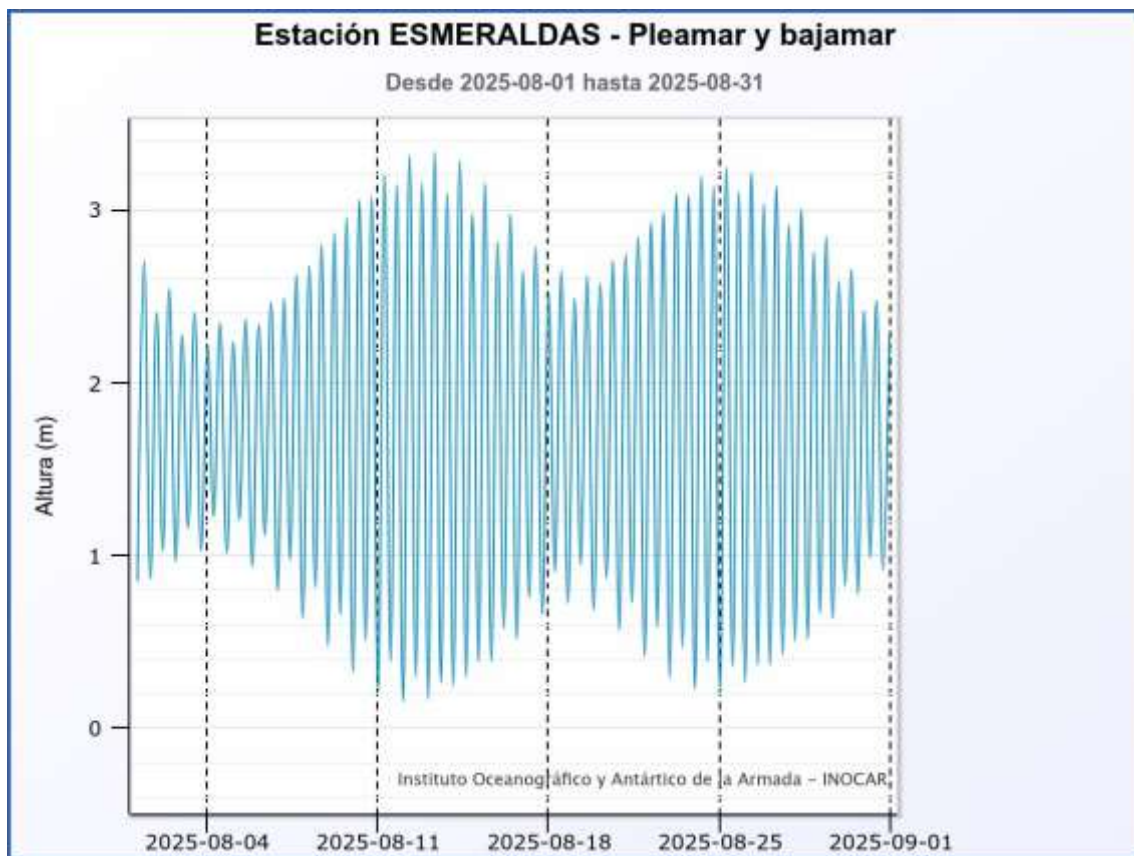
**Figura 23** *Vista área de las piscinas camaroneras en Guayas*



**Nota.** Extraído de Torres (2023).

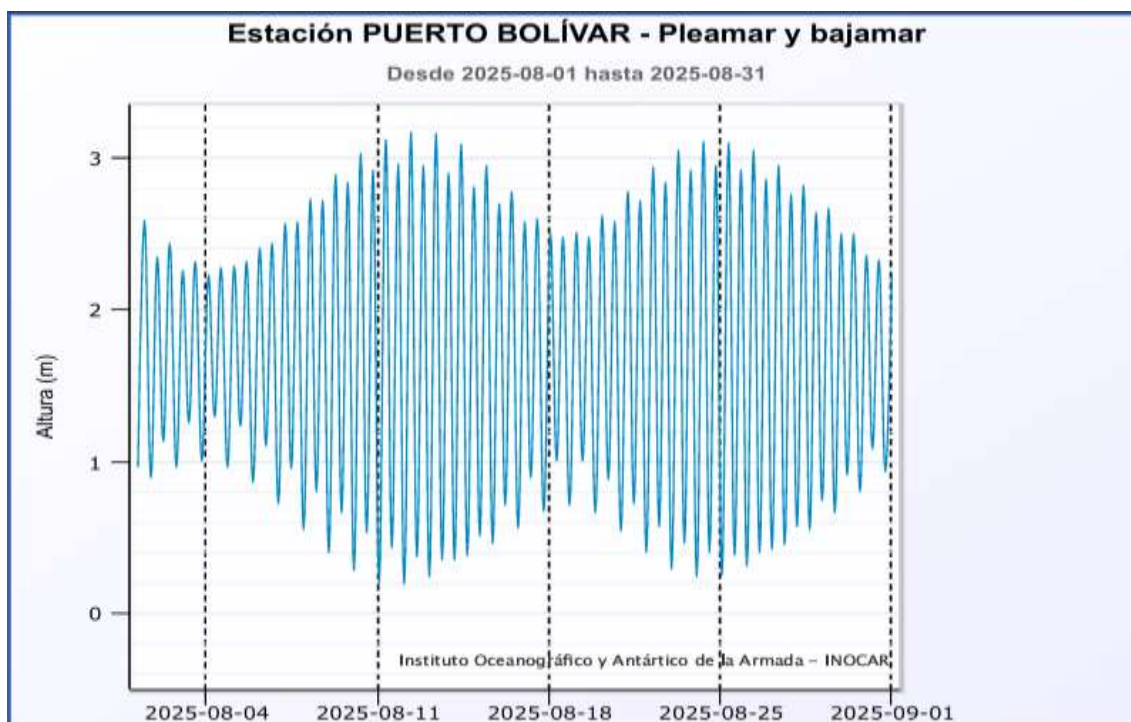
Finalmente, para concluir con el análisis de la zona, se tienen los niveles del mar, durante el mes de agosto y una proyección de septiembre de 2025, del Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada (INOCAR) esto será observado en las figuras 24, 25 y 26, de los tres principales lugares donde se poseen manglares, esto con la finalidad de verificar el aumento o disminución del nivel del mar, bajo los criterios de que influyen en el ecosistema estudiado, lamentablemente, no se tienen informes anteriores, por lo que es difícil determinar un aumento del nivel del mar progresivo con esta información, no obstante, se considera muy importante el observar el aumento del nivel del mar, sobre los 3m, lo que permite indicar que sí, afecta la salinidad de los Manglares y más teniendo en cuenta los aspectos que determina la acidez del océano, algo que se estudiará un poco más adelante.

**Figura 24** Pleamar y bajamar en Esmeraldas en agosto del 2025



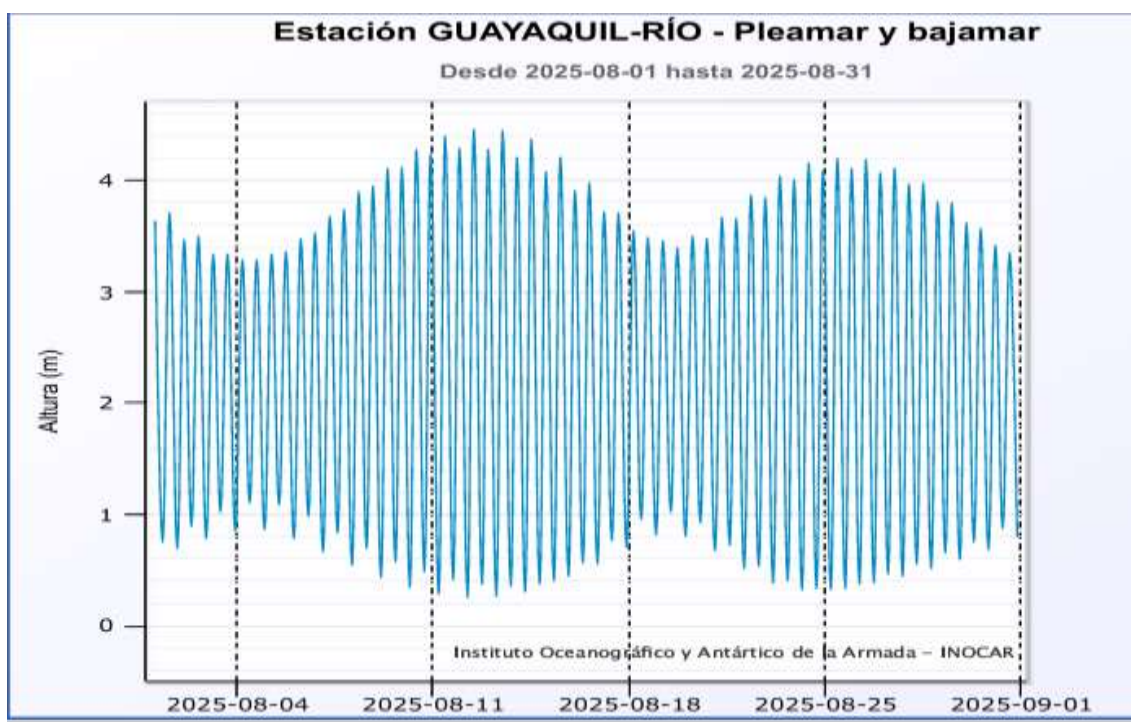
**Nota.** Extraído de INOCAR (2025)

**Figura 25** Pleamar y baja mar en la estación de Puerto Bolívar



**Nota.** Extraído de INOCAR (2025)

**Figura 26** Pleamar y bajar mar Estación de Guayaquil y Río

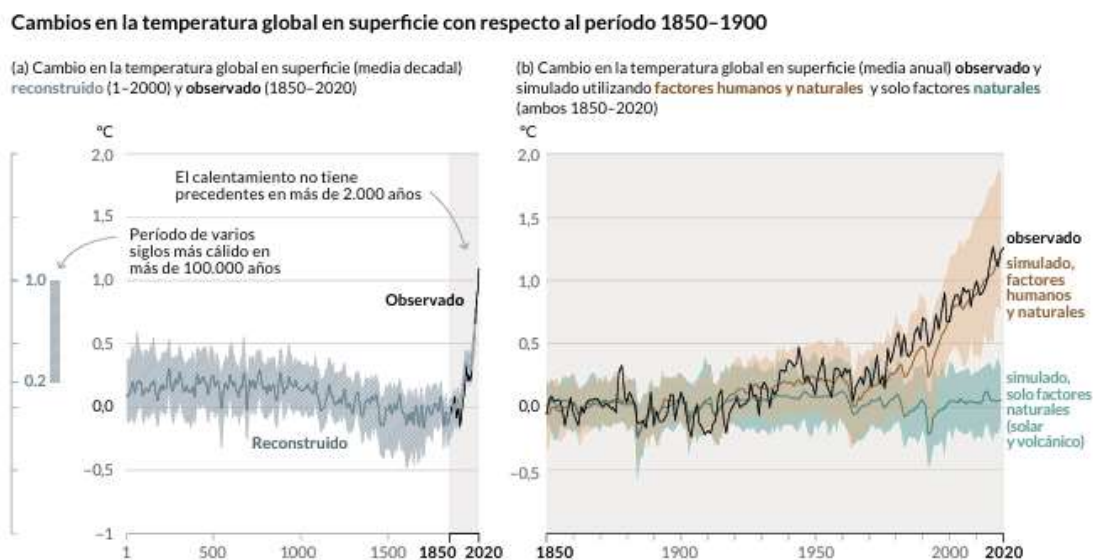


**Nota.** Extraído de INOCAR (2025)

Ahora, se evalúa a nivel mundial, el impacto del cambio climático y como afecta a la región de Ecuador, y específicamente a los manglares, partiendo de la base de la temperatura global desde el año 1850 hasta 1900, y luego una proyección hasta el año

2100 y teniendo en cuenta la temperatura real de lo observado hasta el 2020. Esto se basa en el documento publicado por Grupo Intergubernamental de expertos sobre el cambio climático, bases para la superficie física utilizando los factores humanos y naturales Figura 27.

**Figura 27** Cambios en la superficie global desde 1850 hasta 1900

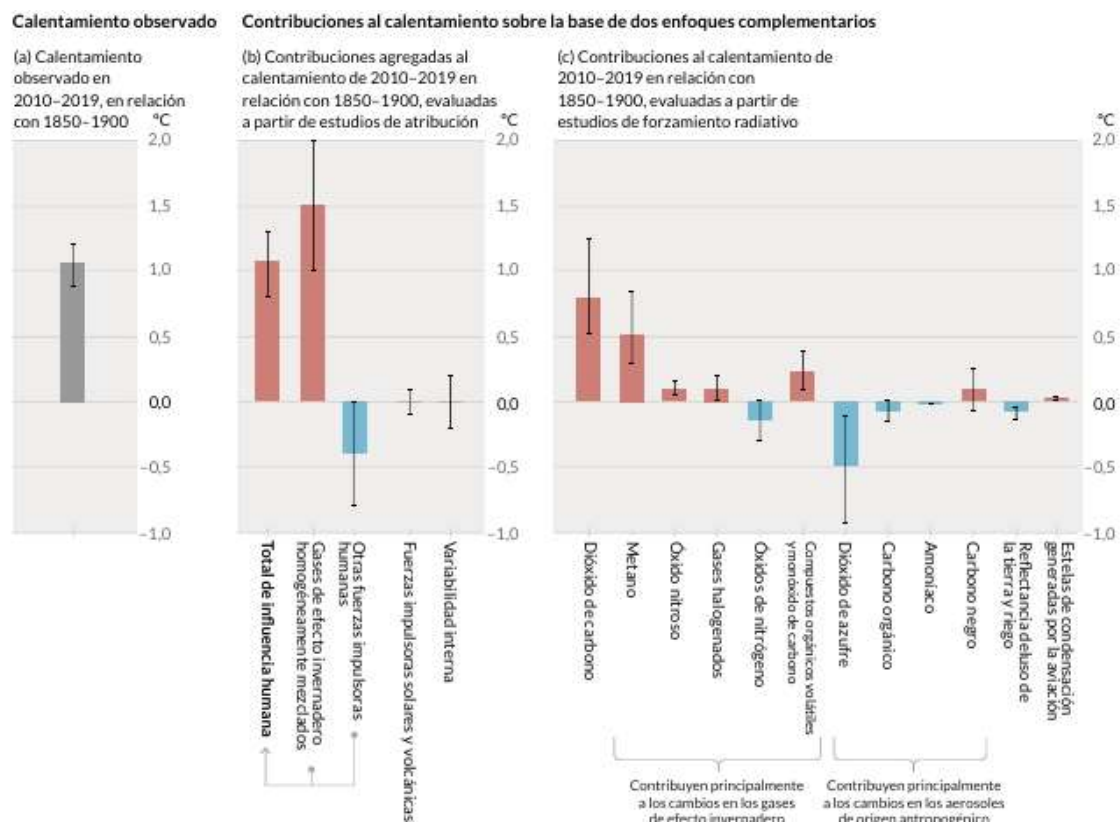


**Nota.** Extraído de Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (2021)

El informe del IPCC proyecta un incremento de la temperatura media global de 1,5 °C, y una proyección que llega hasta los 5°C para llegar inclusive a finales del siglo, dependiendo del escenario de las emisiones de carbono, los gráficos muestran un calentamiento intenso en las zonas terrestre que se extrapola a los océanos de forma progresiva. Para los manglares ecuatorianos, este aumento genera un estrés fisiológico en las especies visualizadas anteriormente, impactando en la reproducción de peces, crustáceos y moluscos, alterando la cadena trófica y reduciendo la producción pesquera artesanal que se da en la zona.

A su vez, se tiene que el calentamiento es impulsado por zonas donde las actividades humanas son más intensas, generando un calentamiento por efecto invernadero, en función de los estudios de atribución, se pueden determinar las actividades que contribuyen a este calentamiento, teniendo en cuenta que son en su mayoría, gases contribuyentes, quienes impactan en el deterioro de la capa de ozono (Figura 28).

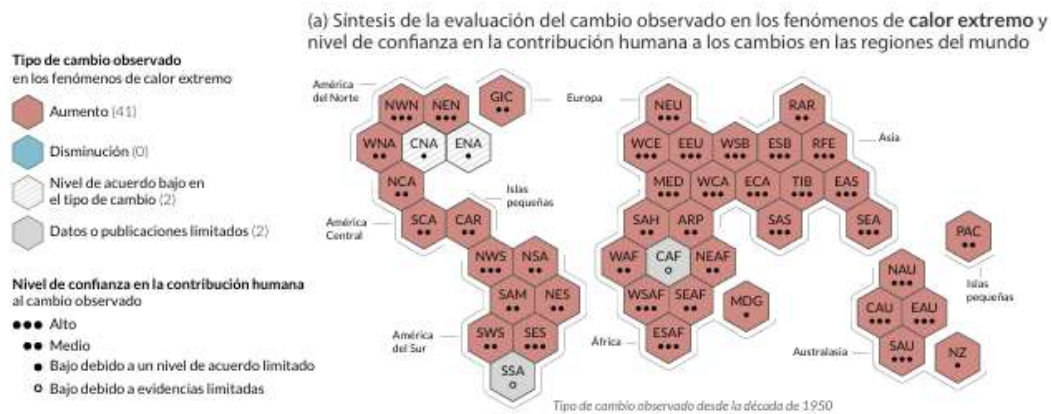
**Figura 28** Calentamiento observado producto de las actividades humanas y los agentes promotores de ello.



**Nota.** Extraído de Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (2021)

Ahora, se evalúa en Ecuador, el nivel de confianza y cambio de fenómenos extremos, donde se tiene que la zona ecuatorial, es considerada la SAM (monzón de América del Sur), en el cual se tiene que el país mantiene su territorio, se observa un claro aumento del calor extremo, y con una contribución humana de nivel medio, preocupante, ya que estos cambios, impactan de forma directa en la vida ecosistemática de los manglares, evidenciando la necesidad de su abordaje para su recuperación, y verificando las propuestas de bajo impacto del nivel humano en la región (Figura 29).

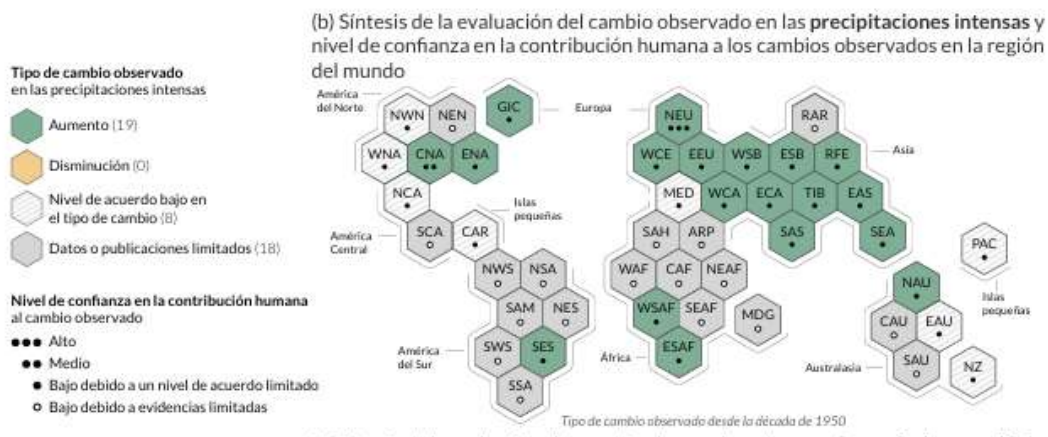
**Figura 29 Fenómenos de calor extremo y la contribución humana a este**



**Nota.** Extraído de Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (2021)

Por su parte, también se obtienen las lluvias que se han intensificado en las regiones del mundo, para el caso de este estudio, la región SAM, no posee información asequible que pueda aclarar categóricamente y de forma oportuna la situación que se mantiene con respecto a las lluvias en el país, según la IPCC (Figura 30).

**Figura 30 Fenómeno de precipitaciones intensas y su contribución humana**



**Nota.** Extraído de Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (2021)

Ahora, con respecto a las sequías agrícolas y los cambios ecológicos, la región SAM se mantiene bajo, esto motivado a un acuerdo limitado, que permite evaluar de forma constante las sequías agrícolas y los cambios ecológicos y actuar prontamente en función de los mismos, teniendo a su vez, un bajo nivel de contribución humana en la actualidad, donde los manglares, también se ven beneficios y uno de los documentos estudiados en este trabajo lo comprueban (Figura 31).

**Figura 31 Fenómenos de sequías agrícolas y ecológicas y su contribución humana**



**Nota.** Extraído de Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (2021)

Seguidamente, se estudian los efectos de calentamiento global, a corto, mediano y largo plazo, teniendo en cuenta los periodos de anuales, estimando una media de subida, generando así cinco series de escenarios posibles, de los cuales se desarrollan estudios de impactos a nivel mundial de forma oportuna, nuevamente se aclara que se realiza con fines de estudiar su impacto en Ecuador, específicamente en los Manglares (Tabla 13).

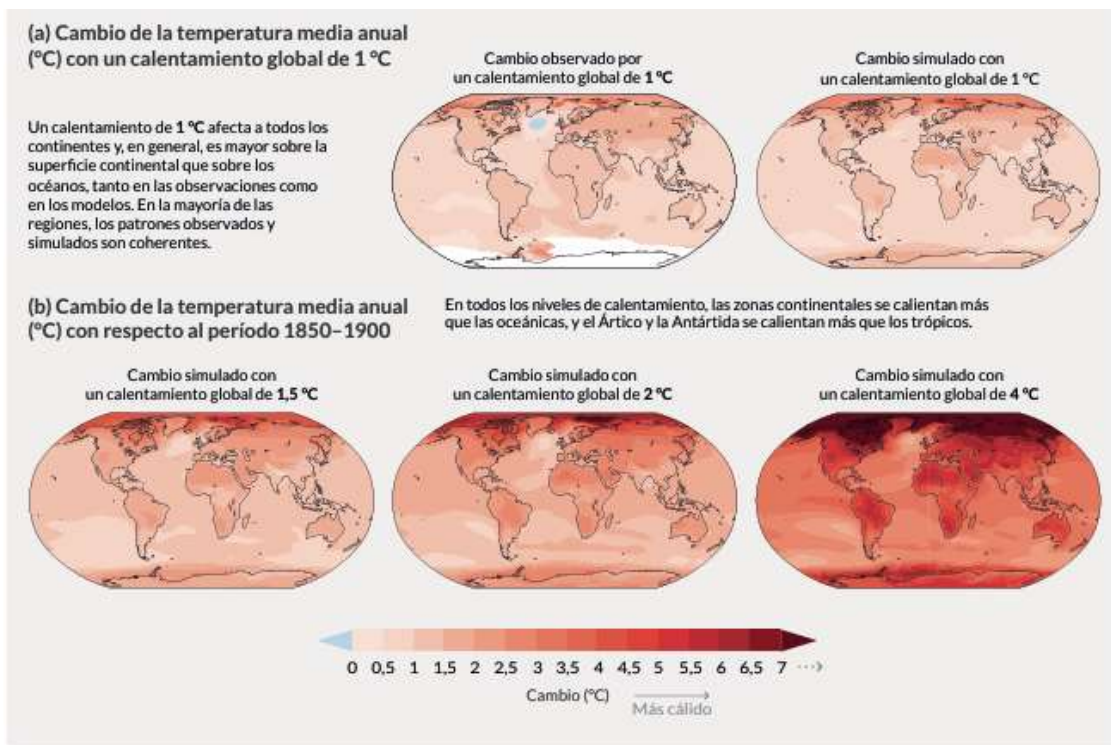
**Tabla 13 Escenarios de aumento de la temperatura en el mundo**

Escenario	Corto plazo, 2021–2040		Medio plazo, 2041–2060		Largo plazo, 2081–2100	
	Mejor estimación (°C)	Rango muy probable (°C)	Mejor estimación (°C)	Rango muy probable (°C)	Mejor estimación (°C)	Rango muy probable (°C)
SSP1-1.9	1,5	1,2 to 1,7	1,6	1,2 to 2,0	1,4	1,0 to 1,8
SSP1-2.6	1,5	1,2 to 1,8	1,7	1,3 to 2,2	1,8	1,3 to 2,4
SSP2-4.5	1,5	1,2 to 1,8	2,0	1,6 to 2,5	2,7	2,1 to 3,5
SSP3-7.0	1,5	1,2 to 1,8	2,1	1,7 to 2,6	3,6	2,8 to 4,6
SSP5-8.5	1,6	1,3 to 1,9	2,4	1,9 to 3,0	4,4	3,3 to 5,7

**Nota.** Extraído de Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (2021)

Bajo el esquema presentado, se obtiene la figura 32, la cual indica que a corto plazo no hay un cambio significativo, no obstante, al llegar a temperaturas de 1,5 o 4, la zona ecuatorial se ve profundamente afectada por una mayor ola de calor, lo que conlleva a un aumento del nivel del mar, al desplazamiento de muchas especies y la extinción de un grupo importante de estas, y finalmente, a un colapso de los sistemas de mangle en el país.

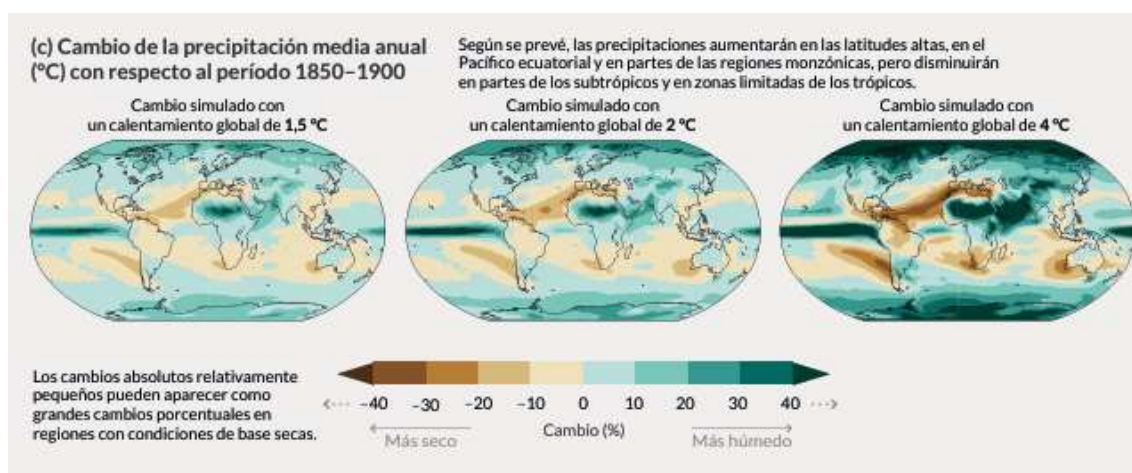
**Figura 32 Escenarios de aumento de la temperatura global**



**Nota.** Extraído de Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (2021)

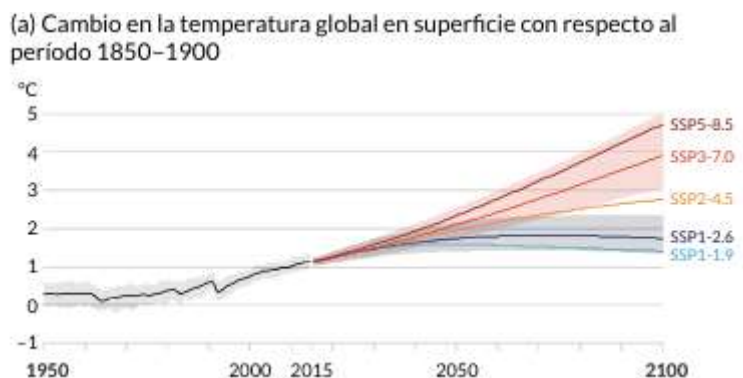
Con respecto a las precipitaciones globales del mundo, se tienen que las mismas aumentan de forma drástica en algunas zonas, y disminuyen en otras, siendo la zona ecuatorial, una de las más húmedas, permitiendo un aumento de la media anual del nivel, en especial afectando a las zonas cercanas a las costas, y, por ende, a los manglares, lo que podría llevar a inundaciones de dichas zonas, y provocar desastres que terminen perturbando el hábitat natural de muchas especies (Figuras 33 y 34).

**Figura 33 Proyección de precipitaciones por el cambio climático a nivel global**



**Nota.** Extraído de Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (2021)

**Figura 34** Cambio global de la temperatura bajo cada escenario posible



**Nota.** Extraído de Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (2021)

El aumento o disminución de las lluvias a nivel global, como se observa en la figura 33, tiene un impacto directo en los cambios de temperatura de los escenarios posibles, teniendo en cuenta que las inundaciones pueden ocasionar un aumento del nivel del mar, lo que conlleva a un desplazamiento forzado de los manglares o si la inundación es muy brusca, ocasionada tal vez, por efectos meteorológicos como La Niña o El Niño, el resultado sería una pérdida completa de ciertos manglares inclusive.

**Figura 35** Superficie de hielos del Ártico

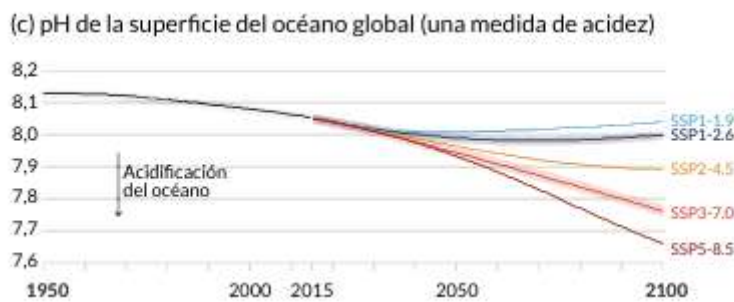


**Nota.** Extraído de Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (2021)

La disminución de las capas y superficies del ártico, como se puede observar en la figura 35, es un indicador directo del aumento de la superficie en el nivel del mar,

lo que es una respuesta concreta y completa, que indica que existe un aumento de dicho nivel, y que el mismo, de forma directa influye en los manglares, ahora, si se visualiza este gráfico, se verifica la importancia del cuidado de los manglares, ya que las proyecciones, entre los escenarios con aumentos de temperatura desde 2 a 4.5 grados centígrados, es una proyección donde el planeta dejaría de tener sus polos helados, lo que llevaría a la desaparición de las zonas de las costas de hoy en día. A su vez, la superficie del océano ha estado disminuyendo su pH, como se puede observar en la Figura 36, lo que ocasiona un daño recurrente al ecosistema de los manglares.

**Figura 36** pH de la superficie del océano global



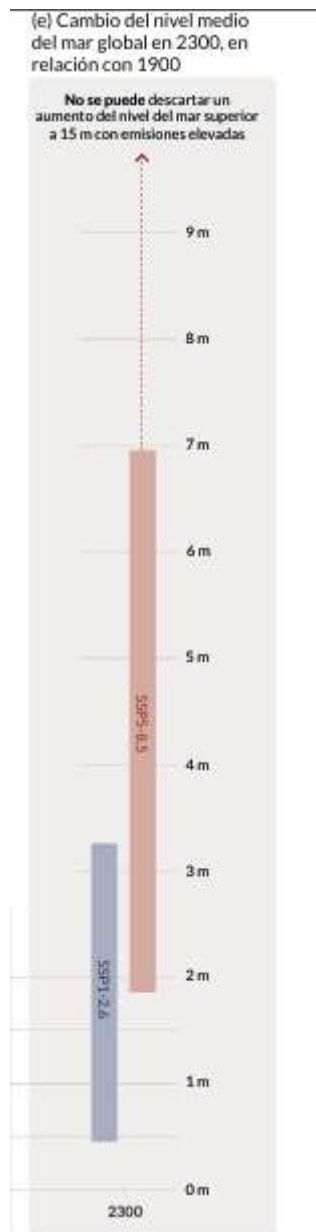
**Nota.** Extraído de Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (2021)

**Figura 37** Cambio del nivel del mar



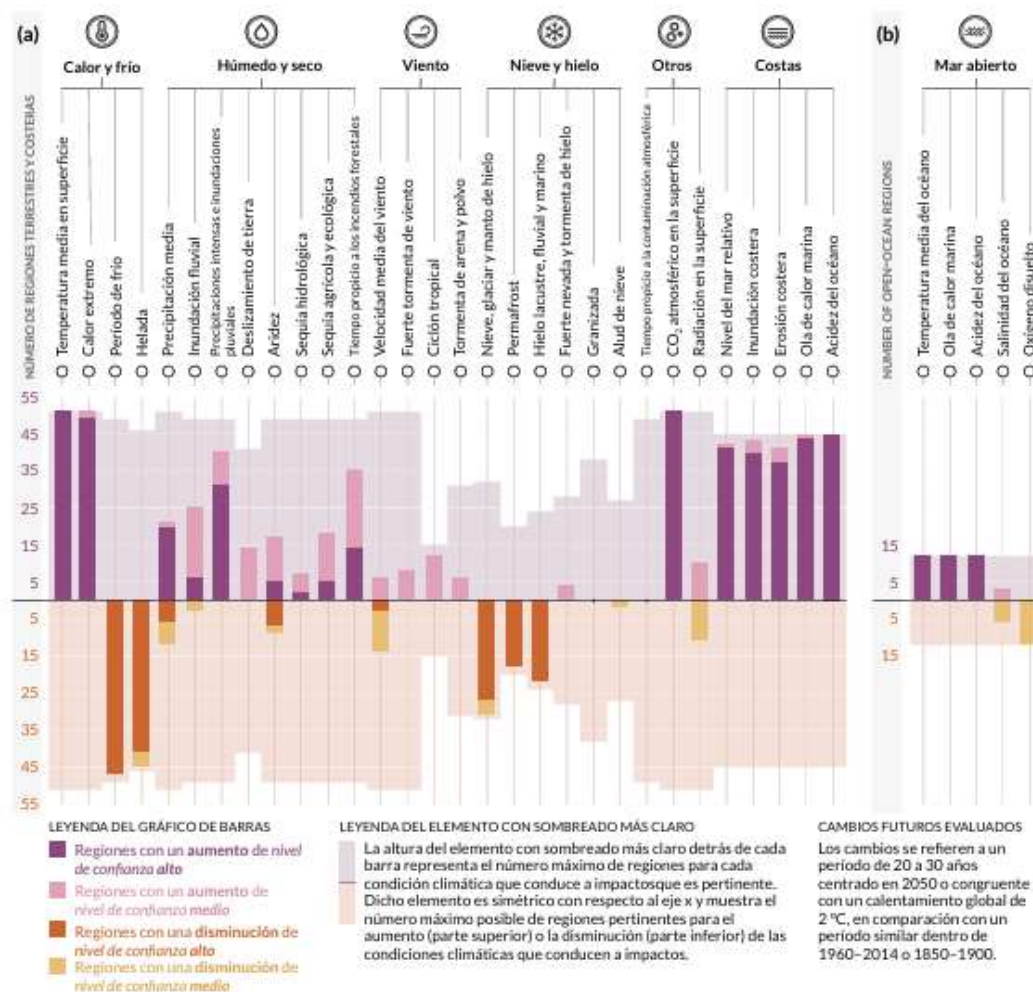
**Nota.** Extraído de Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (2021)

**Figura 38** Aumento del nivel del mar con proyección hasta 2300



**Nota.** Extraído de Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (2021)

**Figura 39** Impacto en las costas según un escenario de cambio climático actual



**Nota.** Extraído de Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (2021)

Estos últimos gráficos y muestreos (figuras 37, 38 y 39), indican elementos fundamentales e importantes, se agrupan para dar finalización correlativa a los elementos y documentos que han sido evaluados, en virtud de ello, se tiene que el nivel medio global del mar, se ha elevado de forma acelerada desde los años 1900, con un aumento estimado de 20 cm en el siglo XX, y una aceleración en las últimas décadas, se espera que para el año 2100 existan un cambio de 0,28 m en el mejor de los casos, y 1 m siendo esto dependiente de las emisiones de gases de efecto invernadero, a su vez, para los manglares, esto significa un ascenso anual de entre 2,8 a 3,6 mm, lo que se ha constatado con los informes de INOCAR de un solo mes, haciendo que los manglares experimenten inundaciones más frecuentes y prolongadas. Los mapas del IPCC de distribución del aumento del nivel del mar evidencian que la costa del Pacífico tropical es una zona particularmente vulnerable.

Por su parte, se evidencia que los mares absorben una cantidad importante de CO<sub>2</sub>, lo que produce una acidificación y cambios importantes en el pH, reduciendo el mismo desde 7,6 (actual), hasta un 4 u 5, siendo escenarios muy peligrosos para las especies de fauna y flora de la región y arriesgando la vida de miles de personas que se benefician de los sistemas ecológicos de los manglares en Ecuador, esto particularmente, ya que los organismos calcificadores como los moluscos, crustáceos y algunos peces, quienes son clave en la economía pesquera de la región, se ven afectados enormemente, a su vez, el aumento de la salinidad en estuarios de Guayas y El Oro, como se ha evidenciado, debilitan las plántulas del mangle rojo, lo que reduce su regeneración natural y promueve el estrangulamiento costero.

Finalmente, con toda la información existente que se posee hasta ahora sobre las especies de fauna y flora que han tenido un cambio de hábitat, dentro de los manglares, y cuáles han sido sus causas, su cambio dentro del entorno ecosistemático y su desplazamiento, teniendo en cuenta, que esto es solo una aproximación documentada, dentro de la realidad, esto puede variar de forma considerable, y generar cambios estructurales importantes en el sistema ambiental que poseen los manglares en el país (Tabla 14).

**Tabla 14** Especies afectadas por los cambios en los Manglares en Ecuador

Especie	Tipo	Provincias donde habita	Zona específica	Cambio en hábitat	Desplazamiento o cambio ecológico
<i>Rhizophora mangle</i> (Mangle rojo)	Vegetal	Todas (principalmente Guayas y El Oro)	Zonas bajas inundables del estuario	Reducción por salinidad excesiva y erosión costera	Migración limitada hacia zonas interiores con menor inundación
<i>Avicennia germinans</i> (Mangle negro)	Vegetal	Esmeraldas, Manabí	Áreas con mayor salinidad y suelos secos	Estabilidad relativa, aunque presión por fragmentación	En algunas zonas ha expandido ligeramente en reemplazo del mangle rojo
<i>Laguncularia racemosa</i> (Mangle blanco)	Vegetal	Manabí, Guayas	Laderas interiores y zonas de transición	Aumento en áreas donde retrocedió el mangle rojo	Oportunista; ha ganado espacio en áreas degradadas
<i>Ucides occidentalis</i> (Cangrejo rojo)	Animal	Guayas, El Oro, Manabí	Suelos blandos de marea y raíces de manglar	Disminución severa por pérdida de refugios naturales	Reducción de poblaciones, desplazamiento a zonas protegidas
<i>Litopenaeus vannamei</i> (Camarón blanco silvestre)	Animal	Costa ecuatoriana	Estuarios y canales de marea	Contaminación y alteración de hábitats naturales	Desplazamiento parcial; competencia con camaróneras intensivas
<i>Ardea alba</i> (Garceta grande)	Ave	Todas, más común en Esmeraldas	Árboles de manglar y bancos de arena	Disminución de zonas de anidación	Reducción de avistamientos, desplazamiento hacia zonas con

Especie	Tipo	Provincias donde habita	Zona específica	Cambio en hábitat	Desplazamiento o cambio ecológico
<i>Sterna hirundo</i> (Gaviotín común)	Ave migratoria	Guayas, Esmeraldas	Playas y llanuras de marea	Vulnerabilidad por subida del mar e inundación	menor perturbación Cambios en patrones migratorios, menor permanencia
<i>Egretta thula</i> (Garcita nívea)	Ave	Guayas, Manabí	Zonas mixtas de agua salobre y dulce	Alteración del equilibrio trófico	Menor frecuencia en áreas urbanizadas
<i>Boa constrictor</i> (Boa terrestre)	Reptil	Esmeraldas, El Oro	Terrenos pantanosos cercanos a manglares	Pérdida de cobertura vegetal y aislamiento de hábitats	Desplazamiento hacia zonas más alejadas de influencia humana
<i>Iguana iguana</i> (Iguana verde)	Reptil	Manabí, Guayas	Manglares interiores y arbustos costeros	Disminución de áreas de reproducción	Fragmentación del hábitat, baja movilidad

**Nota.** Elaboración propia.

## DISCUSIÓN

Los documentos revelan una evidencia empírica alarmante y significativa, partiendo de las proyecciones climáticas que sitúan a los manglares ecuatorianos en una zona de confluencia de presiones, por un lado, un empuje constante del cambio de uso del suelo en una franja costera, y por el otro, la aceleración de procesos físicos marinos-costeros, asociados al calentamiento global constante. Esto deriva en la combinación de ambos factores, que no redefine satisfactoriamente la extensión del manglar, sino que tensiona su estructura y su conectividad interna y su papel como agente de refugio de la biodiversidad ecuatoriana (Pernía, Mero, Cornejo, & Josué, 2019).

La evidencia cartográfica y estadística nacional muestra que la deforestación, con ritmos y focos distintos en el tiempo, ha estado dominada por conversiones hacia matrices productivas, incluidas la agropecuaria, la acuicultura y determinadas plantaciones, lo que en el litoral se traduce históricamente en presiones sobre humedales y estuarios donde se asientan los manglares, ya que, en términos de los vectores y elementos estudiados, implica que el 99% de las áreas que fueron deforestadas entre 1990 y 2018, se utilizan para fines agropecuarios, de acuicultura y plantaciones forestales, mientras que solo el 1% restante se basó en asentamientos humanos, un patrón que sigue en 2018 hasta el 2020, argumentando que este comportamiento resume los tránsitos de cobertura reiterados, se convierte en un término que es coherente con la lectura cualitativa de expansiones camaroneras y reacomodos de cultivos más rentables en las planicies costeras, donde el manglar compite por espacio con usos de mayor intensidad de capital, resaltando lo expresado por Acosta (1961), desde hace un tiempo considerable, siendo uno de los lugares de aprovisionamiento de manera para Guayaquil, por ejemplo.

Dentro de las escalas de los mapas y series históricas de cobertura, se permite verificar transformaciones persistentes, identificando a Esmeraldas y Manabí, como territorios de mayor deforestación en todos los periodos, mientras que las provincias de menores bosques entran algunas que no poseen mangle, esto demuestra la importancia de las áreas dentro del esquema arbóreo de Ecuador (Vélez & Álvarez, 2020).

Ahora, se resalta a su vez, la eficiencia relativa del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, con un menos del 7% de la deforestación total del país, y donde entran varias zonas de Esmeraldas, Guayas y El Oro, con presencia activa de Mangles que deben recuperarse, para el año 2022, el país contabiliza 12,13 millones de hectáreas

de bosque natural, con un total de 149.028 ha clasificadas como manglar, y cerca de la mitad del bosque nacional bajo algún estatus de conservación, un dato relevante cuando se piensa en corredores costeros que articulen manglares con remanentes de bosque seco o húmedo de piedemonte (MAATE, 2024; Carvajal & Santillán, 2019).

Ahora, al abordar el suelo perfilado como el “dónde y cómo” de la presión antrópica, el plano climático delimita el “hasta cuándo” de la resiliencia geomorfológica del manglar, esto a través de las distintas proyecciones probadas del IPCC (AR6), que confirman un calentamiento real del sistema climático, con respecto a los años de 1850 y 1900, con un mayor incremento en los continentes que sobre los océanos y con un ascenso probado del nivel medio del mar, que se ve escalando de siglo a siglo, en cualquiera de los escenarios propuestos, pero que se mantiene dentro de un esquema de cola, significativamente preocupante (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, 2021; ONU REDD, 2014).

El propio Resumen para responsables de políticas introduce, por primera vez, proyecciones construidas con restricciones observacionales para temperatura, contenido de calor oceánico y nivel del mar, lo que reduce incertidumbres estructurales y endurece el mensaje sobre exposición litoral, para niveles prácticos, los estuarios ecuatorianos, están a deriva del nivel del mar, combinando este hecho con una tasa alta de locales para su subsistencia y las barreras físicas que se encuentran presentes en las zonas terrestres (diques, vías, rellenos, fincas y camaroneras), se configura escenarios de “atrapamiento costero” en los que el manglar no puede migrar tierra adentro al ritmo requerido (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, 2021).

Seguidamente, otro hecho de extrema preocupación es la acidificación oceánica proyectada y el aumento de la salinidad superficial en regiones tropicales, a su vez, añaden estrés fisiológico adicional sobre larvas y juveniles de moluscos y crustáceos, desplazando funciones tróficas clave del ecosistema, en conjunto, la física del sistema, desde el calentamiento, ascenso del mar y los cambios en el pH, asociando a su vez, los eventos extremos compuestos, no solo erosionan la base biofísica de los manglares, sino que comprimen sus ventanas de adaptación y la presión por un cambio por su supervivencia no se da (Santillán & Rosero, 2019) .

No obstante, el propio monitoreo nacional deja ver que la dinámica de cambio no es lineal ni unidireccional, a pesar de la existencia de frentes activos de recuperación, pero en el caso de los manglares, se tiene que las tasas y trayectorias de recuperación suelen ser más sensibles a las alteraciones hidrosedimentológicas y a

la continuidad del gradiente salino; un canal relleno o un dique que rompe la frecuencia de inundación por mareas puede inhibir, por décadas, el reclutamiento de plántulas aun si el uso antrópico cesa, de ahí que la cifra de “manglar” en 2022 (149.028 ha) deba leerse en contexto: la clase “manglar” se incorpora explícitamente a la leyenda de coberturas en 2020, lo que mejora la trazabilidad reciente pero limita las comparaciones directas hacia atrás en el tiempo; antes, los manglares podían quedar subsumidos en categorías más generales de bosque natural o humedal (Carvajal & Santillán, 2019).

Esta discontinuidad, en conjunto con los cambios metodológicos (migración a plataformas de procesamiento como SEPAL, y mejoras en control de calidad y evaluación de exactitud), permite explicar por qué la interpretación histórica del manglar exige triangular con otras fuentes o con análisis específicos de humedales (López, 2020).

Sobre el terreno, los resultados avalan una lectura de “riesgo dual”: allí donde el mosaico productivo costero es más denso y la huella vial más capilar, el manglar enfrenta simultáneamente pérdidas por sustitución directa (rellenos, piscinas de acuicultura, asentamientos) y por desconexión hidrológica (canales, bordes rígidos), a lo que se superponen forzantes climáticas que elevan el nivel de base de las mareas, intensifican episodios de precipitación extrema o sequías y reconfiguran la química del agua (Santillán & Rosero, 2019; Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, 2021).

Las cifras de efectividad relativa dentro del SNAP sugieren que mantener y ampliar cinturones de protección en estuarios estratégicos (donde el gradiente de salinidad y la conectividad mareal son más sensibles) genera “espacios de maniobra” ecológicos para la migración del manglar, en ausencia de esa preservación espacial, el sistema tiende a perder redundancia funcional: se empobrecen los bordes de transición con bosques ribereños, disminuye la heterogeneidad microtopográfica y se fragmentan las unidades de reclutamiento, con consecuencias directas sobre la biodiversidad dependiente (MAATE, 2024).

Así, es necesario anclar todo el enfoque a los márgenes de la incertidumbre propia de las advertencias metodológicas y de las propias fuentes, por ejemplo, el IPCC recuerda que, aunque se han fortalecido las restricciones observacionales y mejorado la representación de los procesos en CMIP6, hay discrepancias regionales, como se observa en el mapa de precipitaciones, ya que son muy pocos los países con información verificable y no puede descartarse la materialización de desenlaces de

baja probabilidad y alto impacto, incluyendo de forma categórica, los incrementos abruptos de contribuciones glaciares al nivel del mar, que elevarían la exposición de llanuras de marea como las ecuatorianas.

Estas son advertencias que se suman a una discontinuidad observada sobre el monitoreo nacional para la clase “manglar”, obligando a interpretar de forma prudente otros datos necesarios, y priorizar medidas más robustas bajo el principio de incertidumbre, proteger y restaurar gradientes hidrológicos, asegurar franjas de retroceso para la migración tierra adentro, y contener la expansión de usos rígidos en los corredores estuarinos.

La evidencia sugiere que allí donde el país ha logrado sostener figuras de conservación estricta y mantener la conectividad hidrológica, el manglar resiste mejor el “empuje” del nivel del mar y el estrés térmico-químico; en cambio, donde la matriz productiva consolidó barreras físicas y fragmentó la planicie mareal, los impactos climáticos encuentran ecosistemas con menor holgura adaptativa (Acosta, 1961; MAATE, 2024; Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, 2021; Carvajal & Santillán, 2019). La agenda de investigación y gestión debería, por tanto, concentrarse en tres frentes: (i) cartografiar finamente la hidrodinámica estuarina y sus puntos de estrangulamiento antrópico; (ii) blindar y expandir cinturones de protección en estuarios con alta biodiversidad y valor pesquero; y (iii) alinear instrumentos de ordenamiento territorial con la necesidad de “espacios de migración” para el manglar, reconociendo que el ascenso del mar no se negocia, pero sí puede amortiguarse si se libera el gradiente tierra adentro.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

- Los manglares de Ecuador, están distribuidos principalmente en Esmeraldas, Manabí, Guayas y El Oro, albergando una riqueza biológica significativa y singular de la región, conformada por especies como *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*, así como fauna de importancia ecológica y económica, entre ellos crustáceos, peces, aves y reptiles, sin embargo, existe una disminución sostenida, motivada por la deforestación, su fragmentación ecológica y la presión de actividades productivas, esta situación ha generado pérdida de hábitats críticos, alterando así la cadena trófica y la reducción de los servicios ecosistémicos que sostienen a las comunidades costeras.
- El ascenso progresivo sobre el nivel del mar constituye una amenaza directa para la estabilidad de los manglares, evidenciando a partir de que el aumento en la salinidad de los suelos y aguas, así como una mayor frecuencia de inundaciones, afectan la regeneración natural y promueve de forma activa la migración forzada de especies vegetales y animales al interior, donde muchas veces se encuentran barreras físicas que limitan su desplazamiento. Los manglares ubicados en zonas bajas de Guayas y El Oro son los más expuestos, mientras que Esmeraldas mantiene mayor estabilidad relativa por conservar una cobertura más continua.
- Se ha observado la existencia de una correlación cualitativa entre la biodiversidad y las variaciones climáticas provocadas por el calentamiento global y el ascenso del nivel del mar, esto se traduce en la disminución de especies sensibles, la mortalidad de las plántulas y los desplazamientos de fauna, que confirman que el cambio agrava sus estados naturales, de este modo, se sabe que la biodiversidad de los manglares no solo está comprometida en su dimensión ecológica, sino también en su aporte a la economía local, como la pesca artesanal y el turismo comunitario. Por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa.
- A pesar de las iniciativas de restauración ecológica y programas comunitarios de reforestación de manglar, estos resultan aún insuficientes para revertir el deterioro acumulado, teniendo Ecuador un marco legal que respalda la protección de los manglares, pero cuya aplicación es desigual, y la falta de coordinación interinstitucional limita su efectividad.

## RECOMENDACIONES

- Fortalecer el monitoreo permanente de la cobertura de manglares y de los indicadores de variación del nivel del mar, utilizando imágenes satelitales, estaciones mareográficas y registros locales, a fin de contar con información actualizada para la toma de decisiones.
- Ampliar los programas de restauración ecológica en zonas críticas de Guayas y El Oro, priorizando la recuperación de corredores biológicos que permitan mantener la conectividad entre parches de manglar y su migración frente al ascenso del mar.
- Incorporar un enfoque de adaptación al cambio climático en las políticas de manejo costero, promoviendo soluciones basadas en la naturaleza y evitando construcciones rígidas que bloqueen la expansión natural del ecosistema.
- Impulsar la educación ambiental y la participación comunitaria, fortaleciendo el rol de pescadores, recolectores y habitantes locales como guardianes del manglar, e integrando beneficios económicos sostenibles, como el ecoturismo y la pesca responsable.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, M. (1961). Los Manglares de Ecuador. *Revista geográfica*, 1(1), 69-88.
- Camacho, A., Herrera, J., Caamal, J., Teutli, C., ., & . (2021). Influencia de la salinidad en el almacén y flujos de carbono en manglares de franja de una zona cárstica. *Revista Madera y Bosques*, 27(4), 1-16. doi:10.21829/myb.2021.2742426
- Cámara Nacional de Pesquería. (8 de marzo de 2024). Condiciones Oceanográficas costeras durante febrero 2024. Obtido de <https://n9.cl/i9phe>
- Carvajal, R., & Santillán, X. (2019). *Plan Nacional de Conservación de los Manglares del Ecuador Continental* . Ministerio del Ambiente.
- García, N. (2024). *Efectos de la presencia de plástico en el ecosistema manglar de la comuna Palmar, provincia de Santa Elena*. [Trabajo de Grado, Universidad Estatal Península de Santa Elena], Repositorio Institucional UEPSE. Obtido de <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/11789>
- Gómez, P. (2024). Impactos negativos y positivos del cambio climático sobre los manglares: las dos caras de una costosa moneda. *Revista Madera y Bosques*, 30(4), 1-18. doi:<https://doi.org/10.21829/myb.2024.3042623>
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. (2021). *Cambio Climático 2021 bases física Resumen para responsables de políticas*. Suiza: IPCC.
- Hernández, S., Fernández, C., & Baptista, L. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta ed.). México D.F.: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. Obtido de <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
- Hoyos, R., Urrego, L., & Lema, Á. (2024 (2013)). Respuesta de la regeneración natural en manglares del Golfo de Urabá (Colombia) a la variabilidad ambiental y climática intra-anual. *Revista de Biología Tropical*, 61(3), 1445-1461.
- INOCAR. (20 de agosto de 2025). *Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada*. Obtido de INOCAR: <https://inocar.mil.ec>
- IUCN. (19 de Agosto de 2025). *IUCN Red List*. Obtido de IUCN: <https://www.iucnredlist.org>

- Jurado, D. (2025). *Efecto del estrés calórico en productividad de cerdas gestantes en el trópico ecuatoriano*. [Trabajo de Grado, Universidad Técnica de Babahoyo], repositorio institucional UTB. Obtido de <https://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/18129>
- López, F. (2020). Monitoreo Comunitario y participativo de los Manglares bajo acuerdos de Uso y Custodia de Manglar en Ecuador. *Investigatio*, 1(1), 27-37. doi:<https://doi.org/10.31095/investigatio.2020.24.3>
- Luquez, J., Eyherabide, G., & Petigrosso, L. (2023). Tolerancia a la salinidad del suelo en especies de interés agronómico: Importancia de su estudio en el contexto de cambio climático. *Nexos*(34), 12-19.
- MAATE. (2024). *El estado Actual de los Bosques en el Ecuador Continental 1990-2022*. Quito-Ecuador.
- Macías, M., Galvis, W., Molina, N., ., ., & . (2023). Diversidad de la araneofauna de los manglares del Ecuador. Proyecto “Manglares del Ecuador: Un estudio integrado entre la academia y los saberes ancestrales. *Revista Siembra*, 10(3), 1-15. Retrieved from <https://www.redalyc.org/journal/6538/653875627012/html/>
- Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (2024). *Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático*. MAATE. Obtido de <https://www.adaptacioncc.com/sites/default/files/2023-03/PNA%202022%20Ecuador.pdf>
- ONU REDD. (2014). *Árboles y Arbustos de los Manglares del Ecuador*. ONU.
- Ordóñez, M. (2024). *Impacto de las prácticas empresariales en el medio ambiente y su vulneración a los derechos humanos: Caso de Estudio: Acción de Protección de la empresa MARMEZA en el año 2015*. [Tesis de Grado, Universidad de Azuay], Repositorio Azuay.
- Pernía, B., Mero, M., Cornejo, X., & Josué, Z. (2019). Impactos de la contaminación sobre los manglares de Ecuador. *Manglares de América*, 1(1), 423-466.
- Rivas, S. (2025). *Estrategias aplicadas por parte del Gobierno Regional de Lambayeque en la mitigación del impacto del cambio climático de acuerdo a lo regulado en la Ley 30754*. [Trabajo de Grado, Universidad Señor de Sipán], Repositorio USS. Obtido de <https://hdl.handle.net/20.500.12802/15041>

- Sacheri-Viter, K., Fernández, J., Molina, N., & Andrade, D. (2022). Primer estudio de dos especies de aspergillus aisladas de bosques de manglar en Ecuador. *LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida*, 35(1), 20-32.
- Sandoval, D., & Castrillo, C. (2025). Calidad de agua marina para la sostenibilidad de Golfos de zonas tropicales, una revisión bibliográfica. *Revista Científica Agua y Conocimiento*, 6(1), 3-23. Obtido de <https://revistas.unan.edu.ni/index.php/RevAgua/article/view/5085>
- Santillán, X., & Rosero, P. (2019). Proceso histórico de creación del PPlan de Acción Nacional para la conservación de los manglares de Ecuador continental como herramienta de gestión. *Primer Congreso de Manglares de América*. Guayaquil.
- Torres, R. (8 de septiembre de 2023). *Servir Amazonia*. Obtido de Monitoreo de Manglares en el Ecuador: <https://www.storymaps.arcgis.com>
- UTPL. (08 de octubre de 2024). *Impacto del cambio climático en el desarrollo sostenible de Ecuador*. Obtido de <https://noticias.utpl.edu.ec/impacto-del-cambio-climatico-en-el-desarrollo-sostenible-de-ecuador>
- Vélez, D., & Álvarez, J. (2020). Clasificación de usos y cubiertas del suelo y análisis de cambios en los alrededores de la Reserva Ecológica Manglares Churute (Ecuador) mediante una serie de imágenes Sentinel-1. *Revista de teledetección*, 1(1), 131-146.