



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

TÍTULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

**CARACTERIZACIÓN DE LAS ZONAS DE FORRAJEO DE TORTUGAS
MARINAS EN LA RESERVA PUNTILLA DE SANTA ELENA (REMACOPSE).**

AUTOR

Beatriz Virginia Ladines Villamar

TRABAJO DE TITULACIÓN

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

TUTOR

Blga. Erika A. Salavarría Palma, Ph.D.

Santa Elena, Ecuador

Año 2025

DEDICATORIA

A mi familia,
por ser mi raíz, mi fuerza y mi refugio constante.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por brindarme la fuerza y la perseverancia necesarias para culminar las metas propuestas.

A mi padre, Jorge Ladines, quien desde el cielo me acompaña y protege, como siempre lo hizo durante su vida terrenal. A mi madre, Zoila Villamar, por su amor incondicional y por estar siempre a mi lado en los momentos más difíciles. A mi esposo, William Delgado, y a mis hijos, Daniela y Emilio, por su paciencia, comprensión y por ceder su valioso tiempo familiar para apoyarme en este camino de superación profesional.

Agradezco profundamente a mis compañeros de investigación de campo: Freddy Salinas, Anderson Velasco, Jennifer Montoya, Héctor Rodríguez, Manuel Panchana, José Caiza, José de la Cruz, John Mosquera, Gabriel Merejildo, Stephany Oyola y Francisco Marín. A nuestra querida Erika Amores, por su entrega y apoyo constante en el área administrativa de los proyectos.

Al equipo de posgrado de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, especialmente a mi tutora, la Blga. Erika Salavarría Ph.D., por su acompañamiento académico y humano durante todo el proceso.

A las organizaciones WildAid Ecuador, Conservación Internacional y la Cooperación Alemana, por su valioso aporte presupuestario.

APROBACIÓN DEL TUTOR

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 Beatriz Virginia Ladines Villamar, como requerimiento para la obtención del título de Magíster en Biodiversidad y Cambio Climático.

TUTOR

Erika A. Salavarría Palma, Ph.D.

30 días del mes de junio del año 2025.

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Econ. Roxana Álvarez Acosta, PhD.

**COORDINADORA DEL
PROGRAMA**

PhD. Erika Salavarría Palma.

TUTOR

MSc. Richard Duque Marín.

ESPECIALISTA 1

PhD. María Herminia Cornejo R.

ESPECIALISTA 2

Ab. María Rivera González, Mgtr.

SECRETARIA GENERAL

AUTORIZACIÓN DERECHOS DE AUTOR

Yo, **Beatriz Virginia Ladines Villamar**

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 30 días del mes de junio del año 2025

EL AUTOR

Blga. Beatriz V. Ladines Villamar

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Beatriz Virginia Ladines Villamar**

DECLARO QUE:

El trabajo de Titulación, **CARACTERIZACIÓN DE LAS ZONAS DE FORRAJEО DE TORTUGAS MARINAS EN LA RESERVA PUNTILLA DE SANTA ELENA (REMACOPSE)**, 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 30 días del mes de junio del año 2025

EL AUTOR

**Blga. Beatriz Virginia Ladines
Villamar**

INDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO	III
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	IV
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	V
AUTORIZACIÓN DERECHOS DE AUTOR	VI
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
RESUMEN	XII
ABSTRACT	XIII
INTRODUCCIÓN	14
PROBLEMÁTICA	16
JUSTIFICACIÓN	16
OBJETIVOS	19
Objetivo General.....	19
Objetivos Especificos	19
HIPÓTESIS	19
MARCO TEÓRICO	20
Antecedentes	20
Marco conceptual	26
Características generales de las tortugas marinas.....	26
Vida migratoria.....	28
Importancia ecológica.....	28
Las zonas de forrajeo	29
Características externas de <i>Chelonia mydas</i>	31
Características externas de <i>Eretmochelys imbricata</i>	33
Características externas de <i>Lepidochelys olivácea</i>	36
Características externas de <i>Dermochelys coriacea</i>	39
MATERIALES Y MÉTODOS	41
Área de estudio.....	41
Diseño y enfoque de la investigación.....	43
Metodología para levantamiento de información (Trabajo de campo).....	44
Selección de sitios de monitoreo, mediante prospecciones preliminares.....	44
Observación directa mediante técnica de arrastre (<i>manta-tow</i>)	45
Descripción morfométrica y demográfica de las tortugas marinas, mediante la observación directa por buceo de profundidad	47
Identificación de las especies de tortugas marinas	48
Registro de parámetros ambientales	50

Procesamiento y análisis de la información	51
Revisión de data, archivos multimedia y redacción	52
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	53
Resultados.....	53
Identificación de los sitios de forrajeo	53
Comportamiento de los quelonios dentro de los sitios de forrajeo.....	55
Selección de unidades de muestreo para caracterización de las zonas de forrajeo de tortugas marinas	56
Caracterización del bajo Tortuga.....	57
Mapeo del Hábitat	57
Análisis morfométrico y demográfico de las tortugas marinas en el bajo Tortuga.....	60
Caracterización del bajo Aquapark.....	62
Mapeo del hábitat.....	63
Descripción Morfométrica y demográfica de las tortugas marinas en el bajo Aquapark	66
Discusión	69
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	73
Conclusiones.....	73
Recomendaciones.....	74
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	77
ANEXOS	91
CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO	95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Superficie de fondos marinos de la Reserva de Producción de Fauna Marina Costera Puntilla de Santa Elena	43
Tabla 2 Densidad promedio (\pm DE) de grupos bentónicos registrados en el Bajo Tortuga.	58
Tabla 3 Densidad promedio de (\pm DE) de grupos bentónicos registrados en el Bajo Aquapark	63
Tabla 4 Formato de registro de datos mapeo de hábitat	93
Tabla 5 Tabla de datos sobre las tortugas marcadas y codificadas con TAG y sus datos morfométricos y demográficos	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1 <i>Chelonia mydas</i> (Linnaeus, 1758)	31
Ilustración 2 <i>Erectmochelys imbricata</i> (Linnaeus, 1766).....	33
Ilustración 3 <i>Lepidochelys olivacea</i> (Eschscholtz, 1829).....	36
Ilustración 4 <i>Dermochelys coriacea</i> (Eschscholtz, 1829)	39
Ilustración 5 Mapa de ubicación geográfica de la Reserva de Producción de Fauna Puntilla de Santa Elena y zona de amortiguamiento.....	42
Ilustración 6 Indicaciones para el mapeo de hábitat en una profundidad fija.....	46
Ilustración 7 Claves gráficas para la identificación de las especies de tortugas marinas	50
Ilustración 8 Mapa de ubicación de las zonas de prospección.....	54
Ilustración 9 Mapa de ubicación de los sitios de forrajeo caracterizados	57
Ilustración 10 Registro fotográfico de las actividades realizadas.	91

RESUMEN

La caracterización e identificación de las zonas de forrajeo de tortugas marinas en áreas protegidas es esencial para el diseño de estrategias de conservación basadas en evidencia científica. En la Reserva de Producción de Fauna Marina Costera Puntilla de Santa Elena (REMACOPSE), Ecuador, se realizó la presente investigación que integró prospección de zonas propicias para forrajeo, censos visuales estandarizados, caracterización bentónica y análisis multivariado para determinar los factores que influyen en la presencia de tortugas marinas. Se priorizaron dos bajos rocosos: Tortuga y Aquapark. En el primero se registró la mayor abundancia relativa (0,775 ind/h), con presencia dominante de macroalgas pardas, mientras que el segundo mostró baja cobertura algal y mayor complejidad estructural, sin evidencia clara de forrajeo. La especie mayormente registrada fue *Chelonia mydas*.

El análisis de correspondencia canónica (CCA) reveló que la salinidad fue la variable ambiental más influyente en la distribución de las tortugas, seguida de la temperatura superficial del mar. Las fechas y sitios de forrajeo con mayor densidad de avistamientos coincidieron con condiciones de salinidad elevadas, lo que sugiere una posible preferencia de la especie por estos escenarios oceanográficos, posiblemente acordes por variaciones climáticas ocasionados por eventos interanuales como El Niño. No se revelaron diferencias estadísticamente significativas en la abundancia entre sitios (ANOVA, $p > 0,05$), sin embargo, las tendencias apuntan a un uso preferencial del Bajo Tortuga como zona de alimentación activa. La población registrada estuvo conformada por un 67 % de adultos y un 33 % de juveniles, con proporciones sexuales equilibradas, y comportamientos de nado y descanso principalmente.

Los resultados de este estudio proporcionan una línea base para el monitoreo a largo plazo de hábitats críticos y refuerzan la necesidad de extender el esfuerzo temporal, aplicar técnicas como marcaje y recaptura a largo plazo, y fortificar la integración de variables ambientales en los modelos de distribución. Incluir estos sitios en la zonificación oficial de manejo de la REMACOPSE, las medidas de manejo para esta especie migratoria serían mayormente efectivas.

Palabras clave: REMACOPSE, zonas de forrajeo, tortugas marinas, caracterización.

ABSTRACT

Characterizing and identifying marine turtle foraging grounds within protected areas is essential for designing conservation strategies grounded in scientific evidence. In the Fauna Marina Costera Puntilla de Santa Elena (REMACOPSE), Ecuador, this study combined the prospection of potential foraging sites, standardized visual censuses, benthic characterization and multivariate analysis to determine the factors influencing marine turtle presence. Two rocky banks were prioritized: Tortuga and Aquapark. At Tortuga Bank the highest relative abundance was recorded (0.775 ind/h), with a dominant cover of brown macroalgae; by contrast, Aquapark exhibited low algal cover and greater structural complexity, without clear evidence of foraging. The most frequently observed species was *Chelonia mydas*.

Canonical correspondence analysis (CCA) revealed salinity as the most influential environmental variable affecting turtle distribution, followed by sea surface temperature. Dates and locations with the highest sighting densities coincided with elevated salinity conditions, suggesting a possible species preference for these oceanographic scenarios, perhaps linked to interannual climatic variations such as El Niño. No statistically significant differences in abundance were found between sites (ANOVA, $p > 0.05$); however, trends indicate a preferential use of Tortuga Bank as an active feeding area. The recorded population consisted of 67 % adults and 33 % juveniles, with balanced sex ratios and predominantly swimming and resting behaviors.

The results of this study provide a baseline for long-term monitoring of critical habitats and underscore the need to extend temporal sampling effort, implement long-term mark-recapture techniques, and strengthen the integration of environmental variables into distribution models. Including these sites in REMACOPSE's official management zoning would render management measures for this migratory species far more effective.

Keywords: REMACOPSE, *foraging areas, sea turtles, characterization*

Tema

CARACTERIZACIÓN DE LAS ZONAS DE FORRAJEO DE TORTUGAS MARINAS EN LA RESERVA PUNTILLA DE SANTA ELENA (REMACOPSE).

INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas marinos han sufrido una grave pérdida de biodiversidad en todo el mundo, y un tercio de la megafauna marina, altamente migratoria se encuentra actualmente en riesgo de extinción (Pepper, 2021). Esta megafauna incluye las tortugas marinas que tienen amplia distribución y son capaces de habitar en varias áreas durante su ciclo de vida, con acceso a diferentes recursos (Jones, 2002; Larmonth, 2006). Estas características conducen a una mayor exposición a las amenazas antrópicas como la pesca, sobrepesca, contaminación, degradación del hábitat y cambio climático (Albouy, 2017). Por lo tanto, la caracterización de estos ecosistemas constituye un aporte para la biología de la conservación de estas especies.

Las tortugas marinas se desplazan entre áreas de forrajeo y zonas de anidación (Huerta, 2017). Estos organismos poseen un ciclo de vida complejo, con baja fecundidad, madurez retrasada y agregados espacialmente durante fases particulares de su ciclo de vida (Lewison *et al.*, 2014; Sequeira *et al.*, 2019), siendo susceptibles a la extinción. Existen siete especies de tortugas marinas en el mundo, en el Pacífico Oriental se encuentran importantes áreas de forrajeo y sitios de anidación de cuatro de ellas: la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*), la tortuga laúd (*Dermochelys coriácea*), la tortuga verde (*Chelonia mydas*) y la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*). Estas especies muestran conexiones características en el uso del hábitat entre Centro América, las Islas Galápagos y la costa Pacífica de Sudamérica (CIT, 2017).

Las siete especies de tortugas marinas están incluidas en la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN (Eckert *et al.*, 2000), cuatro habitan en el mar territorial del Ecuador: la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) y la tortuga laúd (*Dermochelys coriácea*) están clasificadas como en peligro crítico de extinción, mientras que la tortuga verde (*Chelonia mydas*) y la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) se encuentran en la categoría de peligro de extinción (UICN, 2024).

A nivel regional, se ha identificado que las poblaciones más reducidas han alcanzado índices de recuperación (MAAE, 2020). Esta tendencia se debe a los esfuerzos de conservación en los últimos años, convirtiéndose en un objeto de estudio muy desafiante para muchos investigadores, sobre todo en áreas de agregaciones, sitios de forrajeo y/o descanso (Abella, 2010), quedando estos temas de investigación rezagados en comparación a trabajos que realizan en playas de anidación (Eckert *et al.*, 2000).

En Ecuador se han registrado importantes sitios de descanso y forrajeo para las tortugas marinas, primordialmente frente a las costas de la provincia de Manabí, en la Isla de la Plata, así como en algunos bajos rocosos arrecifales localizados en aguas abiertas frente a la costa de la provincia de Esmeraldas, los cuales han sido identificados como áreas claves para *Chelonia mydas* (Muñoz, 2009). Además, existen estudios sobre la presencia de sitios de forrajeo en otras zonas costeras del país, aunque esta información suele encontrarse en repositorios virtuales de trabajos de pregrado o en reportes aún no publicados. Un ejemplo de ello es el hallazgo de un área importante de forrajeo para *Eretmochelys imbricata* frente a las costas de La Libertad, en la provincia de Santa Elena (Valverde, 2019).

La Reserva de Producción de Fauna Marina Costera Puntilla de Santa Elena (REMACOPSE) está ubicada en el cantón Salinas, provincia de Santa Elena, en la República del Ecuador (MAAE, 2020). Desde el año 2011, en la REMACOPSE se realiza el manejo de los sitios de anidación de tortugas marinas y, aunque el área cuenta con arrecifes rocosos coralinos, que podrían ofrecer condiciones favorables como hábitats de forrajeo y descanso para estas especies, la información sobre el uso de estas zonas por parte de las tortugas marinas sigue siendo inexistente.

La falta de información representa una barrera para la comprensión integral de los patrones de comportamiento de las tortugas marinas y el uso de sitios de descanso y alimentación (Seminoff *et al.*, 2002). En este contexto, surge la interrogante sobre las características ecológicas que presentan las zonas de forrajeo y que son utilizadas por los quelonios marinos en los bajos rocosos de la REMACOPSE.

La caracterización de zonas de forrajeo de tortugas marinas en áreas protegidas constituye una herramienta básica para la biología de la conservación, sobre todo en

ecosistemas costeros poco estudiados. En Ecuador, a pesar de que se han registrado importantes sitios de anidación de tortugas marinas, el conocimiento en las áreas de alimentación es aún limitado (MAATE, 2021) particularmente en la Reserva de Producción de Fauna Marina Costera Puntilla de Santa Elena (REMACOPSE).

Esta investigación tuvo como objetivo caracterizar los sitios de forrajeo de tortugas marinas en la REMACOPSE, estableciendo áreas críticas de conservación. Para lo cual, se identificó la zona de mayor concentración de tortugas marinas, mediante prospecciones preliminares y censos dentro de los límites del área protegida y en la zona de amortiguamiento (Perera, 2020). Bajo esta misma línea de investigación, se levantó información para la comprensión de la estructura del hábitat disponible para las tortugas marinas en el fondo marino, de los sitios seleccionados, mediante la metodología de mapeo de hábitat (Banks, 2016); y, la descripción de la estructura poblacional de tortugas marinas presentes, asociadas al hábitat mediante el método de captura y recaptura, incluyendo edad, tamaño, proporción de sexo y comportamiento (Eckert et al., 2000).

PROBLEMÁTICA

La información sobre los hábitats de forrajeo de tortugas marinas en la Reserva de Producción de Fauna Puntilla de Santa Elena y, en general, a lo largo del perfil costero del Ecuador es limitada. La mayoría de los estudios existentes se han enfocado en la identificación de playas de anidación y en el monitoreo del éxito de eclosión de los neonatos para su manejo y el conocimiento sobre el hábitat marino como las áreas de agregaciones, forrajeo y descanso no se han abordado.

En consecuencia, no existe una línea base publicada que documente los sitios de forrajeo y las especies de tortugas marinas agregadas, las características del hábitat y las amenazas asociadas en la REMACOPSE. Esta carencia limita la capacidad de establecer estrategias de manejo y conservación eficaz, a pesar de la relevancia ecológica que estas zonas representan para la recuperación de las poblaciones de tortugas marinas (Seminoff et al., 2002).

JUSTIFICACIÓN

Las zonas de alimentación son hábitats esenciales para la supervivencia y el mantenimiento de las poblaciones de tortugas marinas, especies que se encuentran

amenazadas en distintos grados a nivel global (Eleanor et al., 2013). Diversos estudios han evidenciado que especies como *Chelonia mydas*, *Caretta caretta*, *Eretmochelys imbricata* y *Natator depressus* presentan un comportamiento filopátrico hacia sus zonas de forrajeo, es decir, regresan constantemente a los mismos sitios de alimentación a lo largo de sus rutas migratorias (Shimada et al., 2019). Comprender estos patrones de uso del hábitat permite desarrollar estrategias de conservación más efectivas y adaptadas a las necesidades ecológicas de cada especie (Wallace et al., 2011).

En el contexto del Pacífico Oriental, las poblaciones de tortugas marinas han experimentado un marcado descenso, como resultado de múltiples amenazas: la captura incidental en pesquerías, la contaminación marina, las colisiones con embarcaciones, y la alteración o degradación de los hábitats costeros (Álvarez-Varas et al., 2022). A pesar de este escenario, existen experiencias exitosas a nivel internacional que demuestran que, mediante acciones de protección específicas, las poblaciones pueden recuperarse. Tal es el caso del incremento en el número de anidaciones de la tortuga carey registrado en Antigua y Barbados, así como en las Islas Salomón, desde que se establecieron medidas de conservación a principios de la década de 1990 (Beggs et al., 2007; Hamilton et al., 2015; Richardson et al., 2006).

En el Ecuador, las tortugas marinas son consideradas especies emblemáticas debido a su importancia ecológica y cultural, además de los retos que implica su conservación. Reconociendo esta situación, el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE) publicó en 2021 una agenda de prioridades de investigación para las tortugas marinas en la costa continental del país. Esta agenda establece como ejes prioritarios la identificación de hábitats clave de alimentación, descanso y migración, con miras a generar información base que sustente decisiones de manejo y conservación hasta el año 2030. Bajo este marco de acciones vinculantes, se establece la necesidad de desarrollar al menos una investigación anual en estos temas, como parte del compromiso del país con convenios internacionales como la Convención Interamericana para la Conservación de las Tortugas Marinas (CIT, 2001).

A nivel local, la Reserva de Producción de Fauna Marino Costera Puntilla de Santa Elena (REMACOPSE) reconoce a las tortugas marinas como valores de conservación

prioritarios, según su plan de manejo vigente. Esta clasificación implica que son especies banderas para la gestión y planificación estratégica del área protegida (MAAE, 2020). Si bien se cuenta con más de 15 años de monitoreo de las playas de anidación en REMACOPSE, existe un vacío significativo respecto al conocimiento de las zonas de alimentación y descanso marinas utilizadas por estas especies, especialmente fuera de los límites actuales de la reserva (CIT, 2024).

En lo que respecta a la caracterización de los bajos rocosos arrecifales, que conforman el ecosistema submarino, con mayor diversidad en todo el mundo y valor ecológico (Fernández, Alvarado, & Nielsen, 2006); estudios sobre corrientes, genética de poblaciones, dispersión larval y reclutamientos de juveniles aportan importante evidencia para entender la conectividad de estos hábitats como refugio para las tortugas marinas (Loaiza, 2007).

Por tanto, el presente estudio es fundamental para complementar la información existente y orientar la implementación de estrategias de conservación más integrales, que incluyan no solo los sitios de anidación, sino también los hábitats marinos utilizados por las tortugas en diferentes etapas de su ciclo de vida. La caracterización de estas zonas permitirá identificar áreas críticas para la alimentación de las tortugas marinas, y respaldar futuras recomendaciones para ampliar o ajustar los límites del área protegida, mejorando su efectividad en la conservación de estas especies amenazadas (Pino, 2025).

OBJETIVOS

Objetivo General

Caracterizar los sitios de forrajeo de tortugas marinas en la Reserva de Producción de Fauna Puntilla de Santa Elena REMACOPSE, mediante monitoreos *in situ*, determinando su distribución espacial asociadas a las zonas de forrajeo.

Objetivos Específicos

Identificar las zonas de mayor concentración de tortugas marinas dentro de la REMACOPSE y su zona de amortiguamiento, mediante prospección preliminar y censos sistemáticos.

Describir la estructura disponible de las zonas de forrajeo utilizando la metodología de mapeo de hábitat.

Analizar la composición poblacional de las tortugas marinas presentes en el sitio de forrajeo seleccionado, mediante la morfometría y demografía de los individuos, considerando su asociación con el hábitat.

HIPÓTESIS

Los patrones de uso de las zonas de forrajeo por tortugas marinas adultas y juveniles (*Chelonia mydas*, *Eretmochelys imbricata* y *Lepidochelys olivacea*) en la Reserva de Producción de Fauna Puntilla de Santa Elena están determinados por la interacción de variables ambientales como el tipo de sustrato, la cobertura de algas, la temperatura y la profundidad, presentando diferencias en la selección del hábitat entre especies y entre etapas de desarrollo.

MARCO TEÓRICO

Antecedentes

La Reserva de Producción Faunística Marino-Costera Puntilla de Santa Elena fue declarada oficialmente mediante Acuerdo Interministerial N°1476 del 23 de septiembre del 2008, por los entonces, el Ministerio del Ambiente y el Ministerio de Defensa Nacional del Ecuador, publicado en registro oficial No. 452 del 23 de octubre de 2008, con una superficie oficial de 173,4 ha en el área terrestre y 47.274,3 ha en el área marina posteriormente sus límites fueron ampliados y rectificadas a 52.231,37 ha de área marina y 203,83 ha de área terrestre, mediante Acuerdo Interministerial No. 005 del 05 de Noviembre de 2012, publicado mediante registro oficial No. 884 del viernes 01 de febrero de 2013 (MAAE, 2020).

Se extiende sobre la punta septentrional de la Península de Santa Elena (cantones Salinas y La Libertad, parroquias Anconcito y José Luis Tamayo). Incluye ecosistemas de aguas costeras someras (hasta 50 m de profundidad) con arrecifes coralinos y rocosos, playas arenosas y mixtas (arena con lajas), acantilados, y zonas ribereñas de mar abierto. Esta zona es de gran riqueza biológica: funciona como corredor costero en el Pacífico Tropical Oriental y protege hábitats críticos para aves marinas, mamíferos marinos y fauna pequeña, además de servir de refugio y reproducción para tortugas marinas (MAAE, 2020).

Desde el año 2012, mediante la aprobación del primer Plan de manejo bajo acuerdo ministerial No. 16 del 16 de febrero del 2012, el área protegida cuenta con una herramienta de gestión técnica, que dirige y orienta la consecución de los objetivos de conservación y sus prioridades de manejo, con el fin de garantizar la recuperación y conservación de sus ecosistemas y los recursos marinos costeros y oceánicos, bajo un marco legal ambiental que permite el uso sustentable de sus servicios ambientales y se conserven para las generaciones futuras todos los procesos ecológicos de forma equilibrada, tanto de los ecosistemas inmersos en el área protegida como los de la zona de influencia directa (MAATE, 2023).

Desde ese momento ya se identificó a las cuatro especies de tortugas marinas registradas en un diagnóstico inicial, como valores de conservación, se inicia el primer levantamiento de línea base sobre los sitios de anidación, con el fin de identificar

estrategias para minimizar las amenazas que en ese entonces tenían las tortugas marinas en estos ecosistemas; para lo cual, se inicia un programa de monitoreo, identificando las playas índices y las características de los sitios de anidación para *Lepidochelys olivacea* (tortuga Golfina) en mayor cantidad y de *Chelonia mydas* (tortuga Verde) y *Eretmochelys imbricata* (tortugas Carey) en menor cantidad. (MAAE, 2020)

La Convención Interamericana para la Conservación de las Tortugas Marinas (CIT, 2024), ha publicado en los informes anuales de dicha convención, los resultados del programa de manejo de estos sitios de anidación en REMACOPSE, por ejemplo; en cada temporada anual se han reportado hasta 75 nidos de tortuga golfina *Lepidochelys olivácea*, generando la emergencia de un promedio anual de 5.304 neonatos que llegan al mar. Además, se reportan indicadores de éxito como la reducción de depredación de nidos por parte de perros asilvestrados de 95% a 1,85% (MAATE, 2020). En resumen, la administración del área protegida ha desarrollado la suficiente biología de la conservación para el manejo de los sitios de anidación, no obstante, las zonas marinas de alimentación de estas especies aún requieren investigación.

De acuerdo con el plan de acción para la conservación de las tortugas marinas en el Ecuador; *Lepidochelys olivácea*, *Chelonia mydas* y *Eretmochelys imbricata* son las principales tortugas marinas reproductoras a lo largo de la costa ecuatoriana y habitualmente utilizan tanto las playas para desovar como las aguas costeras para alimentarse (MAAE, 2020). Estas tortugas es posible que encuentren en la reserva potenciales zonas de forrajeo: por ejemplo, *C. mydas* se alimentan de pastos marinos o algas en aguas someras y las *E. imbricata* de invertebrados arrecifales (Bjorndal y Bolten, 1988; Meylan y Meylan, 2000).

El Ecuador cuenta con un importante marco legal para la protección de las tortugas marinas en todo su territorio, que incluyen cuerpos legales a nivel nacional e internacional. Empezando por la Constitución del Ecuador del 2008, el artículo 83 establece el deber de conservar el patrimonio natural del país, y el Art. 404 reconoce los ecosistemas marinos y costeros como patrimonio natural que requiere protección. Ecuador ratificó la Convención CITES (1975), que incluye a todas las tortugas marinas

en el Apéndice I (prohibición de comercio. Además, el país es parte de convenios relevantes: la Convención sobre la Diversidad Biológica (CDB), la Convención de Especies Migratorias (CMS) y la Convención Interamericana de Tortugas Marinas (CIT o Convenio de Panamá) (MAATE, 2020).

En 1990 la Subsecretaría de Pesquerías emitió el Acuerdo Ministerial N°212 (Registro Oficial 581) que prohíbe de modo indefinido la captura, el procesamiento y el comercio de tortugas marinas en Ecuador. Otro reglamento clave fue el Acuerdo N°121 (1991), que obligó el uso de dispositivos excluidores de tortugas en pesquerías de arrastre (TED) para protegerlas de la captura incidental.

A nivel nacional de planificación, el Plan Nacional de Conservación de Tortugas Marinas (2020–2030) fija líneas de acción para proteger los sitios críticos de anidación, migración y alimentación (MAATE, 2020). Específicamente, la creación de la Reserva Puntilla de Santa Elena que forma parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) bajo la categoría “Reserva de Producción de Fauna Marino-Costera”, el Reglamento de Turismo en Áreas Naturales Protegidas (RETANP) y otras disposiciones ordenan las actividades recreativas en las playas de REMACOPSE, buscando compatibilizar el ecoturismo con la conservación de la fauna.

Los sitios de forrajeo de tortugas marinas están estrechamente vinculados a la integridad de los ecosistemas marinos costeros, los cuales pueden verse afectados por el cambio climático y las actividades humanas (Seminoff et al., 2008; Wallace et al., 2011). En REMACOPSE, la combinación de arrecifes coralinos y fondos arenosos someros podría sustentar dinámicas de forrajeo de tortugas verdes (pastos marinos) y de carey (invertebrados bentónicos) (MAAE, 2020).

Una de las mayores amenazas nivel global de las tortugas marinas en el cambio climático, debido al incremento de la temperatura marina y los eventos de El Niño pueden alterar la productividad de plancton y praderas marinas, además de elevar la temperatura de incubación en las playas, afectando el sexo de las tortugas marinas, en particular la tortuga laúd (*D. coriacea*) del Pacífico Oriental que se encuentra catalogada en Peligro Crítico, amenazada por la pesca incidental y la contaminación, problemas incrementados por factores climáticos (Murillo, 2023).

La pesca artesanal, y en menor medida la industrial, generan capturas incidentales de tortugas en redes y palangres, lo cual constituye una de las principales causas de

mortalidad de las tortugas marinas en la costa ecuatoriana (Coello, 2010). El estado de conservación exige mantener protegidos los hábitats de alimentación, como los arrecifes saludables y la dinámica costera. En este sentido, el *Plan Nacional para la Conservación de Tortugas Marinas del Ecuador 2020–2030* (MAAE, 2020) enfatiza la necesidad de reducir amenazas pesqueras y de turismo no regulado, y monitorear los efectos del cambio climático sobre las tortugas marinas y sus ecosistemas.

Lepidochelys olivacea fue una especie muy importante como recurso pesquero comercial en la década de los setenta en el Ecuador. Principalmente se utilizaba su carne, y posteriormente, de manera acelerada, también se aprovechaban otros productos como la piel y caparazones, los cuales fueron destinados al comercio exterior. Se reportaron volúmenes de captura alrededor de 100 000 tortugas al año (Hurtado, 2012). A partir 1981, se controló el comercio internacional mediante la adopción de medidas administrativas en cumplimiento de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES).

El consumo interno, impulsado por prácticas culturales arraigadas en las comunidades costeras, habría alcanzado una captura estimada de hasta 10 000 tortugas marinas anuales (Hurtado, 2012). En esta misma línea, estimaciones puntuales realizadas en 1990 indican que se desembarcaban aproximadamente 14 000 ejemplares por año, incluyendo aquellas destinadas al procesamiento industrial de carne en una planta especializada (Hurtado, 2012). En 1981, en Ecuador, se prohibió la captura y comercio de tortugas marinas (Hurtado, 1982; Frazier & Salas, 1982; Hurtado, 1987). Esta medida fue regulada por la autoridad de pesquera nacional, la subsecretaría de recursos pesqueros.

Existen otros datos importantes sobre el uso de las tortugas marinas en la región del Pacífico Oriental, que abarca desde México y Costa Rica. Diversos autores de la época reportan que, entre 1970 y 1981, se capturaron entre 421 mil a 468 mil tortugas en un periodo de 11 años, lo que contribuyó al declive de las poblaciones de la región (Plotkin et al., 2012). En México, durante la década de 1970, se implementaron los primeros programas de conservación de tortugas marinas, lo que posicionó al país como pionero en la adopción de medidas para su conservación (CONANP, 2022).

En cuanto a la identificación de las amenazas actuales para las tortugas marinas en la región, según algunos autores (Frazier, 2014; CIT, 2018b; Rguez-Baron et al., 2019), se detallan en el consumo de huevos, pesca incidental o dirigida de adultos para consumo humano, el cambio climático y la pérdida de hábitat. Aunque, según el plan de acción para la conservación de las tortugas marinas en el Ecuador (MAATE, 2020), el impacto de las amenazas se debería evaluar según la especie, puesto que, existen tortugas como Laúd o Carey que la pérdida de un individuo tiene un gran significado en su población debido a su estado de conservación crítico a nivel mundial.

Sobre las zonas de alimentación de las tortugas marinas en el Ecuador, existen reportes que identifican a los manglares del Golfo de Guayaquil como sitio de forrajeo de la especie *Chelonia Mydas*, en donde se observaron 15 individuos de esta especie, principalmente en Puerto Jelí y Campo Alegre del Archipiélago de Jambelí (Miranda et al., 2018). Álava y Barragán (2017) reportaron 2 ejemplares (un juvenil y una hembra adulta) de *Eretmochelys imbricata* dentro del Golfo Interior de Guayaquil.

En un estudio realizado por Miranda (2019), se identificó que los ecosistemas o bajos rocosos arrecifales del Parque Nacional Machalilla son zonas importantes de alimentación para juveniles (71%) y adultos de *E. imbricata*. Mientras que, en el Archipiélago de Jambelí se han identificado como una zona de alimentación de *E. imbricata* (Miranda et al., 2018 & Fernández, 2018).

Existen conectividades interesantes referente a los hábitats que ocupan las tortugas marinas en el Ecuador y la región, como, por ejemplo, entre las Islas Galápagos y el continente, esta información se basa en especímenes de tortuga *Chelonia Mydas* marcadas en las Islas Galápagos y registrados en la Reserva Ecológica Manglares Cayapas Mataje y el Parque Nacional Machalilla. En este mismo estudio se identificó un tercer avistamiento de estos movimientos de larga distancia a 1383 km del archipiélago cerca de la Isla Clipperton, un atolón localizado en el Pacífico Norte (Muñoz et al., 2018a). Estas relaciones también se han determinado mediante estudios genéticos que indican una alta conectividad entre las Islas Galápagos y el Parque Nacional Machalilla, separados entre sí por 1 000 Km de distancia (Chávez et al., 2017).

Unos de los primeros sitios de agregación y alimentación que se reporta en el Ecuador en zonas costeras aledañas a la reserva Puntilla de Santa Elena, se refiere a la zona

de las aguas costeras frente al cantón La Libertad de la provincia de Santa Elena, en donde se describe a los bajos alrededor de La Isla del Amor y las Escolleras del Malecón de La Libertad como un sitio de importancia para una población juvenil de *Eretmochelys imbricata* y en menor cantidad para *Chelonia mydas* (Valverde, 2019).

En lo que respecta a la caracterización de los bajos rocosos arrecifales, que conforman uno del ecosistema submarino, con mayor diversidad en todo el mundo y valor ecológico (Fernández, Alvarado, & Nielsen, 2006); estudios sobre corrientes, genética de poblaciones, dispersión larval y reclutamientos de juveniles aportan importante evidencia para entender la conectividad de estos hábitats como refugio para las tortugas marinas (Loaiza, 2007).

Estos ecosistemas de la zona submareal (continuamente sumergidos) denominados bajos rocosos, son sustratos duros, compactos y aislados que afloran sobre los fondos marinos o que se extiende de forma interrumpida desde la zona intermareal (Pico, Mero Del Valle, Castillo Ruperti, & Macias Mayorga, 2016). Existen estudios sobre macroinvertebrados que habitan estas franjas intermareales de fondo duro, en los que destacan los bivalvos, cirrípedos, gasterópodos, antozoos (Barraza, 2014) (Segovia-Prado, 2007).

Los bajos rocosos arrecifales distribuidos a lo largo de la costa ecuatoriana albergan diversas especies de corales duros y blandos, así como una amplia variedad de macroinvertebrados sésiles y móviles, junto con sustratos característicos de cada sitio (Delgado, 2017). Entre los organismos más representativos de estos ecosistemas se encuentran los invertebrados, estos incluyen desde el zooplancton microscópico, presente en toda la columna de agua, hasta los macroinvertebrados, visibles a simple vista, que habitan tanto en el bento (fondo marino) como en el necton (columna de agua) (Ríos, Juárez, & Galván, 2017).

Marco conceptual

Las tortugas caguama (*Caretta caretta*), verde (*Chelonia mydas*), carey (*Eretmochelys imbricata*), lora (*Lepidochelys kempii*), golfina (*Lepidochelys olivacea*), aplanada (*Natator depressus*) y laúd (*Dermochelys coriacea*), pertenecen a dos familias: Cheloniidae y Dermochelyidae (Eckert et al., 2000). Esas representan a las únicas sobrevivientes de un antiguo linaje, y son consideradas parte de un grupo evolutivo moderno.

En el Pacífico Oriental, algunos expertos han propuesto la existencia de una octava especie, *Chelonia agassizii*, como una forma diferenciada de *Chelonia mydas*. No obstante, es importante aclarar que esta clasificación no ha sido confirmada oficialmente, ya que existe debate en la comunidad científica. Algunas investigaciones, como las de Eckert et al. (2000), señalan diferencias genotípicas entre *C. agassizii* y otras especies, aunque otros autores aún la consideran una subespecie o población regional de *C. mydas*. Por tanto, la evidencia disponible no permite establecer un consenso definitivo sobre su estatus taxonómico (Pritchard, 1999; Márquez, 1990; Kamezaki & Matsufumi, 1995).

Sobre el registro de especies de tortugas marinas en el Ecuador, se ha identificado en forma general cinco especies *Chelonia mydas* tortuga verde, *Lepidochelys olivacea* tortuga golfina, *Dermochelys coriácea* tortuga laúd, *Eretmochelys imbricata* tortuga carey y *Caretta caretta* tortuga caguama (MAATE, 2021). Cada especie cuenta con nichos ecológicos diferentes; la mayor cantidad de sitios de anidación registrados son para la tortuga Golfina, a diferencia de la tortuga Caguama, que solo se ha registrado en las aguas oceánicas territoriales (MAE, 2014).

Características generales de las tortugas marinas

En una revisión sobre las características de las tortugas marinas realizada por Molina (2024) de la universidad de Alicante, España; se describen a estos quelonios por tener cuerpo ancho, un caparazón para proteger los órganos internos de su cuerpo, con forma hidrodinámica, extremidades fusionadas en forma de aletas y una parte ventral llamada plastrón, lo que les permite nadar con agilidad y rapidez para lograr grandes migraciones (CIT, 2004). Cuentan con

placas en las extremidades anteriores agrandadas, con músculos fuertes en los pectorales que lo usan para la natación y para las actividades de descanso en los fondos marinos como un ancla (Eckert *et al.*, 2000).

Tienen glándulas lacrimales que les sirve para excretar el exceso de sal de su sistema, puesto que, acumulan al ingerir agua salada. Son animales poiquilotermos, permitiéndose adaptar su temperatura a las condiciones climáticas; presentan piel seca y protegida por escamas. Las tortugas marinas son omnívoras o carnívoras, carecen de dientes en las mandíbulas, pueden alimentarse de algas, corales, esponjas, moluscos, crustáceos, peces, Son pulmonadas, deben salir a respirar a la superficie cada cierto tiempo, pueden bucear muy profundo, sobre todo la tortuga laúd, se la ha visto bucear hasta los 1300 metros de profundidad (Eckert *et al.*, 2000).

El tipo de reproducción de los quelonios marinos es ovípara. Tienen un crecimiento pausando y lento, llegan a la madurez sexual entre los 15 a 50 años o más, cada especie o población según sus condiciones ambientales cuenta con su propio rango (Balazs, 1982; Bjorndal y Zug, 1995). Las tortugas marinas no tienen cuidado parental con sus crías, en la mayoría de los estadios inmaduros tienen hábitos pelágicos, cuando van madurando se acercan a las zonas costeras y han alcanzado entre 20 a 40 cm de largo del caparazón, según la especie (Meylan y Meylan, 2000).

La morfología sexual se determina por la presencia de una más corta en las hembras y los machos tiene una cola más larga; puesto que, los machos la usan para el momento de la cópula, sujetándose a la hembra. Presentan una fecundación interna, una vez las hembras fecundadas se dirigen a las playas para depositar sus huevos en cámaras que tapan con la arena, cada especie pone una cantidad diferente de número de huevos, que puede ser entre 50 a 200 huevos por nido y anidan de 3 a 7 nidos, cada 15 días por temporada. (Meylan, 2000).

Se cree que el 1 por mil que nacen llega a estado adulto. En el camino una vez que salen del nido, se enfrentan a muchos depredadores naturales, tales como cangrejos, mamíferos pequeños y aves marinas que se alimentan de los

neonatos que caminan hacia el mar una vez que salen del cascaron (Meylan, 2000).

Vida migratoria

Molina (2024), indica que las tortugas marinas migran hacia corrientes cálidas y viven en todos los océanos, a excepción de las regiones polares. Menciona así mismo, que no es tan cierto que siempre vuelvan a la playa donde nacieron, pero si cuentan con una gran orientación bajo el agua, usando el sentido de la visión, la audición y el sentido de la ubicación mediante campos magnéticos.

En su compleja historia de vida, se incluye la migración de adultos de áreas de alimentación a lejanas áreas de reproducción y cambios ontogénicos que condicionan la distribución de juveniles a una variedad de hábitat marinos (Jensen *et al.*, 2013). De igual forma se conoce que el hábitat de anidación es el 1% su tiempo de vida promedio (Bjorndal, 1999a), siendo esta etapa la de mayor inversión por parte de la comunidad científica (Rincón & Zarate, 2004). Para comprender la biología de la conservación de las tortugas marinas, es indispensable realizar esfuerzos en zonas de alimentación, tránsito y residencia.

Las tortugas adultas y juveniles viven mayormente en sitios de alimentación, distante de las playas de anidación, localizándose las tortugas adultas fijas en un mismo sitio, donde encuentran mantos de algas marinas o transitorias, con afloramientos estacionales que proveen de medusas o invertebrados bénticos. Durante la temporada de reproducción, las tortugas adultas migran durante varios meses hacia las playas de anidación; en esta etapa de migración se produce la cópula, en sitios de cortejo o de apareamiento muy cercanas a las playas de anidación, se aglomeran los machos y las hembras y a estos espacios se conocen como “hábitats interanidatorios” (Eckert *et al.*, 2000).

Importancia ecológica

Según Meylan (2000), desde una perspectiva ecológica, las tortugas marinas desempeñan un papel fundamental en el mantenimiento de océanos saludables, en función de sus hábitos alimenticios. Al ser especies oportunistas, su dieta influye directamente en la elección y distribución de hábitats, contribuyendo al equilibrio de las poblaciones marinas. En este sentido, Frazier

(2014) señala que, al promover la protección de las distintas especies de tortugas marinas, consideradas componentes únicos de la biodiversidad, también se salvaguardan otros procesos biológicos esenciales en los ecosistemas marinos.

Las zonas de forrajeo

“Las zonas de forrajeo de las tortugas marinas son áreas en el medio marino donde estas especies buscan y consumen activamente alimentos, siendo fundamentales para su supervivencia, crecimiento y reproducción. Estas zonas están caracterizadas por una alta disponibilidad de recursos alimenticios específicos para cada especie y etapa de vida, y su utilización puede estar influenciada por factores ambientales, biológicos y antropogénicos.” (Segura et al., 2020)

En su estudio Segura *et al.*, 2020 analizan los hábitats de alimentación y la ecología de forrajeo de las tortugas marinas en la región del Pacífico Central y recalca la importancia de los diferentes ambientes para su supervivencia y bienestar. Los autores estudiaron cómo las tortugas seleccionan sus áreas de alimentación, basándose en factores como la disponibilidad de recursos, la calidad del hábitat y las amenazas humanas. Además, registraron que las áreas de arrecifes, las praderas marinas y ciertas zonas costeras son sitios escogidos por diferentes especies, que adaptan su comportamiento para optimizar su alimentación en diferentes nichos. Por tales razones, para lograr la conservación de las zonas críticas, es necesario gestionar y controlar las actividades humanas que afectan a estas especies.

Estos ecosistemas de la zona submareal (continuamente sumergidos) denominados bajos rocosos, son sustratos duros, compactos y aislados que afloran sobre los fondos marinos o que se extiende de forma interrumpida desde la zona intermareal (Pico, Mero Del Valle, Castillo Rupert, & Macias Mayorga, 2016). Existen estudios sobre macroinvertebrados que habitan estas franjas intermareales de fondo duro, en los que destacan los bivalvos, cirrípedos, gasterópodos, antozoos, recursos característicos de zonas de forrajeo de tortugas marinas de la *Eretmochelys imbricata* que tienen una dieta más carnívora (Barraza, 2014) (Segovia- Prado, 2007).

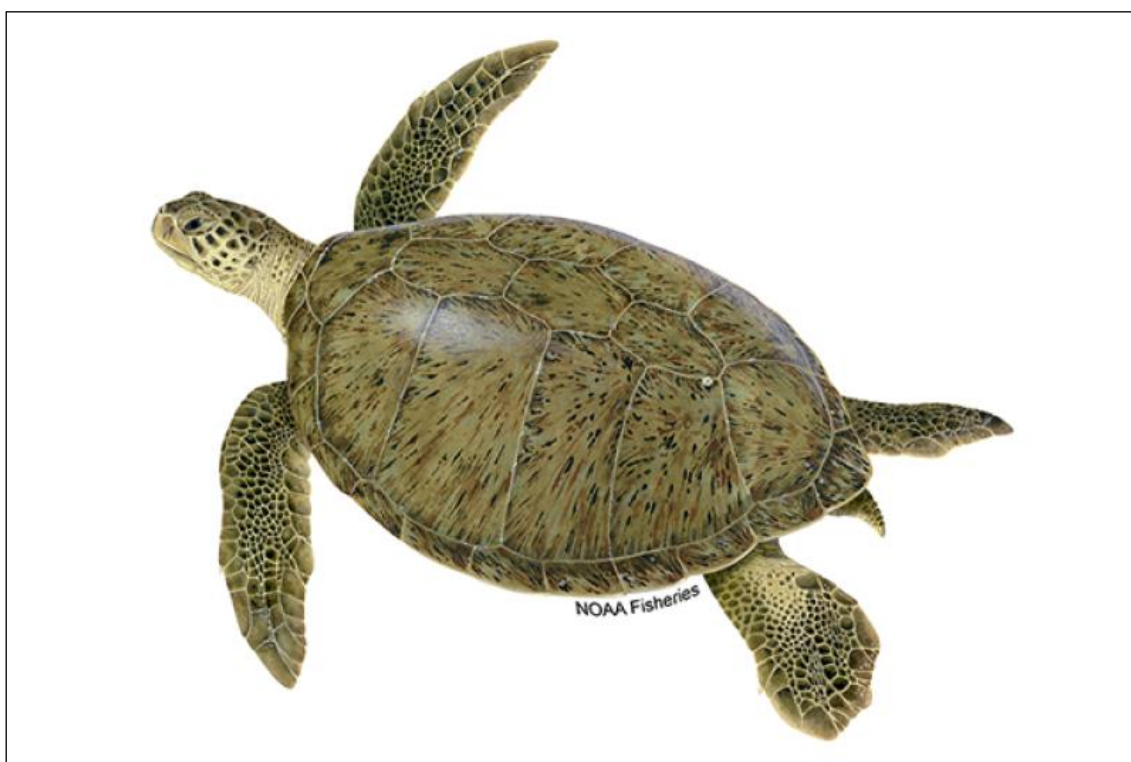
Los bajos rocosos arrecifales distribuidos a lo largo de la costa ecuatoriana

albergan diversas especies de corales duros y blandos, así como una amplia variedad de macroinvertebrados sésiles y móviles, junto con sustratos característicos de cada sitio (Delgado, 2017). Entre los organismos más representativos de estos ecosistemas se encuentran los invertebrados, estos incluyen desde el zooplancton microscópico, presente en toda la columna de agua, hasta los macroinvertebrados, visibles a simple vista, que habitan tanto en el bento (fondo marino) como en el necton (columna de agua) (Ríos, Juárez, & Galván, 2017).

En resumen, las zonas de forrajeo son áreas marinas donde las tortugas marinas pasan gran parte de su tiempo alimentándose; estas suelen coincidir con hábitats que ofrecen recursos tróficos y condiciones ambientales óptimas para cada especie. En la costa ecuatoriana, y particularmente en la Reserva de Producción Faunística Costera Puntilla de Santa Elena, se han registrado varias especies de tortugas marinas que posiblemente utilizan estas zonas como áreas de forrajeo, según el plan de manejo vigente (MAAE, 2020). Entre ellas se encuentran *Chelonia mydas*, *Eretmochelys imbricata* y *Lepidochelys olivacea*, y en menor proporción, *Dermochelys coriacea*.

Cada especie tiene morfología y patrones alimentarios característicos, que se detallan a continuación:

Ilustración 1 *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758)



Nota: *Chelonia mydas* [Fotografía], National Oceanic and Atmospheric Administration, 2025, NOAA Fisheries (<https://www.fisheries.noaa.gov/species/green-turtle/resources>)

Clasificación taxonómica de la tortuga verde (*Chelonia mydas*)

- **Reino:** Animalia
- **Filo:** Chordata
- **Clase:** Reptilia
- **Orden:** Testudines
- **Familia:** Cheloniidae
- **Especie:** *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758)
- **Nombre común:** Tortuga verde

Características externas de *Chelonia mydas*

La tortuga verde es una especie de tortuga marina de la familia Cheloniidae. Especie con forma acorazonada y con escotadura posterior en adultos. Las tortugas verdes son las más grandes de todas las tortugas marinas de caparazón duro. La cabeza pequeña, con forma redondeada anteriormente; ancho hasta 13 cm; con un par de escamas prefrontales, número más común de escamas

postorbitales es cuatro, seguido por tres pares. Los adultos llegan a medir de 90 a 120 cm de largo y pesa de 136 a 169 kg.

Tienen caparazones de color marrón oscuro, gris u oliva y una parte inferior mucho más clara, de amarillo a blanco, no aserrado; comúnmente tectiforme (en forma de tienda de campaña) y aplanado en el perfil anterior; cuatro pares de escudos costales y longitud recta. Las tortugas verdes inmaduras tienen patrones moteados o en forma de sol en sus caparazones y a menudo se confunden con las tortugas carey. Otras características propias de la tortuga verde son los bordes dentados de su pico y dos grandes escamas ubicadas entre sus ojos. Las crías tienen un caparazón de color gris oscuro a negro, plastrón y márgenes blancos prominentes en el caparazón y las aletas (Eckert et al., 2000 & NOAA, 2025).

Dieta

La CIT (2005) en un reporte realizado por la secretaria pro tempore, publicó que se cree que las tortugas verdes cambian de alimentación durante su vida, de juveniles son más carnívoras, consumiendo gusanos marinos, crustáceos e insectos acuáticos, además de algas y pasto marino. De adultas su dieta es principalmente de pasto marino y algas.

Hábitat

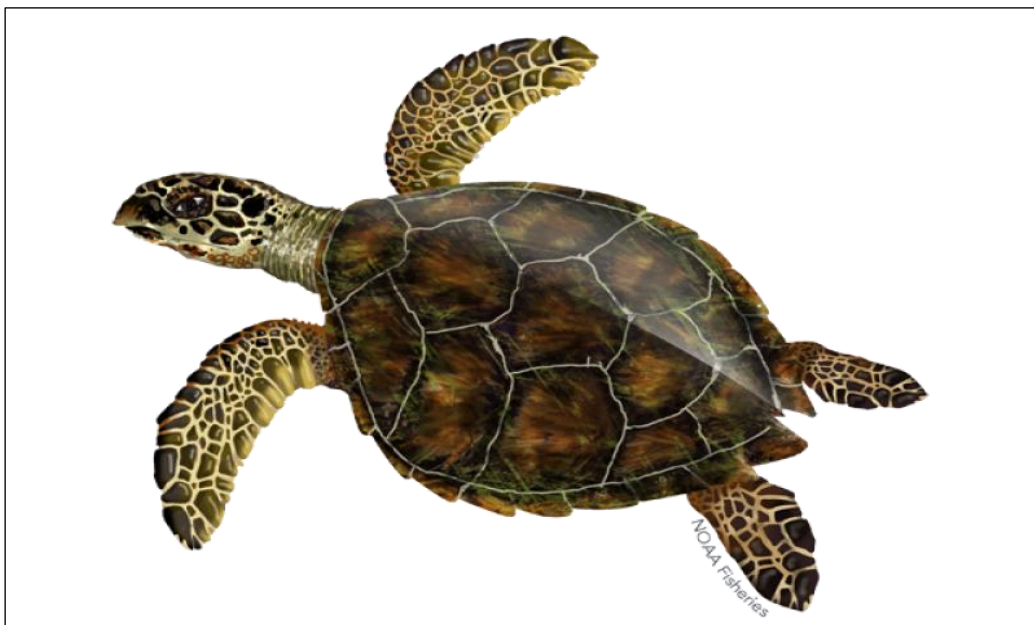
De igual forma en el mismo reporte de la CIT (2005) menciona que las tortugas marinas verdes prefieren las aguas templadas, subtropicales y tropicales a lo largo del mundo. Se las encuentra en las áreas cerca de la costa continental, en islas, bahías, con lecho de pasto marino. No son muy comunes en el mar abierto.

Distribución

Océano Pacífico oriental. Turner et al., (2018) en su estudio sobre la población de las tortugas verdes del Pacífico, menciona que está se está recuperando gradualmente; sin embargo, aún se desconoce mucho sobre su demografía a largo plazo y el uso del hábitat debido a su inaccesibilidad para su estudio, siendo la caracterización detallada por Turner et al., (2018) la edad de asentamiento determinada entre los 3 a 5 años y la edad de madurez que según sus investigaciones es de 17 a 30 años. En la zona de investigación del Pacífico

Norte en donde se realizó es estudio (Turner et al., 2018) muestran resultado que la población de las tortugas verdes en esa zona utiliza los recursos de manera diferente a otras agregaciones regionales de la misma especie y proponen que estas tortugas verdes son forrajeras pelágicas a largo plazo en el hábitat de la plataforma costera del Golfo de Ulloa en México y consumen una dieta más carnívora proveniente de la zona epipelágica, puesto que, son zonas de descartes pesqueros.

Ilustración 2 *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766)



Nota: *Eretmochelys imbricata* [Fotografía], National Oceanic and Atmospheric Administration, 2025, NOAA Fisheries (<https://www.fisheries.noaa.gov/species/carey-turtle/resources>)

Clasificación taxonómica de Eretmochelys imbricata

- **Reino:** Animalia
- **Filo:** Chordata
- **Clase:** Reptilia
- **Orden:** Testudines
- **Familia:** Dermochelyidae
- **Especie:** *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766)
- **Nombre común:** Tortuga Carey

Características externas de *Eretmochelys imbricata*

La tortuga carey pertenece a la familia Dermochelyidae. Presentan caparazón matizados entre los colores ámbar, naranja, rojo, amarillo, negro y marrón. Las conchas suelen tener bordes dentado, con escudos imbricados y gruesos, a excepción de las crías y algunos adultos; tienen cuatro pares de escudos costales, longitud recta del carapacho (LRC) hasta unos 90 cm. El Plastrón tiene cuatro pares de escudos inframarginales. Su cabeza puede llegar a medir 12 cm, con una punta cónica y dos pares de escamas prefrontales; y, su mandíbula inferior tiene forma de V, lo que les da una apariencia de halcón. Esta especie puede llegar a pesar hasta 80 Kg en la madurez. Las crías miden sólo de 2 a 3 pulgadas de largo y en su mayoría son de color marrón. Las tortugas carey tienen cuatro escamas (dos pares) entre los ojos y cuatro escudos a lo largo del borde de cada lado del caparazón. Las aletas delanteras son de longitud mediana en comparación con las de otras especies; dos uñas en cada aleta. (Eckert et al., 2000 & NOAA, 2025)

Dieta

Es omnívora, pero su dieta preferentemente son las esponjas marinas (*Geodia* sp.), ascidias (*Rhopalaea birkelandi*), macroalgas, crustáceos y cnidarios (Carrión-Cortés et al., 2013). Tiene un pico afilado que le permite extraer esponjas de grietas en los corales. Por ello, las tortugas Carey frecuentan hábitats de arrecifes y formaciones rocosas costeras donde abundan estos recursos.

Hábitat

Un estudio realizado en el Mosaico de Conservación en la bahía de Málaga, Valle del Cauca en el Pacífico de Colombia evidencia que *Eretmochelys imbricata* prefiere la combinación de hábitats únicos de manglar, fondos con octocorales y esponjas. En el Pacífico oriental, se han encontrado grandes poblaciones de carey en estuarios de manglares (Barrientos et al., 2022).

En la etapa juvenil migran a zonas de alimentación costeras menos profundas, incluidos sus hábitats preferidos de arrecifes de coral, donde maduran hasta la edad adulta y pasan el resto de sus vidas. Las repisas y cuevas de los arrecifes de coral brindan refugio a las tortugas carey en reposo durante el día y la noche. La tortuga carey también se encuentran alrededor de formaciones rocosas,

bancos de arena de alta energía en aguas poco profundas y estuarios que proporcionan un buen hábitat para el crecimiento de esponjas. Las tortugas carey se pueden encontrar viviendo en hábitats cercanos a la costa en los principales océanos del mundo (Eckert et al., 2000; NOAA, 2025).

Distribución

Esta especie se distribuye en las zonas tropicales de todos los océanos, principalmente en los océanos Índico, Pacífico y Atlántico. De todas las especies de tortugas de marinas, *E. imbricata* es una de las más asociadas con aguas tropicales. (FAO, 2019).

En muchas partes del mundo, las tortugas carey enfrentan la amenaza única de ser cazadas por su hermoso caparazón, también conocido como “tortuga shell”, que los artesanos utilizan para crear muchos tipos de joyas y baratijas. La histórica caza y matanza de carey por su caparazón casi llevó a la especie a la extinción. Hoy en día, el Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas (CITES, 2025) prohíbe el comercio de productos de tortuga en el mercado internacional, incluido el caparazón de tortuga carey, pero la caza ilegal sigue representando una amenaza para la especie en muchas partes del mundo (NOAA, 2025).

Ilustración 3 *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829)



Nota: *Lepidochelys olivacea* [Fotografía], National Oceanic and Atmospheric Administration, 2025, NOAA Fisheries (<https://www.fisheries.noaa.gov/species/olive-ridley-turtle>)

Clasificación taxonómica de *Lepidochelys olivacea*

- **Reino:** Animalia
- **Filo:** Chordata
- **Clase:** Reptilia
- **Orden:** Testudines
- **Familia:** Cheloniidae
- **Especie:** *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829)
- **Nombre común:** Tortuga Golfina

Características externas de *Lepidochelys olivacea*

La tortuga golfina toma su nombre debido al color verde oliva que presenta su caparazón, el mismo que tiene forma de corazón, corto y ancho, más angosto y presenta una altura mayor que en *L. kempii*; los juveniles presentan alta proyección vertebral lisa, muy elevada y ligeramente tectiforme, que quiere decir en forma de tienda de campaña; cuenta entre seis a nueve pares de escudos costales y de forma u ubicación asimétrica; las placas del caparazón

son ligeramente traslapadas en juveniles y en adultos no presentan ese traslape; el largo recto estudiado del caparazón es de (LRC) hasta 72 cm, siendo la tortuga marina más común y abundante a diferencia de las demás especies, sin embargo, es la más pequeña en cuestión de tamaño, El plastrón tiene un poro pequeño y distintivo cerca del margen posterior de cada uno de los cuatro escudos inframarginales (FAO, 2019).

Son especies con una cabeza relativamente grande, con forma triangular; con un ancho máximo registrado hasta 13 cm; con la presencia de dos pares de escamas prefrontales. Presentan aletas con dos uñas. Se ha confirmado que el peso corporal se encuentra entre 5 a 50 kg dependiendo de la edad y las condiciones ambientales en donde se desarrolla la población (Eckert et al., 2000; NOAA, 2025).

Dieta

Suele habitar fondos blandos (arenosos o fangosos) cerca de la costa. En general su dieta se basa en el consumo de cangrejos, camarones, langostas, medusas y algas. Su alimentación está asociada a las zonas de alta productividad como los afloramientos oceánicos, ahí encuentra suficientes organismos invertebrados bentónicos, siendo una especie principalmente carnívora. *L. olivacea* en estudios de contenidos estomacales se ha encontrado crustáceos como *Portunus xantusii*, tunicados de la especie *Pegea confoederata*), también peces como *Coryphaena equiselis*, *C. hippurus*, *Sarda orientalis* y *Harengula sp*, las medusas también forman parte de su dieta, como la *Aurelia sp.*, *Pelagia sp.* y *Stomolophus meleagris* y en menor porcentaje las algas marinas verdes (Ramírez, 2020).

Hábitat

La tortuga *Lepidochelys olivacea* es una especie marina de amplia distribución, que habita principalmente en aguas tropicales y subtropicales de los océanos Pacífico, Atlántico e Índico. Los juveniles muestran una preferencia por zonas costeras y estuarinas, mientras que los adultos se desplazan por áreas más pelágicas. Sus hábitats claves incluyen áreas con abundante productividad biológica, como bancos costeros, zonas de afloramiento, bahías y estuarios, donde encuentran alimento como invertebrados bentónicos (principalmente

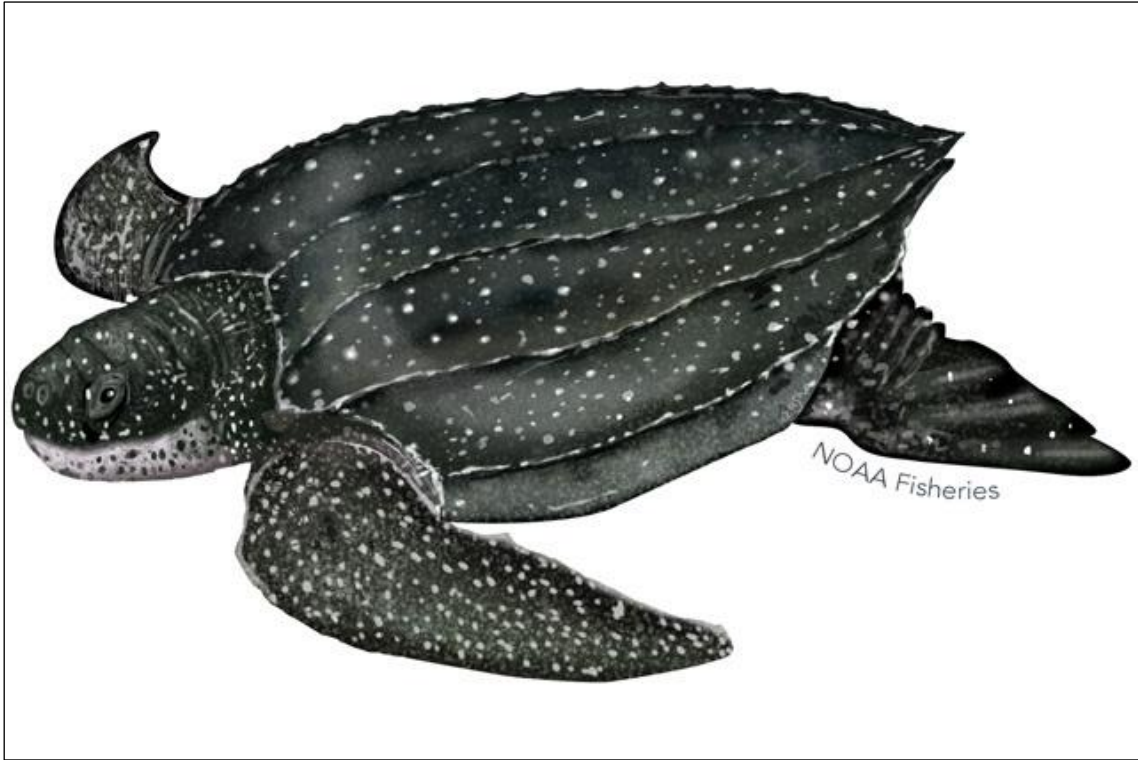
cangrejos, camarones y moluscos (Plotkin, 2007). En el Pacífico Oriental Central en la etapa de anidación regresan a playas arenosas, de forma sincronizada en eventos conocidos como *arribadas*, sin embargo, en la zona sur realizan caminatas solitarias para la puesta de nidos (MAAE, 2020).

Distribución

En lo que respecta a la distribución de la población, se sabe que, es la especie más abundante de las siete tortugas y se encuentra en las regiones tropicales de los océanos Atlánticos, Pacífico e Índico en más de 80 países diferentes en todo el mundo. *L. olivacea* es principalmente una tortuga marina pelágica (de mar abierto), observada por barcos transpacíficos a más de 2400 millas de la costa, pero también se sabe que habita en zonas costeras (Cáceres-Farias, 2022).

En todas las regiones que se distribuye, en lo que respecta a las amenazas, se registran a nivel mundial los siguientes factores: la captura incidental en artes de pesca, las condiciones ambientales variables, la captura directa de tortugas y huevos, la pérdida y degradación del hábitat de anidación y alimentación, la contaminación oceánica por desechos marinos, las colisiones y golpes con embarcaciones (NOAA, 2025).

Ilustración 4 *Dermochelys coriacea* (Eschscholtz, 1829)



Nota: *Dermochelys coriacea* [Fotografía], National Oceanic and Atmospheric Administration, 2025, NOAA Fisheries (<https://www.fisheries.noaa.gov/species/leatherback-turtle>)

Clasificación taxonómica de *Dermochelys coriacea*

- **Reino:** Animalia
- **Filo:** Chordata
- **Clase:** Reptilia
- **Orden:** Testudines
- **Familia:** Dermochelyidae
- **Especie:** *Dermochelys coriacea* (Eschscholtz, 1829)
- **Nombre común:** Tortuga Laúd

Características externas de *Dermochelys coriacea*

La tortuga laúd es la tortuga más grande del mundo. Es la única especie de tortuga marina que carece de escamas y de caparazón duro, tiene una piel dura y gomosa. Presenta un caparazón alargado con siete quillas longitudinales y sobresalientes en el dorso, no presenta escudos; los adultos tienen piel lisa, las

crías están cubiertas con pequeñas escamas en forma de cuentas; presentan una longitud total recto del caparazón (LRC) de hasta 180 cm y la población del Pacífico oriental es mucho más pequeña, puede medir hasta 165 cm. Los adultos llegan a pesar hasta 500 kg en el Pacífico oriental. Presentan una cabeza triangular de hasta 25 cm de ancho, con dos cúspides maxilares conspicuas que están cubierta con la piel sin escamas en los adultos. Con aletas anteriores muy largas y sin uñas. Coloración predominantemente negra con manchas blancas en la zona dorsal y azuladas o rosadas en el cuello, aletas. El plastrón es de color más claro (Eckert et al., 2000; NOAA, 2025).

Dieta

Dermochelys coriacea es una especie pelágica, se alimenta sobre todo de medusas en mar abierto y no suele forrajear en aguas someras costeras. Para alimentarse, viajan largas distancias entre las áreas de reproducción y alimentación, algunas con un promedio de 3700 millas en cada recorrido (MAAE, 2020 & NOAA 2025).

Hábitat

La mayor parte de su vida pasan en el océano. Anida principalmente en playas tropicales o subtropicales.

Distribución

Esta especie se distribuye entre los océanos Atlántico, Pacífico e Índico. Las playas de anidación se encuentran principalmente en latitudes tropicales de todo el mundo. A nivel mundial, las mayores agregaciones de anidación que quedan se encuentran en Trinidad y Tobago, las Indias Occidentales (Atlántico Noroccidental) y Gabón, África (Atlántico Sudeste (NOAA, 2025).

Las tortugas *D. coriacea* ocupan aguas estadounidenses en el Atlántico noroeste, el Pacífico occidental y el Pacífico oriental. La población de tortugas laúd del Pacífico occidental usa la costa del Pacífico de América del Norte para alimentarse y migran para anidar en Indonesia, Papua Nueva Guinea y las Islas Salomón. Así mismo, la población del Pacífico oriental, anida a lo largo de la costa del Pacífico de México y Costa Rica, y migra hacia el océano Pacífico tropical centro-sur y oriental para buscar la zona de alimentación (NOAA, 2025).

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

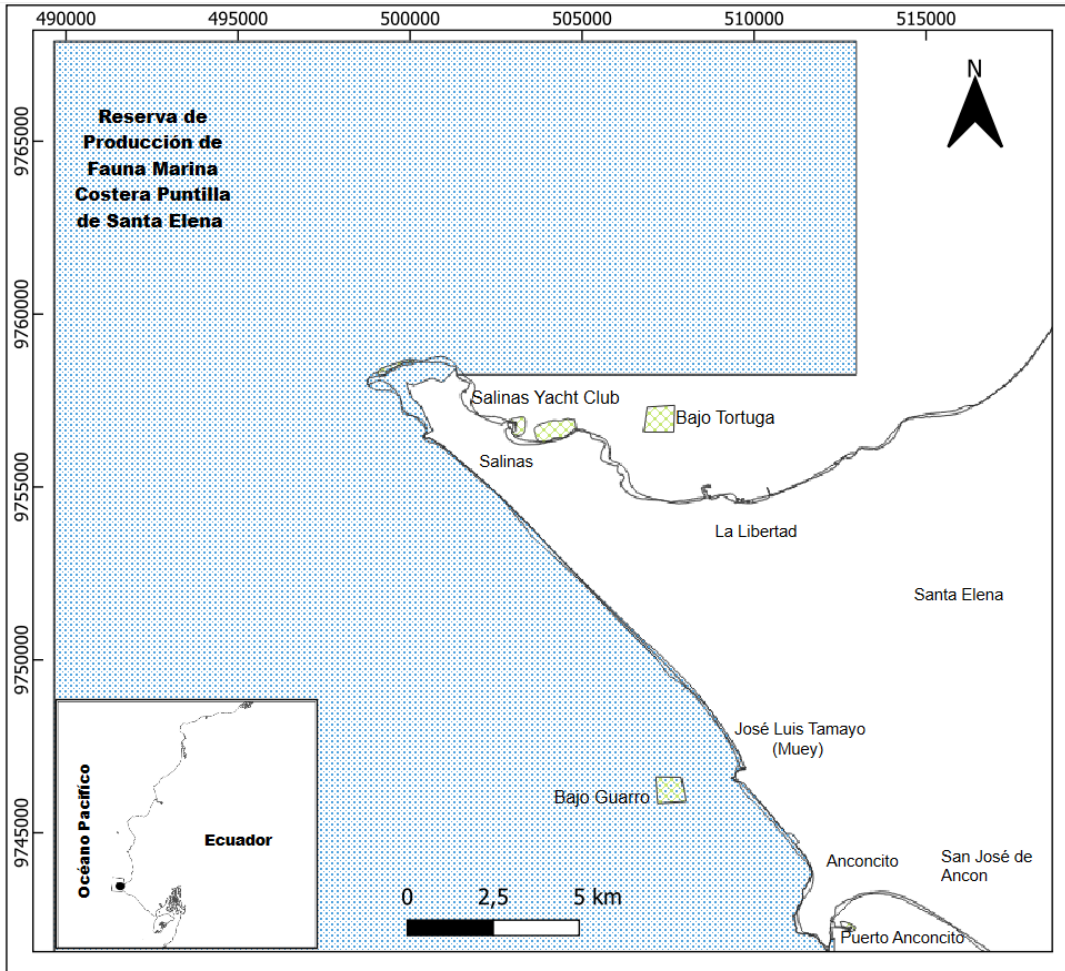
El área de estudio comprendió la Reserva de Producción de Fauna Marina Costera Puntilla de Santa Elena (REMACOPSE), la misma que, se ubica políticamente en el cantón Salinas, provincia de Santa Elena, en la formación geográfica de la península de Santa Elena y a pocos kilómetros de las cabeceras cantonales de Salinas, La Libertad y Santa Elena. La mayor parte corresponde al sector marino y en menor superficie al sector terrestre, en las coordenadas latitud 2°11'54"S y longitud 81°02'57"O (MAAE, 2020).

En la reserva Puntilla de Santa Elena se presentan aguas costeras poco profundas que tiene una batimetría entre 30 a 50 m, mientras tanto, en el área de influencia regional llega a grandes profundidades, acompañado del talud continental y la fosa oceánica que llega y en ciertas áreas oceánicas llega a los 1.000 metros de profundidad (Hurtado et al., 2010), siendo la continuación de la fosa Perú a Chile llegando al fondo de la llanura abisal (Hurtado *et al.*, 2010).

La zona Marina de la Reserva de Producción de Fauna Marina Costera Puntilla de Santa Elena está conformada de tres (3) polígonos de bajos marinos, rocosos y coralinos, localizados de norte a sur; a) Zona de marina de la Lobería, sitios de forrajeo de lobos marinos, playa de zona intermareal mixta Tres Cruces, b) zona marina frente a Punta Carnero y Anconcito, y c) zona marina frente a Ecuasal, con una superficie total de 1.287,93 ha (MAE, 2020).

Basado en el plan de manejo de la reserva y su zonificación, se consideraron puntos referenciales en la (Ilustración No.1) Zona de Protección (ZP), Zona de Uso Público, Turismo y Recreación (ZPT), Zona de Uso Sostenible (ZUS), Subzona; Primera milla náutica (ZUS1), Subzona; De la 2 hasta la 8 milla náutica (ZUS2-8) y Zona de Amortiguamiento (ZAm). Plan de manejo REMACOPSE, (MAE, I2020). (Ver mapa No. 1).

Ilustración 5 Mapa de ubicación geográfica de la Reserva de Producción de Fauna Puntilla de Santa Elena y zona de amortiguamiento.



Nota: Elaboración propia

Según Terán et al. (2006) el 69,77% de la superficie de la reserva Puntilla de Santa Elena corresponde a fondos de arena, el 24,93% al fondo limo, el 3,19% al fondo tipo grava, y 2,11% a fondo rocoso, pertenecientes a la Unidad Ecológica Mixta (Tabla No.1). Hurtado et al. (2010), señalan que los hábitats submarinos críticos son unos de los rasgos naturales distintivos del área protegida, tales como, los bajos o arrecifes rocosos y coralinos presentando una alta diversidad, sobre todo de macroinvertebrados y peces. Estos sitios o bajos rocosos fueron una referencia para el diseño del presente estudio.

Tabla 1 Superficie de fondos marinos de la Reserva de Producción de Fauna Marina Costera Puntilla de Santa Elena

TIPO DE FONDO	SUPERFICIE	%
MARINO	[ha]	
Arenoso	36346,29	69,77
Limoso	12987,69	24,93
Grava	1660,88	3,19
Rocoso	1097,92	2,11
TOTAL	52092,78	100,00

Nota: Adaptado de *Superficie de fondos marinos en REMACOPSE*, por Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2020, p. 15.

Diseño y enfoque de la investigación

La presente investigación adopta un enfoque cuantitativo de tipo explicativo, dado que busca comprender las relaciones entre las características del hábitat marino y la presencia de tortugas marinas en sitios específicos de la Reserva de Producción de Fauna Marina Costera Puntilla de Santa Elena (REMACOPSE). El estudio se centra en instituir conexiones causales entre variables ambientales (como tipo de sustrato, cobertura de algas, profundidad, temperatura) y la distribución espacial de tortugas marinas identificadas (Hernández et al., 2014).

No se manipularon las variables independientes, se observaron en su contexto natural, razón por la cual, se consideró la aplicación de un diseño no experimental de campo. Además, el diseño es longitudinal, debido a que la recolección de datos se efectuó durante varias campañas entre los años 2021 y 2025, lo que permitió registrar variaciones temporales en la presencia y comportamiento de las tortugas (Zar, 2010).

El muestreo fue de tipo aleatorio simple para la captura de individuos, complementado con muestreo estratificado para la caracterización ecológica de los fondos marinos en distintos sitios de forrajeo. La técnica utilizada es mixta; por un lado, se aplicaron análisis cuantitativos, obtención de datos, observación sistemática y herramientas cuantitativas como sensores ambientales (pH, OD,

temperatura, conductividad) y dispositivos de georreferenciación (GPS), así como métodos de marcaje con *tags* codificados para la recaptura y seguimiento individual de los especímenes. Adicionalmente, se aplicó una técnica cualitativa, mediante el trabajo de grupos focales para la identificación de las zonas de monitoreo (Steel et al., 1997; Gómez et al., 2011).

La población de esta investigación es biológica, finita, y móvil, conformada por las tortugas marinas que utilizan los sitios de forrajeo en la Reserva de Producción de Fauna Marino Costera Puntilla de Santa Elena (REMACOPSE). Al tratarse de organismos silvestres, su tamaño es limitado y variable, y su observación depende de su disponibilidad temporal y espacial en el área de estudio. Se trata de una población natural no manipulada, sujeta a variaciones ecológicas y de comportamiento (MAAE, 2020).

Metodología para levantamiento de información (Trabajo de campo)

El trabajo de investigación se realizó en dos fases de campo, las cuales se describen a continuación:

Durante una primera fase de campo, ejecutada entre junio y agosto del 2021, se preseleccionaron los sitios para el monitoreo de los componentes a estudiar con relación a la población de tortugas marinas en la REMACOPSE y su zona de amortiguamiento. Esto con el fin de identificar las zonas de forrajeo de las tortugas marinas en el sitio de estudio.

Además, durante esta primera fase, se registraron ciertos datos ecológicos, como el mapeo del hábitat, incluyendo la temperatura del agua, corrientes, profundidad, estructura geológica más visible (formaciones rocosas características, hendeduras, paredes verticales etc. Para lo cual se aplicaron las siguientes metodologías:

Selección de sitios de monitoreo, mediante prospecciones preliminares.

Se realizaron las prospecciones preliminares, con base en la información anecdótica, obtenida por versiones de pescadores artesanales y operadoras de turismo, con el fin de identificar las áreas en dónde las tortugas son rutinarias o predictivamente observadas, para posteriormente, seleccionar los sitios de monitoreo (Moctezuma, 2021).

Observación directa mediante técnica de arrastre (*manta-tow*)

Una vez culminada la fase de prospección e identificación de posibles zonas de forrajeo, se realizaron monitoreos mediante la técnica de arrastre para observación directa, permitió una visualización espacial de los sitios priorizados (Martínez, 2021). Se registró la actividad de cada espécimen encontrado, tales como; descansando, nadando, o alimentándose y se tomaron evidencias mediante filmaciones, empleando una cámara GoPro 5 y 7 (Bass & Miller, 1998; Almada-Villela et al., 2001).

El método de arrastre consiste en transportar dos buzos con snorkel, sostenidos con una cuerda de vida de 15 metros junto con arnés y mosquetones, para evitar que las burbujas producidas por la propela y el escape del motor le impidan al buzo tener buena visibilidad, la embarcación navegó a una velocidad de 1.5 a 2 nudos (Perera, 2020).

Una vez identificadas las zonas de mayor concentración de tortugas marinas, y considerando los aspectos ecológicos, biológicos y operativos (seguridad, presupuesto y accesibilidad), fueron seleccionados, el bajo Tortuga como unidad de muestreo en la zona de amortiguamiento y el bajo Aquapark como unidad de muestreo dentro de los límites de la REMACOPSE. Además, se consideró la posibilidad de efectuar métodos estandarizados de monitoreo (transectos, captura-recaptura, etc.) y la oportunidad de contrastar un sitio con alta frecuencia de avistamiento y otro sitio caracterizado por presentar baja frecuencia, que permita evaluar las relaciones entre la disponibilidad de los recursos y la selección del hábitat (Cuevas, 2017).

Se ejecutaron salidas de campo en las zonas seleccionadas, aplicando protocolos de monitoreo submareal que permitieron obtener resultados con base científica, para entender las características de los bajos estudiados (Banks et al., 2016). Se realizó el levantamiento de información para la descripción de los hábitats y el análisis de la población de tortugas marinas asociadas, en relación

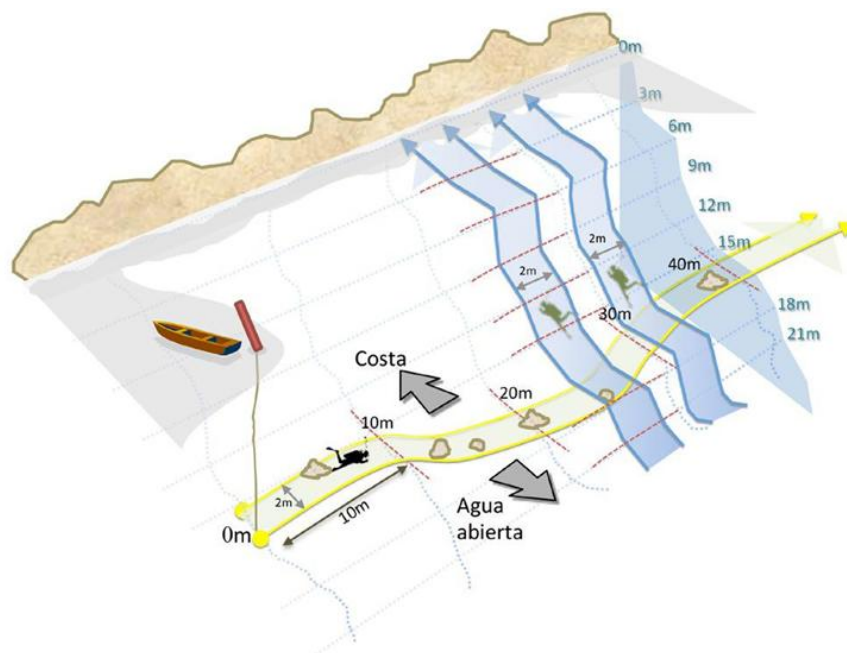
con los recursos presentes en cada bajo rocoso evaluado (Perera, 2020). Para lo cual, se aplicaron las siguientes metodologías.

El mapeo del hábitat, mediante la técnica de buceo profundo.

En esta segunda fase del trabajo de investigación, se llevaron a cabo cinco (5) campañas de monitoreo para el registro visual de información en periodos de tres meses entre marzo y mayo del 2025, mediante las inmersiones con buceo profundo Scuba, se consideró la batimetría, la composición de las comunidades y la abundancia de organismos asociados, que serían las variables que determinan las características del hábitat (Houk & Van Woosik, 2006).

Este método se aplica mediante la implementación de transectos paralelos a la línea de costa, con longitudes que varían entre 100 y 50 metros, se toman los registros cada 10 metros del transecto, con profundidades estandarizadas. Se marca la posición geográfica de inicio y final con un GPS y se coloca una boya de señalización en la superficie. Se registra el tipo de sustrato y los grupos bentónicos. También es útil que un segundo buzo realice filmaciones para un análisis posterior (Ver ilustración 6) (Banks, 2016).

Ilustración 6 Indicaciones para el mapeo de hábitat en una profundidad fija



Nota: Adaptado de *Manual de monitoreo submareal*, por Fundación Charles Darwin y Conservación Internacional, 2016, p. 71.

Mediante el método de mapeo del hábitat se registró la cobertura de los componentes abióticos como por ejemplo arena, roca o grava, materiales introducidos, etc., determinando la frecuencia relativa (porcentaje % n) de los componentes encontrados (Smith & Rumohr, 2005; McDonald et al., 2005).

Descripción morfométrica y demográfica de las tortugas marinas, mediante la observación directa por buceo de profundidad

Se llevaron a cabo diferentes campañas de monitoreo en la segunda fase de la investigación, durante el periodo anual entre los años 2023 al 2024, para el levantamiento de información, sobre la población de tortugas marinas en los sitios seleccionados, que fueron el bajo Tortuga y el bajo Aquapark, mediante la técnica de buceo profundo. Esta técnica fue ejecutada con el uso de equipos especializados y personal capacitado, con el objetivo de identificar tortugas marinas en bajos rocosos localizados a profundidades superiores a los 10 metros (Perera, 2020).

Se realizaron recorridos de forma periódica, con equipo de buceo scuba libre para el registro de avistamiento y captura de individuos, apoyados con una lancha de motor fuera de borda de 300 hp. El equipo de monitoreo fue personal calificado en seguridad para la práctica de buceo y la identificación de las tortugas marinas en bajos rocosos mayores a 10 metros (Perera, 2020). Las técnicas para utilizadas para realizar avistamientos y captura de tortugas marinas fueron:

Seguir los ejemplares a nado y, si es posible, capturarlos con las manos, para luego subirlos a la lancha para tomarles datos biométricos y marcación. Las capturas se realizaron cuando los ejemplares se encontraban en descanso sobre la roca. Para incrementar la eficacia del esfuerzo de captura, se utilizó un trasmallo tipo cerco, ubicado en el fondo marino del bajo rocoso, de 200 metros de longitud por tres metros de alto, el cual era monitoreado regularmente, para la captura de tortugas marinas, una vez que quedaban retenidas en la red, se

retiraron cuidadosamente, eran subidas al bote, se procedía al proceso de marcado y para evitar el estrés se liberaban inmediatamente (Sarmento, 2025).

Se tomaron datos morfométricos como largo curvo de caparazón (LCC) y ancho curvo de caparazón (ACC) según Martínez (2021). Se clasificaron sexaron y se clasificaron los especímenes encontrados entre juveniles o adultas según el tamaño medio de referencia para *E. imbricata* de 80 cm (Liles & Seminoff, 2011; Seminoff et al. 2002a) y de 85 cm para *C. mydas* estimados para el Pacífico Sur Este (Fonseca et al. 2013).

Identificación de las especies de tortugas marinas

Para la identificación de las especies de tortugas marinas se utilizaron, en ambas fases del trabajo de campo, únicamente las claves de Eckert et al., (2000).

“Guía Simplificada para Identificar Tortugas Adultas y Subadultas en el Campo”.

1. Carapacho flexible de textura coriácea, sin escudos, carapacho negro o moteado de blanco, extremo posterior afilado y con quillas longitudinales conspicuas; longitud de carapacho hasta unos 180 cm; en todos los océanos, templados o tropicales ***Dermochelys coriacea***

1'. Carapacho rígido, redondeado o alargado, pero sin agrupamiento en el extremo posterior; longitud de carapacho menos de 120 cm ver 2

2. Carapacho ancho y casi circular; ancho de cabeza hasta unos 15 cm; coloración dorsal gris a verde olivo, liso; longitud máxima de carapacho hasta unos 70 cm ver 3

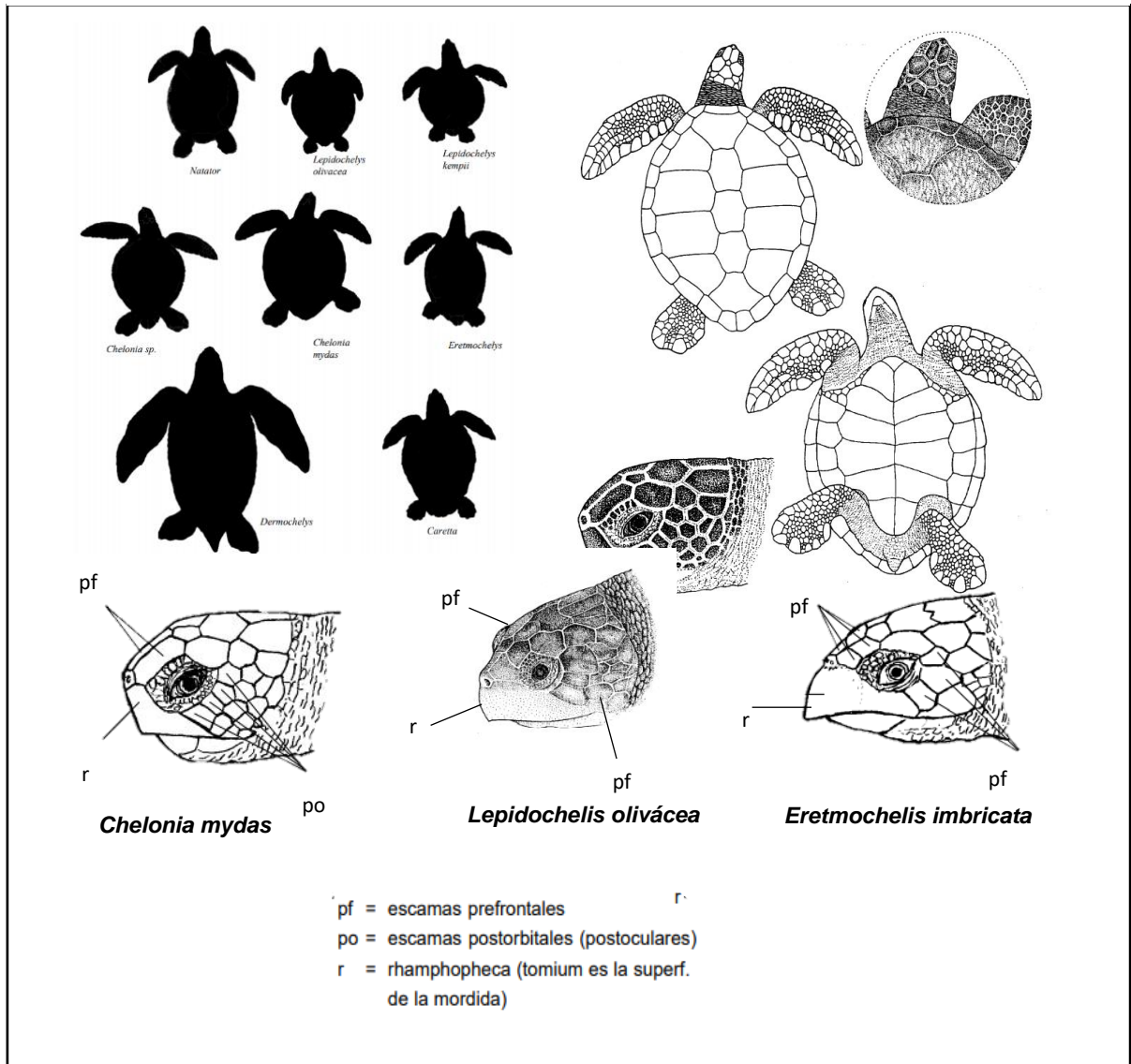
2'. Carapacho no tan ancho que lo haga casi circular; coloración variable; máxima longitud de carapacho hasta unos 120 cm ver 4

3. Carapacho muy plano y ancho, coloración relativamente clara; juveniles grises, circulares en su contorno; máxima longitud de carapacho 72 cm; Golfo de México, EUA oriental, ocasionalmente Europa occidental ***Lepidochelys kempii***

3'. Carapacho relativamente empinado en sus costados, especialmente en el Pacífico oriental; típicamente color olivo oscuro; juveniles grises, circulares en su contorno (similar a *L. kempii*); máxima longitud de carapacho 72 cm; Océanos

- Pacífico, Índico y Sur Atlántico (Trinidad a Brasil; África occidental)
 **Lepidochelys olivacea**
4. Cabeza muy grande (ancho hasta 28 cm en adultos); carapacho más ancho anteriormente, alargado y más estrecho posteriormente, con una "joroba" en el quinto escudo vertebral; color uniformemente café-rojizo, máxima longitud de carapacho 105 cm; normalmente aguas de todos los océanos, incluyendo Mediterráneo y costa Atlántico de EUA, ocasionalmente en los trópicos..... **Caretta**
caretta
- 4'. Cabeza no muy grande (ancho hasta 12-15 cm en adultos); carapacho sin ensanchamiento anterior y sin "joroba" en el quinto escudo vertebral; color variable, carapacho comúnmente con marcas conspicuas, típicamente con vetas café obscuras o negras, u olivo liso; mares tropicales ver 5
5. Cabeza pequeña, redondeada anteriormente; carapacho acorazonado ver 6
- 5'. Cabeza muy angosta y adelgazada anteriormente, o mediana y aproximadamente triangular; carapacho relativamente angosto o ligeramente ovalado ver 7
6. Carapacho liso y ancho (ligera indentación a la altura de las extremidades posteriores), coloración variable pero normalmente con vetas radiantes o manchas en algunos adultos grandes; máxima longitud de carapacho 120 cm; trópicos y subtrópicos, todos los océanos..... **Chelonia mydas**
- 6'. Carapacho típicamente contraído, con escotadura pronunciada a la altura de las extremidades posteriores; coloración casi negra, lisa o con manchas en forma radial o irregular; longitud de carapacho hasta 90 cm, normalmente menos; Pacífico oriental con algunos casos excepcionales más al oeste **Chelonia sp.** (Tortuga prieta)
7. Cabeza angosta, afilada anteriormente con pico semejante al de un ave (ancho de cabeza hasta 12 cm); carapacho relativamente angosto y sin lados levantados, usualmente con manchas conspicuas, márgenes de los escudos muy pronunciados y traslapados, margen posterior del carapacho fuertemente aserrado; longitud de carapacho hasta 90 cm; aguas tropicales, todos los océanos **Eretmochelys imbricata**

Ilustración 7 Claves gráficas para la identificación de las especies de tortugas marinas



Nota: Adaptado *Guía ilustrada de los rasgos morfológicos externos de las tortugas marinas y siluetas de tortugas marinas vistas a distancia*, por IUCN, 2000 (páginas 24 y 26).

Registro de parámetros ambientales

Se construyó una matriz conformada por las densidades de tortugas marinas (individuos/km²), estimadas a partir de registros de avistamientos estandarizados por unidad de esfuerzo. La matriz de variables explicativas incluyó temperatura superficial del mar (°C), salinidad (PSU) y velocidad de corriente (m/s). Estas variables fueron obtenidas a través del sistema Copernicus Marine Environment Monitoring Service (CMEMS), disponible en <https://marine.copernicus.eu>, en las

fechas similares de monitoreo para los años 2021 y 2023, con fin de evaluar posibles variaciones asociadas a condiciones interanuales, ya que

Procesamiento y análisis de la información

El número de avistamientos se ajustó usando los registros para obtener la unidad de esfuerzo (APUE) y obtener densidades, que se expresa como el número de individuos vistos por hora de esfuerzo al día de monitoreo, es decir, individuos-hr-1, mediante un análisis de varianza (ANOVA) se relacionaron las profundidades en metros a la que se observó cada individuo, así como su distancia a la costa (Zar, 2010; Venegas, 2015). Posteriormente, se aplicaron pruebas de comparación múltiple, como la prueba de Tukey y el análisis de Duncan, con el objetivo de identificar grupos homogéneos entre las variables evaluadas y precisar las diferencias específicas entre tratamientos o categorías (Steel et al., 1997).

Adicionalmente, se utilizaron análisis multivariados, como el dendrograma de agrupamiento jerárquico, para explorar patrones de similitud en la composición biológica del fondo marino entre sitios, basados en abundancia y frecuencia de macroalgas, corales y otros organismos bentónicos (Legendre & Legendre, 2012). Estas herramientas permiten sintetizar grandes volúmenes de datos ecológicos y detectar agrupaciones naturales, contribuyendo así a una mejor interpretación del ecosistema.

La combinación de análisis univariados y multivariados proporcionó una comprensión integral de las zonas de forrajeo, considerando tanto la estructura poblacional de las tortugas marinas (especie, estadio, sexo) como las características ecológicas del hábitat (tipo de sustrato, cobertura biótica, profundidad), información esencial para la conservación basada en evidencia científica. No se consideraron los parámetros ambientales por presentar sesgos en la toma de datos (Gotelli & Ellison, 2013).

Con el objetivo de explorar la relación entre la densidad de tortugas marinas en zonas de forrajeo y las variables ambientales locales, se aplicó un Análisis de Correspondencia Canónica (CCA, por sus siglas en inglés). Esta técnica permite evaluar asociaciones entre variables biológicas y ambientales, y es

especialmente adecuada para datos ecológicos donde las especies responden de forma unimodal a gradientes ambientales (Legendre & Legendre, 2012; Ter Braak, 1986).

Revisión de data, archivos multimedia y redacción

Para el análisis en gabinete y confirmación sobre la identificación de tortugas marinas y los grupos taxonómicos de los grupos bentónicos registrados, para la redacción del presente informe de investigación. El procesamiento y análisis de la información se realizó con el objetivo de interpretar adecuadamente los datos obtenidos durante los monitoreos *in situ* llevados a cabo en los sitios de forrajeo seleccionados dentro y fuera del área protegida de REMACOPSE (Perera, 2016; Casanova, 2022).

Todos los resultados se procesaron en un software estadístico; como Excel e *InfoStat*, lo cual garantiza la integridad, trazabilidad y objetividad de la información. Esto permitió identificar patrones ecológicos relevantes, relacionando el hábitat, sus recursos y la población de tortugas marinas observada, lo que orienta a la toma de decisiones para la conservación de las tortugas marinas en el área de estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

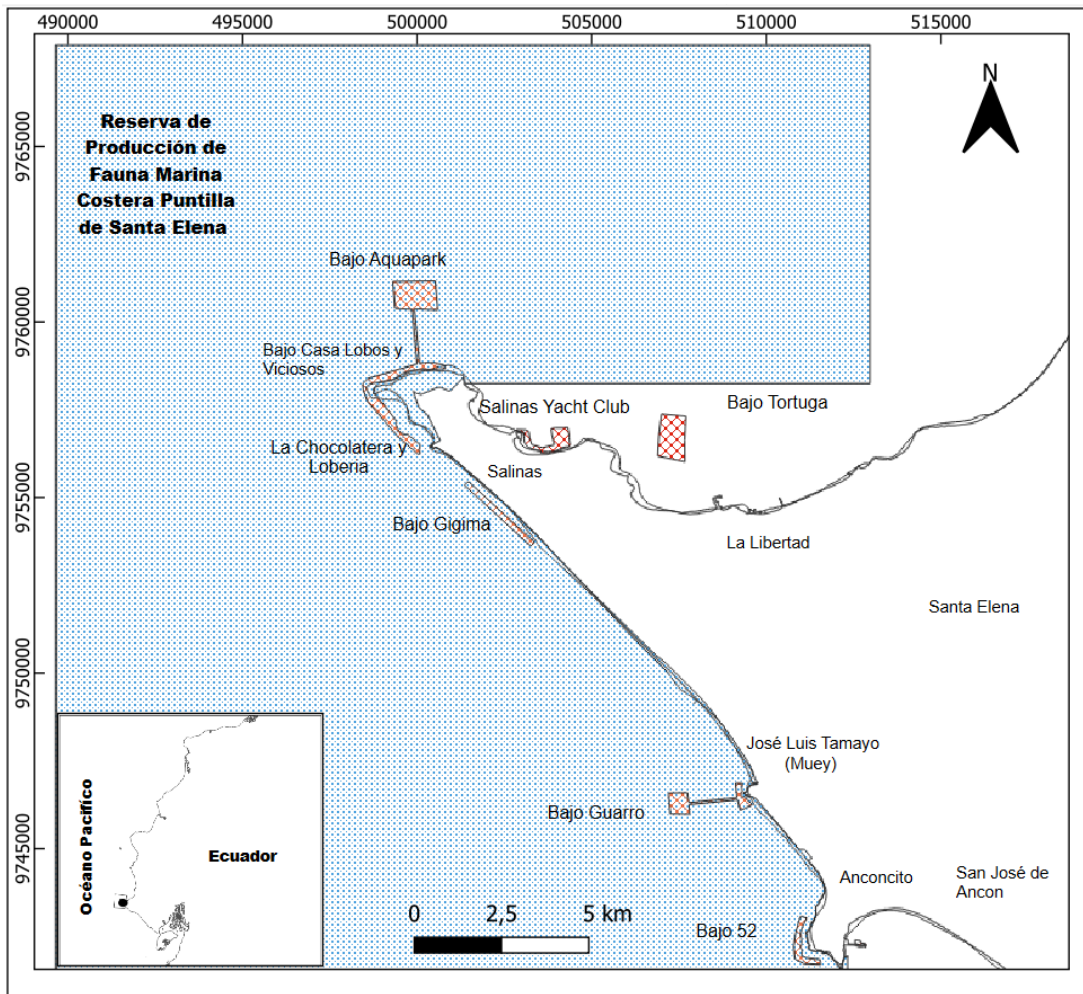
Resultados

Identificación de los sitios de forrajeo

En el marco de las prospecciones preliminares para la identificación de las zonas de forrajeo de tortugas marinas en la REMACOPSE, se entrevistaron a tres gremios de pescadores artesanales, que abarcan un total de 28 socios; los buzos de la Asociación Las Palmeras (pulperos), la Asociación Los Pargueros (trasmalleros) y la asociación Chipipe (pulperos), del cantón Salinas, obteniendo como resultado la identificación de zonas de prospección para el diseño de las campañas de monitoreo.

Las zonas donde los pescadores artesanales habían reportado la presencia de tortugas marinas en actividades de forrajeo, fueron identificadas como áreas potenciales de alimentación. Entre ellas se encuentran los bajos rocosos entre La Chocolatera y La Lobería, bajo Aquapak, bajo Casa Lobos, bajo Viciosos, bajo Gigima, bajo Guarro y bajo 52; todos ubicados en la Reserva Puntilla de Santa Elena. Adicionalmente, se registraron otras posibles áreas de forrajeo en la zona de amortiguamiento, incluyendo los alrededores del Puerto de Anconcito, escolleras del Salinas Yacht Club y el bajo Tortuga (ver Mapa 2).

Ilustración 8 Mapa de ubicación de las zonas de prospección



Nota: Elaboración propia

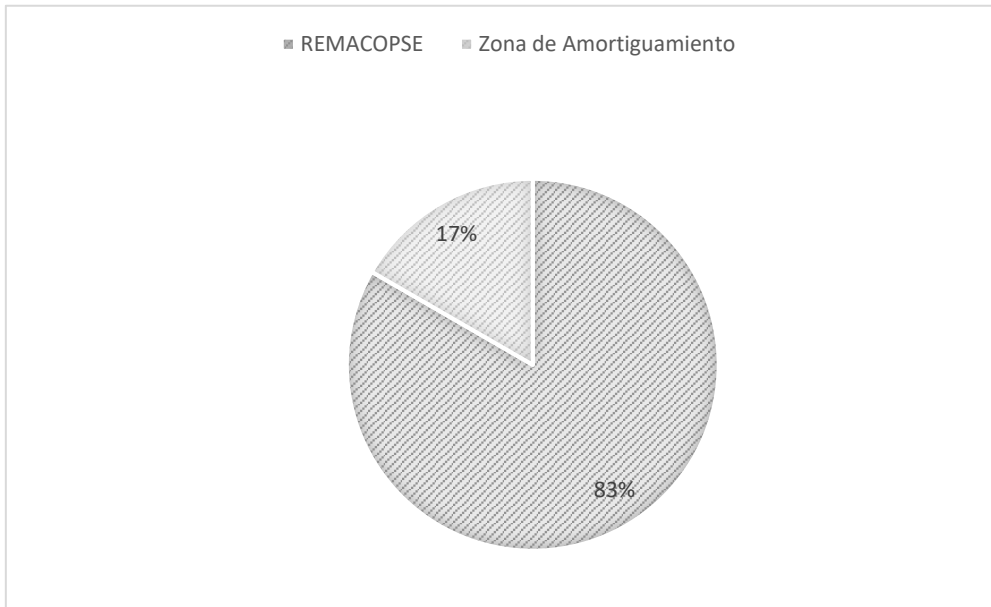
Entre julio y agosto del 2021, se ejecutó un total de 106 horas de monitoreo en las zonas reportadas, obteniendo los siguientes resultados: En la zona de amortiguamiento cerca de las escolleras del Salinas Yacht Club se observaron dos (2) ejemplares, en el Puerto Pesquero de Anconcito; se registraron cuatro (4) especímenes, en Bajo Tortuga; tres (4) especímenes; en la zona cerca del Bajo Aquapak, una (1) tortuga; y así mismo una (1) tortuga en la zona del bajo Guarro. En los sitios restantes no se registraron tortugas marinas.

Durante los monitoreos realizados durante este periodo, se identificó únicamente a la especie *Chelonia mydas*. Se observaron veinticuatro (24) individuos de tortugas marinas; el 83% se encontraron en la zona de amortiguamiento (Salinas Yacht Club, Puerto Pesquero Anconcito y Bajo Tortuga) y el 17% restante de individuos se observaron dentro de la Reserva de Producción de Fauna Marina

Costera Puntilla de Santa Elena en la zona del bajo Casa Lobos y Guarro) (Ver gráfico No. 1).

Gráfico No. 1

Abundancia relativa de tortugas marinas en REMACOPSE.

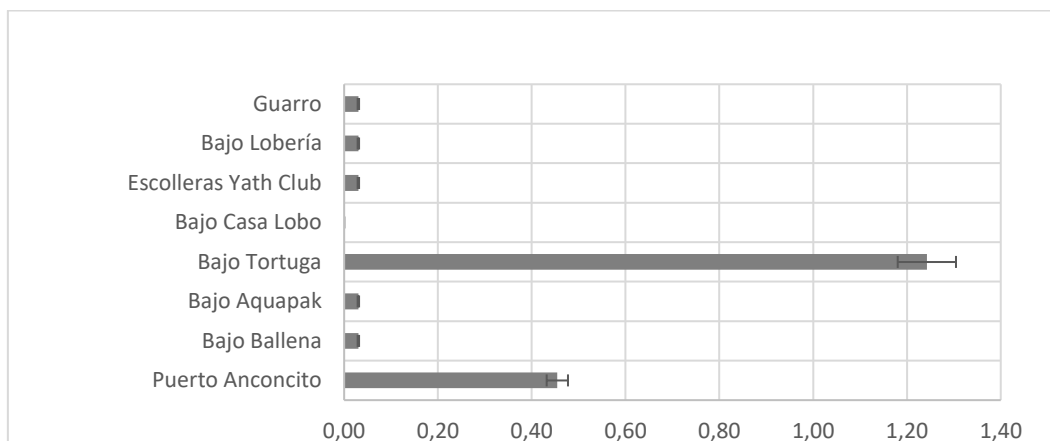


Nota: Elaboración propia

De los doce (12) especímenes de *Chelonia mydas*, registrando veinte (10) hembras adultas, dos (1) hembras juveniles y dos (1) machos adultos.

Gráfico No. 2

**Avistamientos por unidad de esfuerzos (individuos-hr⁻¹)
Bajos rocosos de REMAYOPSE**



Nota: Elaboración propia

Comportamiento de los quelonios dentro de los sitios de forrajeo

Durante la campaña de prospección del año 2021, el comportamiento registrado de las tortugas marinas fue de nado, descanso y alimentación. En la zona de amortiguamiento del Puerto Pesquero de Anconcito, las tortugas marinas se alimentaban de algas presentes en las líneas de fondeo de las embarcaciones y también de pequeños invertebrados. Se observó un individuo con líneas de palangre saliendo de su cloaca. En el Bajo Tortuga, se registró a los ejemplares alimentándose de algas presentes en el medio rocoso y descansado.

En las áreas restantes, se evidenció la presencia de tortugas marinas, pero estas, se encontraban en actividades de ascenso y descenso en la columna de agua para procesos de respiración, facilitando el registro, sin embargo, no se observaron actividades propias de forrajeo.

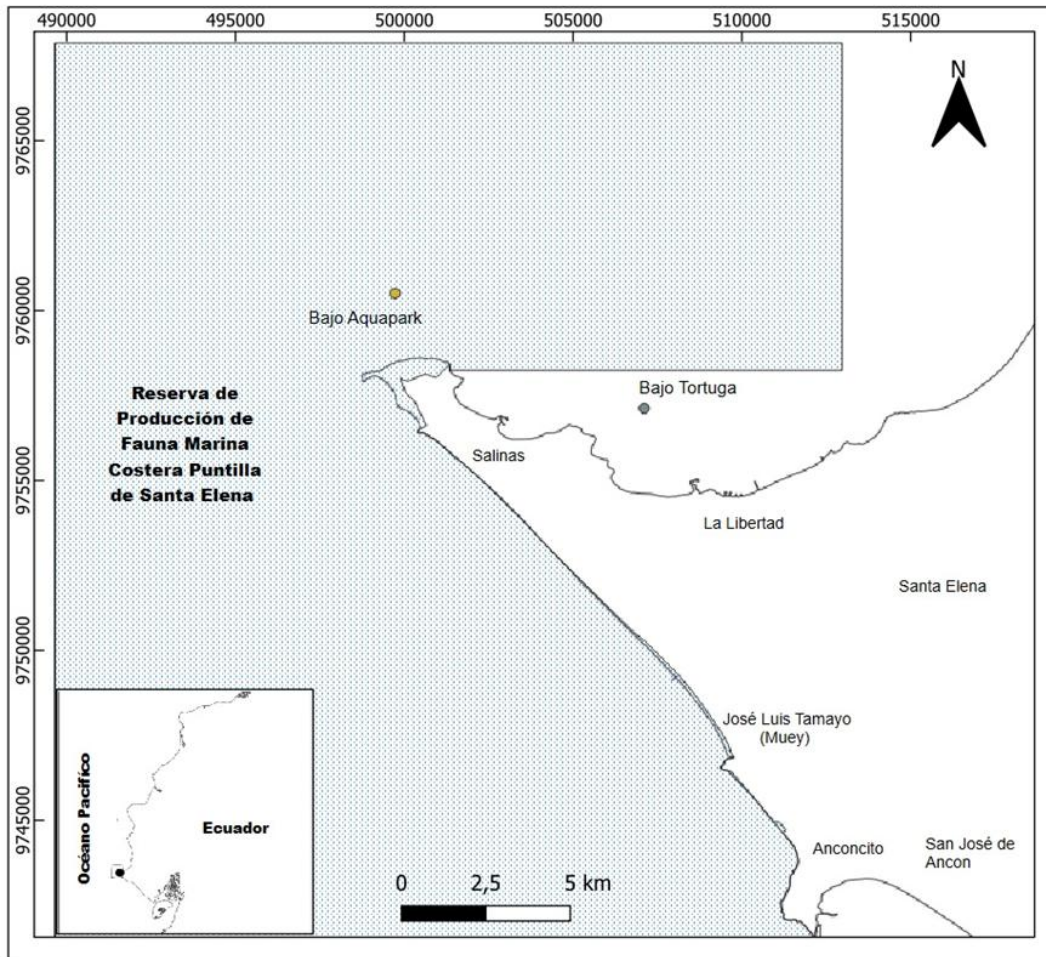
Selección de unidades de muestreo para caracterización de las zonas de forrajeo de tortugas marinas.

Con los antecedentes antes descritos, se priorizaron dos sitios clave para la caracterización de zonas de forrajeo de tortugas marinas dentro del ámbito de la REMACOPSE. Uno de ellos es el Bajo Tortuga, ubicado en las coordenadas geográficas Latitud 2° 6' 40" S y Longitud 80° 49' 26" O, el cual se encuentra en la zona de amortiguamiento del área protegida, frente a la costa de la parroquia Santa Rosa. Esta zona es reconocida por su importancia ecológica, debido a su sustrato rocoso de arena, cobertura de algas y alta frecuencia de avistamientos de tortugas adultas, lo cual indica una función relevante como sitio de alimentación, muy similar a zonas a los bajos ubicadas en los alrededores de los islotes del cantón La Libertad (Valverde, 2019).

Adicionalmente, se priorizó el Bajo Aquapak, localizado en las coordenadas Latitud 2° 4' 11" S y Longitud 80° 56' 5" O, dentro de la zona de manejo denominada uso sustentable, subzona la primera milla náutica. Esta franja costera recibe dicho nombre debido a la estrecha interrelación que existe entre las actividades humanas, principalmente la pesquería artesanal, y la conservación de los recursos marinos. La selección de este sitio responde a su accesibilidad para el monitoreo, presencia de hábitats relevantes y actividades pesqueras, lo que reviste una importancia estratégica tanto para la gestión como para la mitigación de impactos (MAAE, 2020).

Ambos sitios fueron georreferenciados y se incorporaron a los análisis espaciales de distribución y comportamiento de las tortugas marinas en la REMACOPSE (Ver ilustración Mapa 9).

Ilustración 9 Mapa de ubicación de los sitios de forrajeo caracterizados



Nota: Elaboración propia

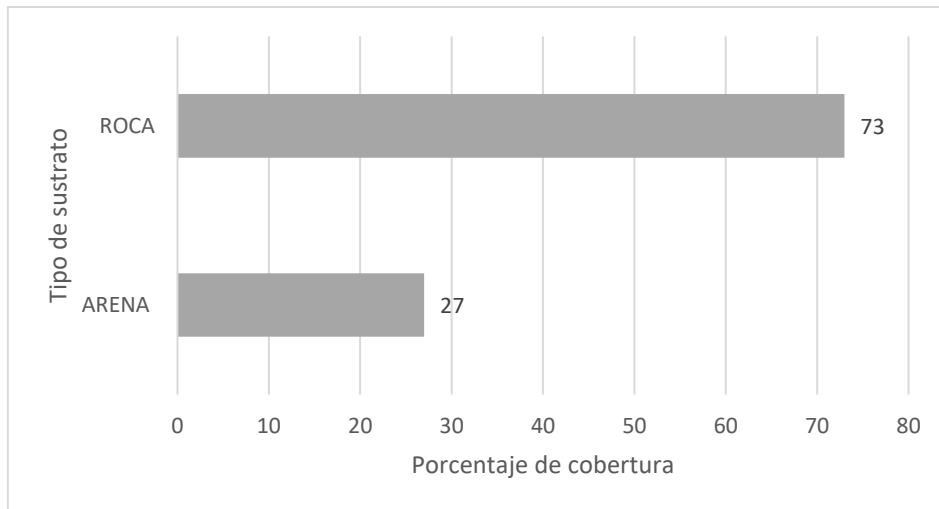
Caracterización del bajo Tortuga

Mapeo del Hábitat

Para el mapeo del hábitat, se realizó un levantamiento de información entre los meses de marzo y mayo del 2025, en el bajo Tortuga, como sitio seleccionado y priorizado para el análisis.

Gráfico No. 3

Composición abiótica del fondo marino de bajo Tortuga



Nota: Tipo de sustrato & porcentaje de cobertura. Elaboración propia

El sustrato del bajo Tortuga está compuesto en un 73 % por roca y un 27 % por arena, y se encuentra a una profundidad media de 10 metros (Ver gráfico No.3). Se identificaron 10 grupos de organismos sésiles que son de interés de las tortugas marinas (NOAA, 2016), se obtuvieron los datos de cobertura en cada campaña de monitoreo, las medias por individuo en un metro cuadrado y la desviación estándar (Ver tabla No. 2).

Tabla 2 Densidad promedio (\pm DE) de grupos bentónicos registrados en el Bajo Tortuga.

Grupo taxonómico	Filo	Clase/Subclase	Densidad (ind/m ² \pm DE)
Macroalgas pardas	Ochrophyta	Phaeophyceae	3,76 \pm 0,74
Algas calcáreas (Coralina)	Rhodophyta	Florideophyceae	1,46 \pm 0,92
Octocorales (Gorgonia)	Cnidaria	Octocorallia	0,72 \pm 0,52
Esponjas	Porifera	Demospongiae	0,70 \pm 0,25
Cirrípedos (Balanidos)	Arthropoda	Cirripedia	0,66 \pm 0,51
Macroalgas verdes	Chlorophyta	Ulvophyceae	0,13 \pm 0,15
Anémonas/Solitarias	Cnidaria	Anthozoa	0,16 \pm 0,19
Hidroides	Cnidaria	Hydrozoa	0.18 \pm 0.22

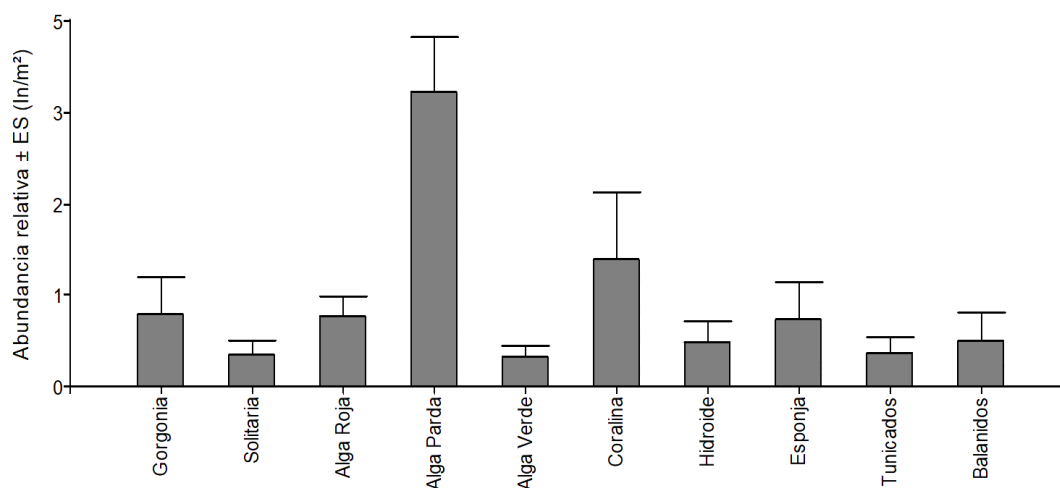
Grupo taxonómico	Filo	Clase/Subclase	Densidad (ind/m ² ± DE)
Tunicados	Chordata	Ascidiacea	0.36± 0.38
Macroalgas rojas	Rhodophyta		0.69± 0.25

Nota. Las densidades representan el promedio de individuos por metro cuadrado, con desviación estándar (DE). Datos obtenidos durante el muestreo en el Bajo Tortuga. Elaboración propia.

Gráfico No. 4

Análisis de composición biótica del Bajo Tortuga.

Desviación estándar de la media de composición biológica.

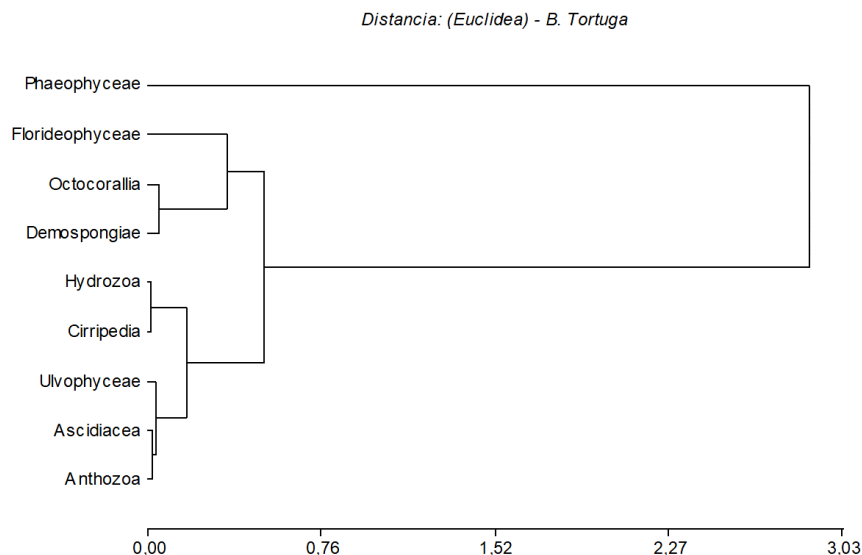


Nota: Se muestra la media de individuos observados ± desviación estándar (DE). Elaboración propia.

La composición biótica está mayormente representada por macroalgas del filo Ochrophyta, subclase Phaeophyceae (algas pardas), con una densidad promedio de $3,76 \pm 0,74$ ind/m² (DE). Les siguen organismos del orden Corallinales (algas calcáreas), cnidarios de la subclase Octocorallia, esponjas del filo Porifera (esponjas) y crustáceos del filo Arthropoda, subclase Cirripedia, con densidades de $1,46 \pm 0,92$, $0,72 \pm 0,52$, $0,70 \pm 0,25$ y $0,66 \pm 0,51$ ind/m², respectivamente. Con una proporción menor, se registraron macroalgas del filo Chlorophyta ($0,13 \pm 0,15$ ind/m²) y cnidarios de la clase Anthozoa ($0,16 \pm 0,19$ ind/m²) (Ver gráfico No.4).

Gráfico No. 5

Dendograma de unión simple basado en la media de la composición biológica en bajo Tortuga



Nota: El análisis de conglomerados se realizó con distancia euclidiana y método de ligamiento promedio. El agrupamiento refleja similitudes en los patrones de abundancia relativa de los organismos en el bajo Tortuga. Elaboración propia.

El gráfico demuestra que algunos organismos comparten patrones similares de distribución y abundancia relativa en el fondo marino del bajo Tortuga, los organismos pertenecientes a los Octocorales y las macroalgas del filo Rhodophyta, se agrupan estrechamente, sugiriendo una posible afinidad ecológica. Otros grupos como macroalgas del filo Chlorophyta, y Tunicados forman compuestos intermedios, mientras que las macroalgas del filo Ochrophyta (*Alga Parda*), al presentar la mayor densidad registrada, se ubica de manera aislada, manifestando un patrón marcadamente distinto del resto de los grupos taxonómicos. Estos resultados permiten deducir niveles de afinidad ecológica o separación funcional dentro de la comunidad bentónica del Bajo Tortuga (Ver figura 5).

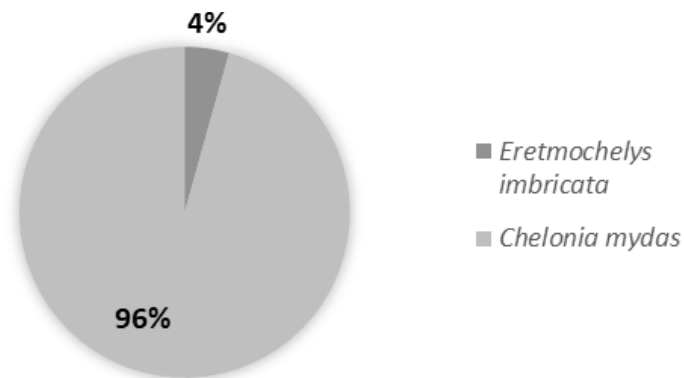
Análisis morfométrico y demográfico de las tortugas marinas en el bajo Tortuga

Se realizaron 55 monitoreos en el bajo Tortuga, por periodos de tres meses cada año, entre el 2021 y 2024. La especie dominante es *Chelonia mydas* y solo un

registro de *Eretmochelys imbricata*, durante las campañas se marcaron con TAG de titanio en las aletas delanteras un total de 16 tortugas marinas en este sitio de alimentación. Sin embargo, a lo largo de los años posteriores a la marcación, no se registraron recapturas de los individuos previamente marcados, ni por medio de observaciones directas, ni a través de reportes de pescadores o redes de varamiento (Ver anexo, tabla 4).

Gráfico No. 6

Porcentaje de especies de tortugas marinas registradas en el bajo Tortuga

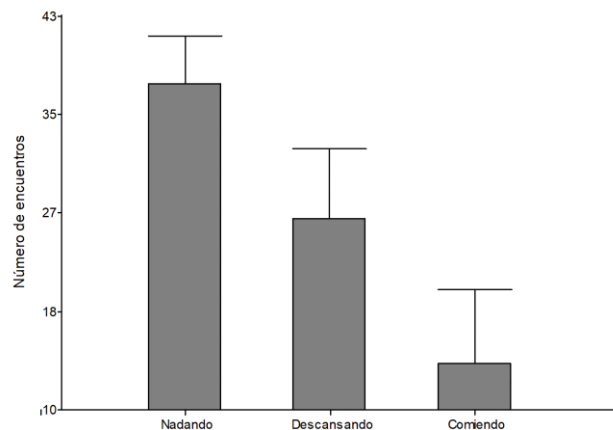


Nota: Elaboración prop

Se registró un total de 65 tortugas de las cuales el 96 % pertenecen a la especie *Chelonia mydas* y el 4 % de *Eretmochelys imbricata* (Ver gráfico No. 6).

Gráfico No. 7

a) Análisis DUNCAN en tortugas marinas registradas; comportamiento de tortugas marinas, b) especies de tortugas registradas



Nota: Elaboración propia

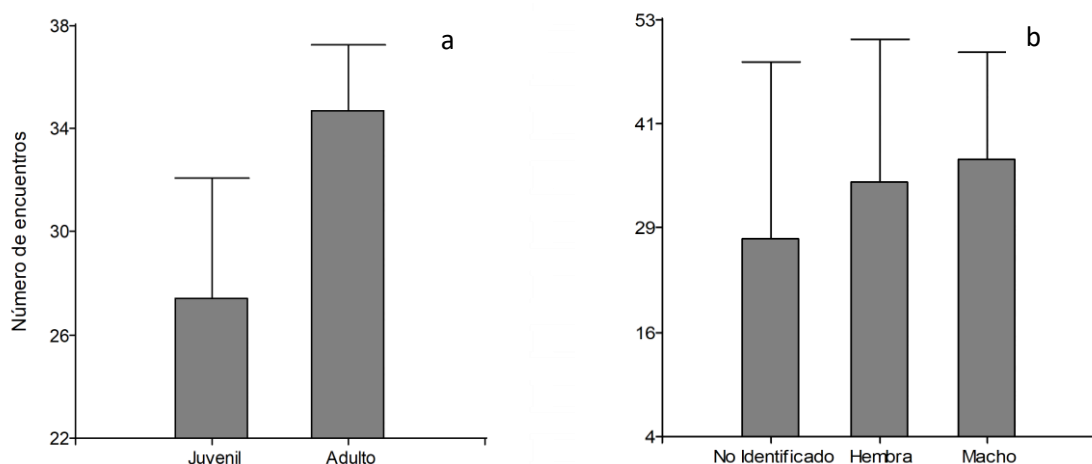
El comportamiento registrado mostrando la mayor parte de los individuos se observa nadando activamente en los bajos, un porcentaje medio de 17% se registraron descansando entre las rocas y un 15 % se reporta comiendo entre las rocas de los bajos (Ver gráfico No. 7)

En cuanto al estadio de las tortugas marinas registradas en el Bajo Tortuga, se observó una media de $34,40 \pm 16,45$ individuos (DE), de los cuales el 67 % correspondió a adultos. Por otro lado, los juveniles presentaron una media de $27,19 \pm 21,23$ individuos (DE), representando el 33 % de los avistamientos (Ver gráfico 8^a).

Respecto al sexo, se registró una media de $34,03 \pm 17,09$ individuos (DE) identificados como hembras y $36,67 \pm 12,85$ individuos (DE) como machos. Asimismo, se observaron $27,19 \pm 21,23$ individuos (DE) cuyo sexo no pudo ser determinado debido a que eran juveniles (Ver gráfico 8b).

Gráfico No. 8

Análisis de media ajustadas a desviación estándar y número de observaciones; a) estadio, b) sexo



Nota: Elaboración propia.

Caracterización del bajo Aquapark

Se ejecutó una campaña de monitoreo entre los meses de marzo y mayo del 2025 con el objetivo de realizar el mapeo del hábitat marino y la caracterización del Bajo Aquapark. Como resultado de este esfuerzo de campo, se obtuvieron

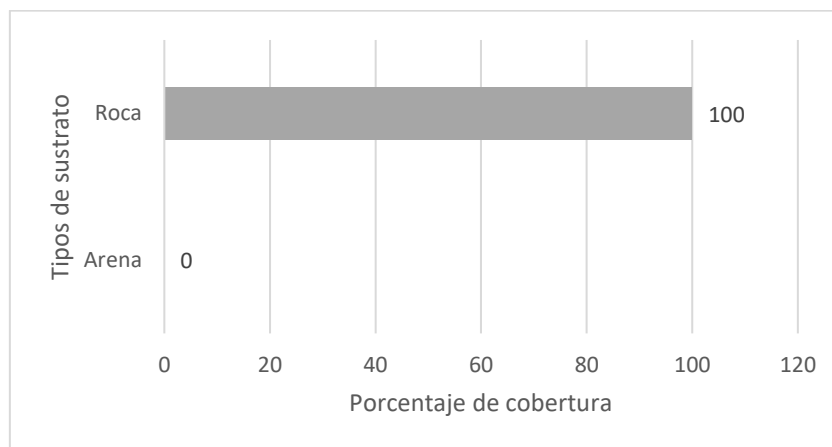
datos relevantes sobre la diversidad bentónica, cobertura de algas y la utilización del área por tortugas marinas en estadios juveniles y adultos.

Mapeo del hábitat

Para el mapeo del hábitat, se realizó un levantamiento de información entre los meses de marzo y mayo del 2025, en el bajo Aquapark, como sitio seleccionado y priorizado para el análisis.

Gráfico No. 9

Composición abiótica del fondo marino del bajo Aquapark



Nota: Tipos de sustrato & porcentaje de cobertura. Elaboración propia.

El sustrato del bajo Aquapark está compuesto en un 100% por roca y se encuentra a una profundidad media de 15 metros (Ver gráfico No.9). Se identificaron 11 grupos de organismos sésiles, se obtuvieron las coberturas en cada muestreo, las medias por individuo en un metro cuadrado y la desviación estándar (Ver tabla No. 3).

Tabla 3 Densidad promedio de (\pm DE) de grupos bentónicos registrados en el Bajo Aquapark

Grupo taxonómico	Filo	Clase/Subclase	Densidad (ind/m ² \pm DE)
Octocoral	Cnidaria	Octocorallia	3,49 \pm 1,87
Cnidario	Cnidaria	Anthozoa	11,12 \pm 7,30
Coral	Cnidaria	Anthozoa	0,37 \pm 0,41
Alga	Rhodophyta	Florideophyceae	0,15 \pm 0,07

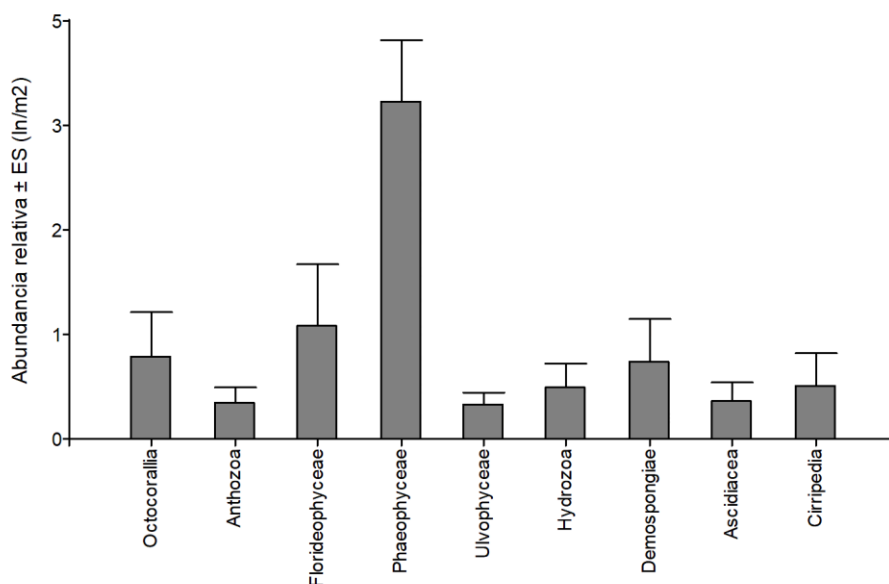
Grupo taxonómico	Filo	Clase/Subclase	Densidad (ind/m ² ± DE)
Alga	Ochrophyta	Phaeophyceae	0,16 ± 0,09
Alga	Chlorophyta	Ulvophyceae	0,03 ± 0,01
Alga calcárea	Rhodophyta	Florideophyceae	2,25 ± 0,35
Cnidario	Cnidaria	Hydrozoa	0,39 ± 0,19
Porífero	Porifera	Demospongiae	3,02 ± 2,28
Urocordado	Chordata	Ascidiacea	0,83 ± 0,61
Crustáceo	Arthropoda	Cirripedia	1,86 ± 0,50

Nota. Las densidades representan el promedio de individuos por metro cuadrado, con desviación estándar (DE). Datos obtenidos durante el muestreo en el Bajo Tortuga. Elaboración propia.

Gráfico No. 10.

Análisis de composición biótica del Bajo Aquapark

Desviación estándar de la media de composición biológica.



Nota: Se muestra la media de individuos observados ± desviación estándar (DE). Elaboración propia.

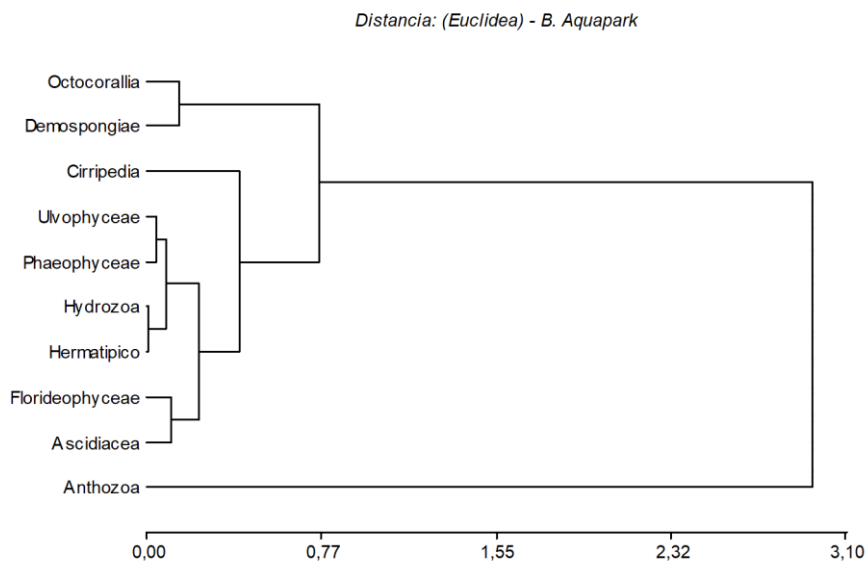
El Bajo Aquapark mostró una composición bentónica mayormente representada por corales del filo Cnidaria, con predominancia de formas solitarias (Clase Anthozoa) que alcanzaron una densidad media de 11,12 ± 7,30 ind/m² (DE),

seguidas por gorgonias pertenecientes a la subclase Octocorallia, con $3,49 \pm 1,87$ ind/m² (DE). Se registró la presencia de corales hermatípicos del género *Pocillopora* spp. (Orden Scleractinia, Clase Anthozoa), con una densidad de $0,37 \pm 0,41$ ind/m² (DE). (Ver gráfico No. 10).

Entre los invertebrados sésiles no cnidarios se encuentra presente el filo Porifera con una densidad de $3,02 \pm 2,28$ ind/m² (DE), así como el filo Chordata, Subfilo Tunicata con $0,83 \pm 0,61$ ind/m² (DE) y el filo Arthropoda, Subclase Cirripedia (Cirripedios) con $1,86 \pm 0,49$ ind/m² (DE). El filo Rhodophyta del orden Corallinales también estuvo representado con una densidad de $2,25 \pm 0,35$ ind/m² (DE). En menor proporción, se registró macroalgas del filo Rhodophyta (algas rojas) con $0,15 \pm 0,07$ ind/m² (DE), el filo Ochrophyta, de la Clase Phaeophyceae (algas pardas) con $0,16 \pm 0,08$ ind/m² (DE) y algas del Filo Chlorophyta (algas verdes) con $0,03 \pm 0,01$ ind/m² (DE) (Ver gráfico No. 10).

Gráfico No. 11

Dendrograma de unión simple basado en la media de la composición biológica bajo Aquapark



Nota: El análisis de conglomerados se realizó con distancia euclidiana y método de ligamiento promedio. El agrupamiento refleja similitudes en los patrones de abundancia relativa de los organismos. Elaboración propia.

El dendrograma muestra la estructura ecológica en el Bajo Aquapark, donde las macroalgas, los hidroides y los constructores de arrecifes como son los corales hermatípicos, forman un núcleo de alta similitud, posiblemente debido a su papel

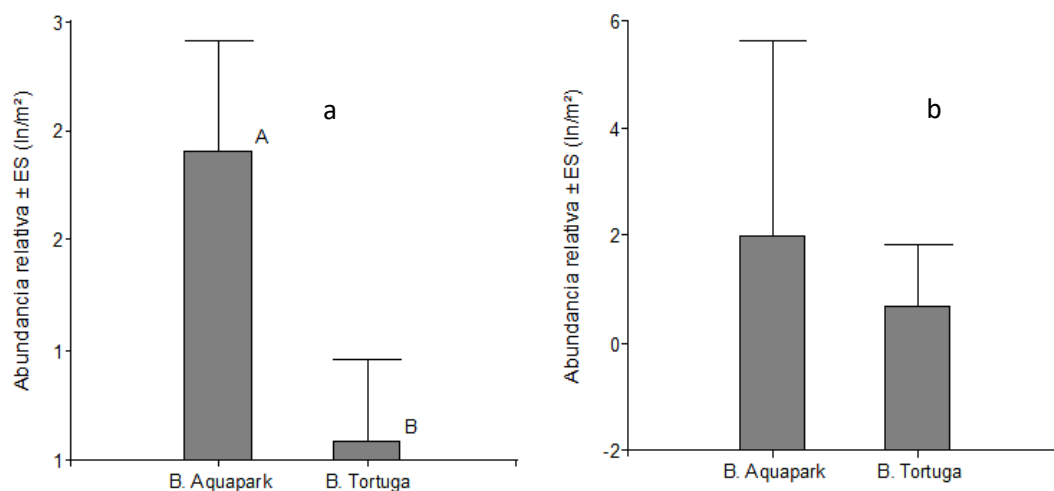
estructural y funcional en el ecosistema. Comparablemente, los filtradores sésiles como las esponjas (Dermosporangiae) y los octocorales también muestran una fuerte asociación, con los cirrípedos articulándose a este grupo. Existen o resaltan otras posibles interacciones o preferencias de hábitat, como la proximidad entre las algas rojas y las ascidias. El grupo taxonómico Anthozoa como categoría general se presenta de forma aislada.

Descripción Morfométrica y demográfica de las tortugas marinas en el bajo Aquapark

Durante las campañas realizadas entre los años 2021 y 2024, se registró un solo individuo activo sin lograr identificar la especie, talla, sexo y estadio, con comportamiento principalmente de desplazamiento lento cerca del fondo, asociado a áreas con mayor cobertura de octocorales y algas pardas. Debido a la escasez de registros, no fue posible realizar una descripción cuantitativa morfométrica ni un análisis demográfico de la población.

Gráfico No. 12

Análisis de media cobertura; a) análisis de Turkey, b) análisis desviación estándar



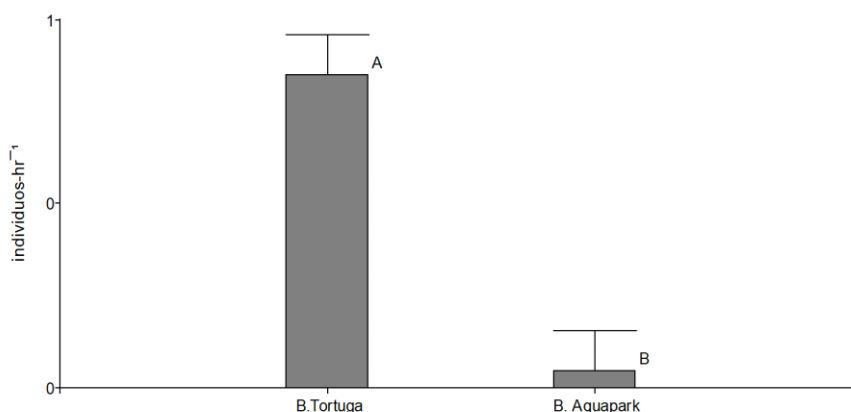
Nota: Abundancia relativa (ind/m²) ± error estándar (EE) de tortugas marinas registradas en dos sitios de forrajeo: Bajo Aquapark y Bajo Tortuga. Letras diferentes indican diferencias significativas entre sitios ($p < 0.05$). En el caso de Bajo Aquapark, a pesar de un número reducido de registros ($n=1$), se muestra el promedio relativo para ilustrar contrastes en detecciones, aunque sin pretensiones inferenciales. Elaboración propia.

Se analizaron las medias de abundancia relativa sobre la presencia de las tortugas marinas en los bajos evaluados. En el Bajo Aquapark, se obtuvo una media de 2,15 ind/m², con un error estándar (EE) de 0,49 y una desviación

estándar (DE) de $\pm 3,59$. En el Bajo Tortuga, la abundancia relativa fue de 0,85 ind/m², con un EE de 0,37 y una DE de $\pm 1,13$. La comparación estadística entre ambos sitios arrojó un valor $p = 0,0376$, indicando una diferencia significativa en las medias de abundancia relativa entre los bajos estudiados ($p < 0,05$) (Ver gráfico No. 12).

Gráfico No. 12

Análisis Turkey en abundancia promedio de tortugas registradas durante el estudio.



Nota: Medias no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). Elaboración propia.

El análisis de varianza (ANOVA) aplicado a los datos de abundancia media de tortugas marinas registradas en los bajos Aquapark y Tortuga, expuso diferencias entre los sitios, aunque la prueba post hoc de Tukey no evidenció diferencias estadísticamente significativas entre las medias ($p > 0,05$).

Relación composición biológica (densidad de tortugas marinas) y los parámetros ambientales (TSM, Salinidad y Corrientes) en los bajos estudiados.

Mediante un análisis multivariable de correspondencia canónica, entre la densidad y los parámetros ambientales, se obtuvo un gráfico biplot, en el cual se evidenció dos grupos principales entre las fechas y sitios de monitoreo y su relación con los parámetros ambientales (Ver gráfico No 13).

Grupo izquierdo:

Las muestras tomadas en el bajo Aquapark, se ubicaron preferentemente en el cuadrante inferior izquierdo del ordograma, presenta condiciones con menor salinidad y temperaturas relativamente altas, al estar opuesta al vector de salinidad y alineada con el de temperatura. Un patrón agrupado se presenta en las observaciones de tortugas en estas fechas y sitio, lo que propone una asociación específica entre estas condiciones ambientales y la presencia de individuos.

Grupo derecho: Los datos tomados en el bajo Tortuga, se distribuyeron en la parte derecha del gráfico, en alineación positiva con el vector de salinidad. Esto revela que estas observaciones se realizaron bajo condiciones de mayor salinidad. Dentro de este grupo se identificaron dos subgrupos:

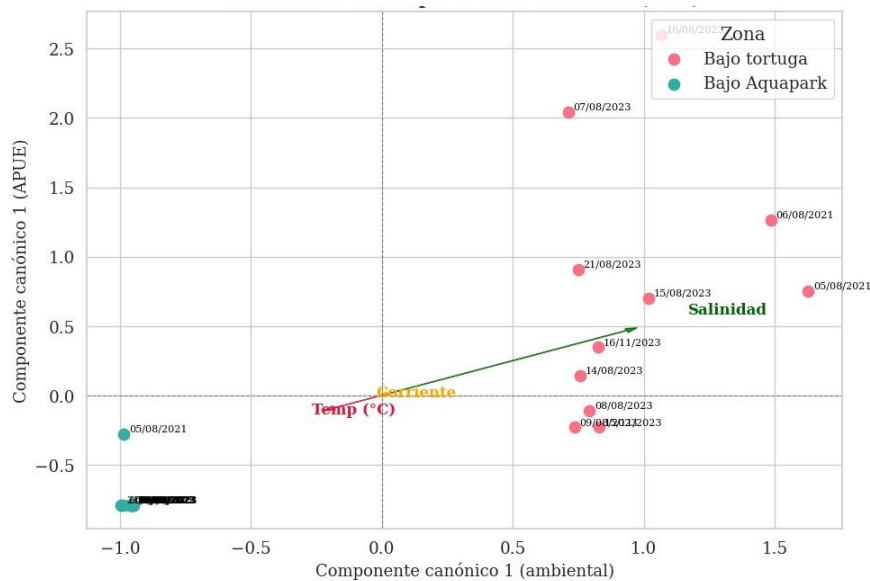
Subgrupo superior derecho: Se incluye fechas como el 16/08/2023 y 07/08/2023, asociadas con los valores más altos de salinidad registrados. La muestra del 16/08/2023 presentó la mayor densidad de tortugas (APUE), lo que sugiere una posible afinidad de la especie por estas condiciones extremas en el bajo Tortuga.

Subgrupo inferior derecho: Se incluye fechas como el 08/08/2023 y 14/08/2023, también caracterizadas por salinidad elevada, con temperaturas ligeramente más altas en comparación con el subgrupo superior. Estos contrastes sugieren una variabilidad térmica dentro del grupo de alta salinidad que podría influir en el comportamiento de las tortugas.

En conjunto, estos resultados muestran una diferenciación clara en las condiciones ambientales asociadas a las fechas de monitoreo y sitios monitoreados, lo que permite inferir posibles patrones de uso del hábitat en función de la temperatura y salinidad.

Gráfico No. 13

Análisis de correspondencia canónica (CCA)



Nota: Análisis de la Distribución de las Muestras; CC1 fechas y zonas de monitoreo y CC2 Temperatura superficial del mar (°C), Corrientes (m/s) y Salinidad. Elaboración propia.

Discusión

Los resultados de esta investigación confirman la existencia de zonas de forrajeo activas para *Chelonia mydas* en la costa sur de la provincia de Santa Elena, tanto dentro como fuera de los límites actuales de la REMACOPSE. Entre los sitios evaluados, el Bajo Tortuga presentó la mayor densidad relativa de individuos, así como una estructura bentónica dominada por macroalgas pardas (Phaeophyta), recursos alimentarios clave en la dieta de *C. mydas* (Bjørndal, 1997; Seminoff et al., 2002). Este bajo rocoso, se encuentra ubicado fuera de los límites área protegida, forma un hábitat de alimentación, dada su combinación de sustrato duro, alta disponibilidad de algas y baja profundidad.

La afinidad de *C. mydas* por áreas someras con alta cobertura vegetal ha sido documentada en diferentes regiones del Pacífico oriental, incluyendo la Isla de la Plata (Muñoz, 2009), Costa Rica (Heidemeyer, 2014) y Galápagos (Chávez, 2017; Mizobe, 2024), con iguales características y ubicadas en zonas costeras. Aunque tradicionalmente se asocia esta especie a praderas de pastos marinos (Guseman & Ehrhart, 1990), diversos estudios han registrado el consumo de macroalgas pardas, rojas y verdes en dietas de poblaciones adultas especialmente (Rincón & Rodríguez, 2003; Carrión, 2010). Esta preferencia trófica podría explicar la alta presencia de tortugas en Bajo Tortuga, cuya

cobertura algal resulta eficaz como fuente alimenticia directa y como hábitat de fauna asociada consumida de forma incidental o selectiva, especialmente por tortugas en estado juvenil (Santos et al., 2021).

El Bajo Aquapark, en contraste situado dentro de la REMACOPSE y caracterizado por mayor complejidad estructural y cobertura de octocorales y corales pétreos, no presentó evidencia de forrajeo activo durante las campañas de monitoreos. Esta ausencia podría atribuirse a la muy poca cobertura algal del fondo marino, mayor profundidad y ambientes de menor luminosidad, que limitan el desarrollo de macroalgas comestibles (Mora-Rodríguez et al., 2022). Según Musick & Limpus (1997), pueden funcionar las áreas rocosas tanto como refugio como zona de alimentación, sin embargo, su valor funcional depende de la composición del sustrato y de la biota asociada.

El análisis de correspondencia canónica (CCA) mostró que la salinidad y la temperatura son las variables ambientales que más influyen en la distribución espacial y temporal de *C. mydas* en los sitios estudiados. Particularmente, la salinidad mostró una fuerte asociación con las fechas que registraron mayor abundancia de tortugas, lo que coincide con estudios previos que sugieren que variaciones en este parámetro pueden afectar la distribución costera de especies marinas, tanto por su efecto fisiológico como por su influencia en la productividad primaria (Pilcher et al., 2000; Putman et al., 2010). Sin embargo, los análisis estadísticos comparativos no evidenciaron diferencias significativas en la abundancia media entre sitios ($p > 0,05$), lo que sugiere la necesidad de ampliar la serie temporal de monitoreo para detectar patrones más consistentes (Rees et al., 2016; Gaos et al., 2012).

Un hallazgo relevante es la ausencia de recapturas, lo cual podría indicar una alta oscilación de los individuos y un uso transitorio de los sitios evaluados, más que una residencia prolongada. Esta dinámica ha sido documentada en otras poblaciones del Pacífico oriental, donde se ha observado baja fidelidad al sitio y desplazamientos vinculados a condiciones oceanográficas o disponibilidad trófica (Seminoff et al., 2008; Broderick et al., 2007).

En cuanto a la composición por edades, se registraron tanto individuos juveniles como adultos, con mayor presencia de adultos en Bajo Tortuga. Esta

convivencia sugiere que el área cumple funciones complementarias en el ciclo vital de la especie. En el caso de juveniles, la asociación y preferencia de este grupo podría estar asociada a los microhábitats generados por algas coralinas y la fauna acompañante, como anélidos, crustáceos y moluscos epífitos, que forman parte de su dieta omnívora durante las primeras etapas de vida (Santos et al., 2021).

Respecto a otras especies, como *Lepidochelys olivacea*, no se registraron individuos en los sitios evaluados. Posiblemente, se debe a su preferencia por hábitats de fondos blandos o a fuentes alimentarias distintas, ya que se alimenta principalmente de peces, crustáceos, medusas y otros invertebrados (Polovina, 2004). La falta de registro también puede estar relacionada con diferencias en rutas migratorias, dado que se ha documentado que muchas golfinas que anidan en México y Centroamérica migran hacia zonas ecuatorianas, pero probablemente no utilizan hábitats rocosos (Arteaga, 2020).

En conjunto, los resultados demuestran que los fondos rocosos con alta cobertura de macroalgas identificados en este estudio, especialmente en Bajo Tortuga, trabajan como áreas de forrajeo clave para *C. mydas*. Estos ecosistemas deben considerarse como críticos para la conservación de la especie, ya que sostienen individuos en diferentes etapas etarias, al margen del periodo reproductivo. Estar fuera de los límites del área protegida representa una limitación para la efectividad de las estrategias de conservación actuales.

A pesar de la protección legal de *C. mydas* en Ecuador, los impactos antrópicos continúan amenazando sus hábitats costeros. La pesca incidental, el tráfico marítimo no regulado y la contaminación marina, particularmente por plásticos, han sido reportadas como las principales amenazas para estas poblaciones (Muñoz, 2009). Por tanto, se vuelve urgente incorporar este sitio mediante una ampliación del área protegida y actualizar el plan de manejo de la REMACOPSE para su zonificación e implementar medidas de mitigación específicas, como restricciones pesqueras zonales, regulación de rutas y velocidades de embarcaciones, y campañas de educación ambiental dirigida a los actores locales.

La experiencia en otras regiones ha demostrado que la protección de las zonas de alimentación en conjunto con las de anidación, es fundamental para la recuperación de las poblaciones de tortugas marinas, ya que estos sitios proveen los recursos tróficos y el refugio necesario para su supervivencia a largo plazo (Hays et al., 2000).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Sobre la identificación de zonas de forrajeo en REMACOPSE y su zona de amortiguamiento, el estudio confirmó que tanto dentro del área protegida, como su zona de amortiguamiento alojan zonas de forrajeo dinámicos para las tortugas marinas, principalmente para *Chelonia mydas*, que representó el 96 % de los individuos registrados. Se identificaron áreas clave de alimentación, descanso y tránsito en hábitats rocosos costeros poco profundos, entre 10 y 15 metros de profundidad, reforzando su valor ecológico en la conservación de esta especie.

Los sitios caracterizados presentaron diferencias notables en la estructura bentónica. El Bajo Tortuga, con mayor cobertura de macroalgas (especialmente Phaeophyta), profundidad media menor (10 m) y mejor iluminación, mostró una mayor densidad relativa de *C. mydas* y con comportamientos de forrajeo y descanso. Por el contrario, el Bajo Aquapark, con una estructura mayormente compleja y cobertura de gorgonias, esponjas y corales, pero escasa presencia de macroalgas no registró eventos claros de alimentación, lo que sugiere que el uso del hábitat se encuentra más asociado al descanso intermitente o como una ruta migratoria.

Sobre la composición demográfica y comportamiento de las tortugas, los registros incluyeron tanto juveniles (33 %) como adultos (67 %), con proporciones equilibradas entre machos y hembras. La mayoría de los individuos fueron observados en actividad de nado (68 %), seguidos por comportamiento de descanso (17 %) y alimentación (15 %). Estos datos sugieren que los bajos monitoreados funcionan como áreas de uso mixto, utilizadas tanto por adultos residentes como por juveniles en tránsito.

En lo que respecta a la relación entre abundancia y parámetros ambientales, el análisis multivariado (CCA) reveló que la salinidad fue el factor ambiental más concluyente en la variación temporal y espacial de la abundancia de tortugas, seguido por la temperatura. La mayor densidad de individuos se registró en condiciones de salinidad elevada, lo que coincide con patrones estacionales posiblemente modulados por las variaciones oceanográficas interanuales como ENSO.

Se determinaron limitaciones estadísticas y tendencias observadas, puesto que, a pesar de que el Bajo Tortuga reveló una mayor abundancia relativa de tortugas (0,775 ind/h), los análisis estadísticos no detectaron diferencias significativas entre sitios ($p > 0,05$), atribuyéndose posiblemente a la variabilidad natural de los datos y a la duración limitada del estudio. No obstante, las tendencias observadas registran un uso preferencial del Bajo Tortuga como zona de forrajeo activa.

Sobre el uso espacial y temporal del hábitat, la ausencia de recapturas sugiere un patrón de uso transitorio de los sitios evaluados, probablemente producto a una baja fidelidad al sitio y a la alta movilidad de los individuos, en concordancia con la estrategia ecológica migratoria de la especie en el Pacífico oriental.

Sobre el comportamiento de las tortugas marinas se puede concluir que hábitats rocosos con alta cobertura algal, ubicados en aguas someras, caracterizados en REMACOPSE, son preferidos por *Chelonia mydas* como los sitios de alimentación y descanso. Además, el predominio de actividad de nado y la coexistencia de adultos y juveniles refuerzan la idea de un uso mixto del hábitat, con funcionalidad ecológica heterogénea y transitoria.

Recomendaciones

Con base en estos hallazgos, proponemos las siguientes acciones concretas:

- Telemetría satelital: Marcar individuos de *C. mydas* con transmisores de satélite (PTT) permitirá trazar sus rutas migratorias y determinar la conectividad entre REMACOPSE y otras áreas de tortugas. Estudios recientes destacan la existencia de corredores costeros que conectan sitios de alimentación y anidación en el Pacífico oriental (Heidemeyer, 2014). Aplicar esta técnica en la población de la REMACOPSE aportaría información valiosa sobre orígenes y destinos de estos animales.
- Estudios genéticos: Realizar análisis genéticos ayudará a identificar la procedencia de las tortugas observadas y confirmar conexiones poblacionales con áreas como Machalilla, Galápagos u otras. Conectar datos genéticos con los de marcaje revelará la estructura poblacional y la extensión de las rutas migratorias entre estas zonas de forrajeo, para lo

cual será necesario continuar habitualmente el monitoreo de los sitios de forrajeo, incluyendo las marcaciones y obtención de datos para posibles recapturas.

- Monitoreo espacial y temporal ampliado: Ampliar el programa de monitoreo, si es posible todo el año, estaciones adicionales y sitios adyacentes dentro y fuera del área protegida reforzará la comprensión de la dinámica poblacional de largo plazo. Se recomienda coordinar métodos de prospección estandarizados localmente, tal como sugieren investigaciones previas en Ecuador (Muñoz, 2009), para facilitar análisis comparativos entre períodos y regiones. Este monitoreo perenne permitirá detectar tendencias poblacionales, estaciones pico de abundancia y evaluar la eficacia de las medidas de conservación implementadas.
- Incorporar zonas de forrajeo críticas en el plan de manejo de la REMACOPSE: Se recomienda incluir formalmente los sitios identificados como zonas de forrajeo activas, especialmente el Bajo Tortuga, en la zonificación del plan de manejo actualizado. Su excepción actual limita la efectividad de las acciones de conservación, a pesar de ser un área funcional clave para *Chelonia mydas*.
- Implementar medidas de protección para el hábitat mediante regulaciones que minimicen las amenazas en las zonas de forrajeo, tales como: restricciones de pesca artesanal e industrial en los sectores de mayor densidad de tortugas; regulación del tráfico marítimo turístico mediante control de rutas y límites de velocidad y prohibición de anclajes en áreas con alta cobertura de macroalgas o presencia frecuente de tortugas.
- Desarrollar programas de educación y participación ambiental dirigidos a pescadores artesanales, operadores turísticos y otros actores para fomentar buenas prácticas sobre el uso sostenible de los hábitats de las tortugas marinas. Incluir la capacitación para la identificación de especies, protocolos de liberación y reporte de avistamientos.
- Dada la naturaleza migratoria de *C. mydas*, se sugiere fortalecer alianzas con programas de conservación en áreas, tales como, Parque Nacional Galápagos, Reserva Marina de Galápagos, Isla de la Plata, y países

vecinos (Perú, Costa Rica y Chile), para promover corredores marinos protegidos y enfoques de manejo conjunto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abella Pérez, E. (2010). *Factores ambientales y de manejo que afectan al desarrollo embrionario de la tortuga marina Caretta caretta: Implicaciones en programas de incubación controlada* [Tesis doctoral, Universidad de Valencia].

<https://roderic.uv.es/handle/10550/13847>

Alava, J. J., & Barragán-Paladines, M. J. (2017). "The missing hawksbill sea turtles (*Eretmochelys imbricata*) from the Guayaquil Gulf, Ecuador: Novel occurrence and conservation implications." ("The missing hawksbill sea turtles (*Eretmochelys imbricata*) from the Guayaquil Gulf, Ecuador: Novel occurrence and conservation implications") *Journal of Marine Animals and Their Ecology*, 9(1), 3–6.

Albouy, C., Delattre, V. L., Mérigot, B., Meynard, C. N., & Leprieur, F. (2017). Multifaceted biodiversity hotspots of marine mammals for conservation priorities. *Diversity and Distributions*, 23(6), 615–626. <https://doi.org/10.1111/ddi.12556>

Almada-Villela, P. C., Sale, P. F., Gold-Bouchot, G., & Kjerfve, B. (2003). *Manual of methods for the MBRS synoptic monitoring program: Selected methods for monitoring physical and biological parameters for use in the Mesoamerican region* (p. 155). MBRS Project.

Álvarez-Varas, R., Medrano, C., Benítez, H. A., Guerrero, F., León Miranda, F., Vianna, J. A., González, C., & Véliz, D. (2022). "Genetics, morphometrics and health characterization of green turtle foraging grounds in mainland and insular Chile." ("Animals | Free Full-Text | Genetics, Morphometrics and Health ...") *Animals*, 12(12), 1473. <https://doi.org/10.3390/ani12121473>

- Arteaga, A., & Guayasamin, J. M. (2020). *Lepidochelys olivacea*. En A. Arteaga, L. Bustamante, & J. Vieira (Eds.), *Reptiles del Ecuador: La vida en medio del mundo*. Recuperado de <https://www.reptilesofecuador.com>
- Beggs, J. A., Horrocks, J. A., & Krueger, B. H. (2007). Increase in hawksbill sea turtle *Eretmochelys imbricata* nesting in Barbados, West Indies. *Endangered Species Research*, 3(2), 159-168.
- Bjorndal, K. A. (1997). Foraging ecology and nutrition of sea turtles. In P. L. Lutz & J. A. Musick (Eds.), *The biology of sea turtles* (pp. 199–231). (“Foraging Selectivity of the Hawksbill Sea Turtle (*Eretmochelys* ...)”) CRC Press.
- Bjorndal, K. A., & Bolten, A. B. (1988). Growth rates of immature green turtles (*Chelonia mydas*) on feeding grounds in the southern Bahamas. *Copeia*, 1988(3), 555–564.
- Broderick, A. C., Coyne, M. S., Fuller, W. J., Glen, F., & Godley, B. J. (2007). Fidelity and over-wintering of sea turtles. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 274(1617), 1533–1539. <https://doi.org/10.1098/rspb.2007.0211>
- Carr, A., Carr, M. H., Meylan, A. (1978). The ecology and migrations of sea turtles. Part 7. The west Caribbean green turtle colony, 162, 1-46. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.*
- Carrión-Cortés, J., Canales-Cerro, C., Arauz, R., & Riosmena-Rodríguez, R. (2013). Habitat use and diet of juvenile eastern Pacific hawksbill turtles (*Eretmochelys imbricata*) in the North Pacific coast of Costa Rica. *Chelonian Conservation and Biology*, 12(2), 235–245. <https://doi.org/10.2744/CCB-1033.1>
- Carrión-Cortez, J. A., Zárate, P., & Seminoff, J. A. (2010). Feeding ecology of the green sea turtle (*Chelonia mydas*) in the Galápagos Islands. *Journal of the*

Marine Biological Association of the United Kingdom, 90(5), 1005–1013.

<https://doi.org/10.1017/S0025315410000126>

Chaves, J. A., Peña, M., Valdés-Uribe, J. A., Muñoz-Pérez, J. P., Vallejo, F., Heidemeyer, M., & Torres-Carvajal, O. (2017). Connectivity, population structure, and conservation of Ecuadorian green sea turtles. *Endangered Species Research*, 32, 251–264. <https://doi.org/10.3354/esr00810>

Coello, D. M., & Herrera, M. (2010). *Incidencia de tiburones, rayas, aves, tortugas y mamíferos marinos en la pesquería artesanal con enmalle de superficie en la caleta pesquera de Santa Rosa (Provincia de Santa Elena)*. Instituto Nacional de Pesca.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. (2022). *Programa Nacional de Conservación de Tortugas Marinas* (80 pp.). Gobierno de México.

<https://www.conanp.gob.mx/documentos/Programa-Nacional-De-Conservacion-De-Tortugas-Marinas.pdf>

Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas. (2017). *Estado de conservación y uso de hábitats de las tortugas marinas en el océano en el Pacífico Oriental* (CIT-CC8-2011-Tec.1).

Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas (CIT). (2018). *Tendencias de anidación de la tortuga verde (Chelonia mydas) en el Océano Pacífico Oriental: Actualización del estado y prioridades de conservación* (CITCC15-2018-Tec.15).

Eckert, K. L., Bjorndal, K. A., Abreu-Grobois, F. A., & Donnelly, M. (Eds.). (2000). *Research and management techniques for the conservation of sea turtles* (No. 4). IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group.

- Estes, J. A., Heithaus, M., McCauley, D. J., Rasher, D. B., & Worm, B. (2016). Impacts of marine megafauna on ecosystem structure and function. *Annual Review of Environment and Resources*, 41, 83–116. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-110615-085622>
- Fernández, L. (2018). *Abundancia relativa y distribución de la tortuga carey (Eretmochelys imbricata) en el Golfo de Guayaquil y el Archipiélago de Jambelí. En Simposio de Tortugas Marinas de Ecuador 2018.*
- Fonseca, L. G., Quirós, W., Villachica, W. N., Mora, J., Heidemeyer, M., & Valverde, R. A. (2013). *Anidación de tortuga verde (Chelonia mydas) del Pacífico, en la Isla San José, Área de Conservación Guanacaste, Costa Rica (Temporada 2012-2013)* [Informe técnico]. Instituto de Estudios Tropicales, Costa Rica.
- Frazier, J. (2014). *La situación regional de las tortugas marinas en el Pacífico Sudeste*. Comisión Permanente del Pacífico Sur – CPPS. Guayaquil, Ecuador. 98 pp. + 3 anexos.
- Frazier, J., & Salas, S. (1982). Ecuador closes commercial turtle fishery. *Marine Turtle Newsletter*, 20, 5–6.
- Gaos, A. R., Lewison, R. L., Wallace, B. P., Yañez, I. L., & Nichols, W. J. (2012). Spatial ecology of critically endangered hawksbill turtles (*Eretmochelys imbricata*) in the eastern Pacific Ocean. *Biological Conservation*, 145(1), 15–22. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.09.020>
- Gómez, R., Martínez, M., & Aranda, N. (2011). *Técnicas de investigación cualitativa para ciencias sociales*. Editorial Trillas.
- Gotelli, N. J., & Ellison, A. M. (2013). *A primer of ecological statistics* (2nd ed.). Sinauer Associates.

Guseman, L., & Ehrhart, L. (1990). Green turtles of sabellariid worm reefs: Initial results for the studies of the Florida Atlantic Coast. In *Proceedings of the Tenth Annual Workshop on Sea Turtle Biology and Conservation* (NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFC-278). U.S. Department of Commerce.

Hamilton, R. J., Bird, T., Gereniu, C., Pita, J., Ramohia, P. C., Walter, R., ... & Limpus, C. (2015). Solomon Islands' largest hawksbill turtle rookery shows signs of recovery after 150 years of excessive exploitation. *PLoS ONE*, *10*(4), e0121435. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0121435>

Hendrickson, J. R. (1958). The green sea turtle, *Chelonia mydas* (Linn.) in Malaya and Sarawak. *Proceedings of the Zoological Society of London*, *130*, 455–535.

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill.

https://data.marine.copernicus.eu/product/GLOBAL_ANALYSISFORECAST_PHY_001_024/description <https://doi.org/10.48670/moi-00016>

Huerta Chávez, M. E. (2017). Relación del sistema cráneo-mandibular y los hábitos alimentarios en dos especies de tortugas marinas (Doctoral dissertation, Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas).

Hurtado, M. (1982). The Ban on the Exportation of Turtle Skin from Ecuador. *Marine Turtle Newsletter* 20:1-4.

Hurtado, M. (1987). Las tortugas marinas y la pesca artesanal. Subsecretaría de Recursos Pesqueros INP/EPM. *Revista la Pesca Artesanal en Ecuador*: 34–37.

Hurtado, M.A., M. Hurtado y L. Hurtado. (2012). Estado de la Contaminación Marina en Ecuador. Informe de Consultoría. Plan de Acción del Pacífico Sudeste, Comisión Permanente del Pacífico Sur.

- Jones, M. L., Swartz, S. L., Würsig, B., Perrin, W., & Thewissen, J. (2002). *Enciclopedia de mamíferos marinos*. Academic Press.
- Learmonth, J. A., MacLeod, C. D., Santos, M. B., Pierce, G. J., Crick, H. Q. P., & Robinson, R. A. (2006). Potential effects of climate change on marine mammals. *Oceanography and Marine Biology*, 44, 431.
- Legendre, P., & Legendre, L. (2012). *Numerical ecology* (3rd ed.). Elsevier.
- Legendre, P., & Legendre, L. (2012). *Numerical ecology* (3rd English ed.). Elsevier.
- Lewison, R. L., Crowder, L. B., Wallace, B. P., Moore, J. E., Cox, T., Zydelski, R., ... & Safina, C. (2014). Global patterns of marine mammal, seabird, and sea turtle bycatch reveal taxa-specific and cumulative megafauna hotspots. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(14), 5271–5276. <https://doi.org/10.1073/pnas.1318960111>
- Liles, M. J., Jandres, M. V., López, W. A., Mariona, G. I., Hasbún, C. R., & Seminoff, J. A. (2011). Hawksbill turtles *Eretmochelys imbricata* in El Salvador: Nesting distribution and mortality at the largest remaining nesting aggregation in the eastern Pacific Ocean. *Endangered Species Research*, 14(1), 23–30. <https://doi.org/10.3354/esr00332>
- MAAE, WildAid, & GIZ. (2020). *Plan de acción para la conservación de las tortugas marinas 2021–2030*. Ministerio del Ambiente y Agua del Ecuador, WildAid Inc., y Cooperación Técnica Alemana – GIZ.
- MAE. (2014). *Plan nacional para la conservación de las tortugas marinas*. <http://conservation.org.ec/wp-content/uploads/2014/12/Plan-Nacional-tortugas-COMPLETO-PdF.pdf>

Martínez Fornos, G. (2021). Estudio de las poblaciones de cetáceos y tortugas marinas en la Zona de Especial Conservación Valles submarinos del Escarpe de Mazarrón.

Meylan, A. &. (2000). Introducción a la evolución, historias de vida y biología de las tortugas marinas. En técnicas de investigación y manejo para la conservación de las tortugas marinas. Eckert, K.L., Bjorndal, K.A., Abreu-Grobois, F.A & Donnelly, M (Eds). Publicación N° 4.

Miller, J. D., Dobbs, K. A., Limpus, C. J., Mattocks, N., & Landry Jr, A. M. (1998). Long-distance migrations by the hawksbill turtle, *Eretmochelys imbricata*, from north-eastern Australia. *Wildlife Research*, 25(1), 89-95.

Ministerio de Ambiente y Agua. (2020). Acuerdo-Ministerial-Nro.-MAE-2020-006_Plan de manejo REMACOPSE (1).

Ministerio del Ambiente y Agua, WildAid, Cooperación Técnica Alemana. (2020). Plan de Acción para la Conservación de las Tortugas Marinas en Ecuador 2020 - 2030. Ministerio del Ambiente y Agua de Ecuador.

Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (2023). *Lineamientos para la elaboración de planes de manejo de las áreas protegidas del Ecuador*.

Dirección de Áreas Protegidas y Otras Formas de Conservación. Quito, Ecuador.

Ministerio del Ambiente. (2020). Plan de Manejo de la Reserva de Producción de Fauna Marino Costera Puntilla de Santa Elena. Salinas, Ecuador: Fundación Ecológica Bioeducar y Conservación Internacional Ecuador.

Miranda, C. (2019a). *Investigación de tortugas marinas y evaluación de las áreas críticas de anidación, forrajeo y migración de tortugas marinas en la costa continental del Ecuador: Informe de la temporada de anidación de tortugas carey*

(Eretmochelys imbricata) en el Parque Nacional Machalilla y sus alrededores, con énfasis en la Playita de Salango.

Miranda, C. (2019b). Ecuador. En Rguez-Baron, J. M., Kelez, S., Liles, M., Zavala-Norzagaray, A., Torres-Suárez, O. L., & Amorocho, D. (Eds.), *Sea Turtles in the East Pacific Region: MTSG Annual Regional Report 2019*. Grupo Especialista en Tortugas Marinas de la UICN-SSC.

Miranda, C., Vallejo, F., Baquero, A., Ladines, B., & Gaos, A. (2018). Monitoreo de anidación de tortugas carey (*Eretmochelys imbricata*) en la costa centro continental del Ecuador: Un resumen de diez años de monitoreo. En *Simposio de Tortugas Marinas de Ecuador 2018*.

Mizobe C, Contreras-López M (2014) Anidación de tortugas marinas en la provincia de Manabí, Ecuador. *Revista La Técnica* 12: 38–55.

Mora-Rodríguez, R., Piedra-Castro, E., & Fonseca, A. C. (2022). Influencia de la estructura bentónica en el uso de hábitat por *Chelonia mydas* en zonas costeras del Pacífico oriental. *Revista de Biología Tropical*, 70(1), 120–134.

Muñoz JP (2013) Home ranges and movements of adult male green sea turtles (*Chelonia mydas*) in San Cristóbal Island, Galápagos, Ecuador. MSc thesis, Townsville, Australia, James Cook University.

Muñoz Pérez, J. P. (2009). Identificación y estudio preliminar de los sitios críticos para anidación, forrajeo y descanso de las tortugas marinas en la costa centro y norte del Ecuador (Bachelor's thesis, Quito: USFQ, 2009).

Muñoz-Pérez, J. P., J. G. Castañeda, F. Vallejo, M. Hirschfeld, C. Miranda, G. A. Lewbart, K. J. Lohmann, A. Gaos, J. W. Rowe, D. Alarcón-Ruales. 2018a. Movimientos a larga distancia de las Tortugas Carey de las Galápagos. En *Simposio de Tortugas Marinas de Ecuador 2018*.

Musick, J.A. & Limpus, C.J. (1997). Habitat utilization and migration in juvenile sea turtles. In: Lutz, P.L & Musick, J.A (Eds). *The Biology of Sea Turtles.*, 137-163. Boca Ratón, FL: CRC Press.

Ojo al Clima. (s.f.). *Cambio climático, contaminación y pesca incidental en el Pacífico amenazan a la tortuga marina más grande del mundo.*
<https://ojoalclima.com/articles/cambio-climatico-contaminacion-y-pesca-incidental-en-el-pacifico-amenazan-a-la-tortuga-marina-mas-grande-del-mundo>

Peeper, C., Leprieur, F., Silvestro, D., Lefcheck, J. S., Albouy, C., Rasher, D. B., ... & Griffin, J. N. (2020). Functional diversity of marine megafauna in the Anthropocene. *Science Advances*, 6(16), eaay7650.
<https://doi.org/10.1126/sciadv.aay7650>

Pilcher, N. J., Enderby, S., Stringell, T., & Bateman, L. (2000). Nearshore turtle habitats and their importance for sea turtle conservation in Malaysia. *Marine Turtle Newsletter*, 89, 13–15.

Pino Selles, R. (2025). Situación actual de las tortugas marinas en Centroamérica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(2), 6379–6409. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2.17371

Plotkin, P. (Ed.). (2007). *Biology and conservation of ridley sea turtles.* Johns Hopkins University Press.

Plotkin, P. T., Briseño-Dueñas, R., Abreu-Grobois, F. A., Seminoff, J. A., & Wallace, B. P. (2012). Interpreting signs of olive ridley recovery in the Eastern Pacific. In J. A. Seminoff & B. P. Wallace (Eds.), *Sea turtles of the Eastern Pacific: Advances in research and conservation* (pp. 302–335). University of Arizona Press.

Polovina, J. J., Balazs, G. H., Howell, E. A., Parker, D. M., Seki, M. P., & Dutton, P. H. (2004). Forage and migration habitat of loggerhead (*Caretta caretta*) and olive ridley (*Lepidochelys olivacea*) sea turtles in the central North Pacific Ocean. *Fisheries Oceanography*, 13(1), 36–51. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2419.2004.00235.x>

Putman, N. F., Endres, C. S., Lohmann, C. M. F., & Lohmann, K. J. (2010). Magnetic navigation behavior of juvenile turtles. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(5), 1896–1901. <https://doi.org/10.1073/pnas.0914607107>

Ramírez Villanueva, R. I. (2020). Caracterización de zonas de agregación y alimentación de tortuga golfina *Lepidochelys olivacea* (ESCHSCHOLTZ, 1829) en la costa de Oaxaca, México.

Rees, A. F., Alfaro-Shigueto, J., Barata, P. C. R., Bjorndal, K. A., Bolten, A. B., Bourjea, J., ... & Godley, B. J. (2016). ¿Are we working towards global research priorities for management and conservation of sea turtles? *Endangered Species Research*, 31, 337–382. <https://doi.org/10.3354/esr00801>

Rguez-Baron J.M., Kelez S., Lilies M., Zavala-Norzagaray A., Torres-Suárez O.L., Amorocho D. (Eds.) (2019). Sea Turtles in the East Pacific Region: MTSG Annual Regional Report 2019. Draft Report of the IUCN-SSC Marine Turtle Specialist Group, 2019.

Richardson, P. B., Broderick, A. C., Campbell, L. M., Godley, B. J., & Ranger, S. (2006). Marine turtle fisheries in the UK overseas territories of the Caribbean: Domestic legislation and the requirements of multilateral agreements. *Journal of International Wildlife Law and Policy*, 9(3), 223–246. <https://doi.org/10.1080/13880290600838733>

Rincón-Díaz, M. P., & Rodríguez-Zárate, C. J. (2004). Caracterización de playas de anidación y zonas de alimentación de tortugas marinas en el Archipiélago de San Bernardo, Caribe Colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras - INVEMAR*, 33(1), 137–158.

Roff, J. C., Taylor, M. E., & Laughren, J. (2003). Geophysical approaches to the classification, delineation and monitoring of marine habitats and their communities. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 13(1), 77–90. <https://doi.org/10.1002/aqc.527>

Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, M. P. B. (2014). *Metodología de la investigación: Rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (5.ª ed.). McGraw-Hill.

Secretaría CIT. (2004). *Una introducción a las especies de tortugas marinas del mundo*. Secretaría de la Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas (CIT). Octubre, San José, Costa Rica.

Segura, M., et al. (2020). *Feeding habitats and foraging ecology of marine turtles*. Marine Ecology Progress Series, 651, 1-15.

Seminoff, J. A., Resendiz, A., & Nichols, W. J. (2002). Diet of East Pacific green turtles (*Chelonia mydas*) in the central Gulf of California, Mexico. *Journal of Herpetology*, 36(3), 447-453.

Seminoff, J. A., Resendiz, A., & Nichols, W. J. (2002). Home range of green turtles (*Chelonia mydas*) at a coastal foraging area in the Gulf of California, Mexico. *Marine Ecology Progress Series*, 242, 253–265. <https://doi.org/10.3354/meps242253>

Seminoff, J. A., Resendiz, A., & Nichols, W. J. (2002). Home range of green turtles *Chelonia mydas* at a coastal foraging area in the Gulf of California, Mexico.

Marine Ecology Progress Series, 242, 253–265.

<https://doi.org/10.3354/meps242253>

Seminoff, J. A., Zárata, P., Coyne, M., Foley, D. G., Parker, D., Lyon, B. N., & Dutton, P. H. (2008). Post-nesting migrations of Galápagos green turtles *Chelonia mydas* in relation to oceanographic conditions: Integrating satellite telemetry with remotely sensed ocean data. *Endangered Species Research*, 4, 57–72. <https://doi.org/10.3354/esr003043>

Seminoff, J. A., Zárata, P., Coyne, M., Foley, D. G., Parker, D., Lyon, B. N., & Dutton, P. H. (2008). Post-nesting migrations of Galápagos green turtles *Chelonia mydas* in relation to oceanographic conditions: Integrating satellite telemetry with remotely sensed ocean data. *Endangered Species Research*, 4(1–2), 57–72. <https://doi.org/10.3354/esr00066>

Sequeira, A. M. M., Hays, G. C., Sims, D. W., Eguíluz, V. M., Rodríguez, J. P., Heupel, M. R., ... & Duarte, C. M. (2019). Overhauling ocean spatial planning to improve marine megafauna conservation. *Frontiers in Marine Science*, 639.

Sequeira, A. M. M., Hays, G. C., Sims, D. W., Eguíluz, V. M., Rodríguez, J. P., Heupel, M. R., ... & Duarte, C. M. (2019). Overhauling ocean spatial planning to improve marine megafauna conservation. *Frontiers in Marine Science*, 6, 639. <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00639>

Sinambela, M., & Sipayung, M. (2023). The effects of physical and chemical characteristics on the macrozoobenthos communities of Babura River, Medan. *Annals of Forest Research*, 66(1), 3993–4004. <https://doi.org/10.15287/afr.2023.2333>

Steel, R. G. D., Torrie, J. H., & Dickey, D. A. (1997). *Principles and procedures of statistics: A biometrical approach* (3rd ed.). McGraw-Hill.

- Sterling, E. J., McFadden, K. W., Holmes, K. E., Vintinner, E. C., Arengo, F., & Naro-Maciel, E. (2013). Ecology and conservation of marine turtles in a central Pacific foraging ground. *Chelonian Conservation and Biology*, 12(1), 2–16. <https://doi.org/10.2744/CCB-1014.1>
- Ter Braak, C. J. F. (1986). Canonical correspondence analysis: A new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology*, 67(5), 1167–1179. <https://doi.org/10.2307/1938672>
- Turner Tomaszewicz CN, Seminoff JA, Avens L, Goshe LR, Rguez-Baron JM, Peckham SH, Kurle CM (2018) Expanding the coastal forager paradigm: long-term pelagic habitat use by green turtles *Chelonia mydas* in the eastern Pacific Ocean. *Mar Ecol Prog Ser* 587:217-234 <https://doi.org/10.3354/meps12372>
- Cuevas, E. (2017). Dimensiones espacial y temporal de los procesos de selección de hábitats críticos por las tortugas marinas. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 52(2), 187–199. <https://doi.org/10.4067/S0718-19572017000200001>
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). (2024). *Lista Roja de especies amenazadas*. <https://www.iucnredlist.org>
- Uribe-Martínez, A., Liceaga-Correa, M. D. L. A., & Cuevas, E. (2021). Critical in-water habitats for post-nesting sea turtles from the southern Gulf of Mexico. *Journal of Marine Science and Engineering*, 9(8), 793. <https://doi.org/10.3390/jmse9080793>
- Valverde Velásquez, A. M. (2019). *Caracterización de la comunidad de tortugas marinas presentes en la zona costera del cantón La Libertad–Ecuador* [Tesis de licenciatura, Universidad Estatal Península de Santa Elena].

Venegas-Li, R., Palacios Alfaro, J. D., & Martínez Fernández, D. (2015). Agregación costera de tortugas marinas en aguas del Pacífico Sur de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 63, 1-8.

<http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v63i1.23076>

Wallace, B. P., DiMatteo, A. D., Bolten, A. B., Chaloupka, M. Y., Hutchinson, B. J., Abreu-Grobois, F. A., ... & Mast, R. B. (2011). Global conservation priorities for marine turtles. *PLOS ONE*, 6(9), e24510.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0024510>

Wallace, B. P., Kot, C. Y., DiMatteo, A. D., Lee, T., Crowder, L. B., & Lewison, R. L. (2013). Impacts of fisheries bycatch on marine turtle populations worldwide: Toward conservation and research priorities. *Ecosphere*, 4(3), 1–49.

<https://doi.org/10.1890/ES12-00388.1>

Zar, J. H. (2010). *Biostatistical analysis* (5th ed.). Prentice Hall.

ANEXOS

Ilustración 10 Registro fotográfico de las actividades realizadas.




	
<p>Foto 1. Snorkel tipo Manta (Bajo Casa Lobos).</p>	<p>Foto 2. Snorkel libre (Zona de Amortiguamiento Puerto Pesquero Anconcito).</p>
	
<p>Foto 3. Toma de datos morfométricos.</p>	



Foto 4. Ubicación del TAG en las tortugas marinas

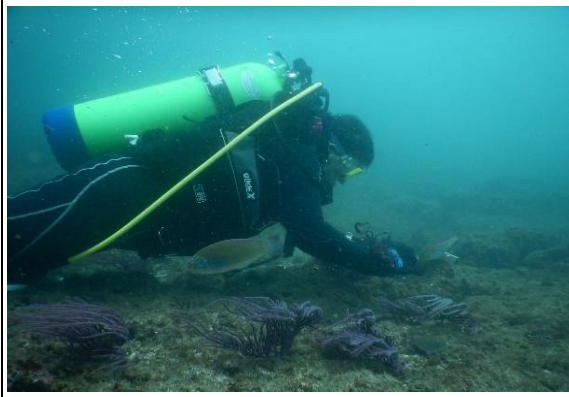


Foto 5. Actividades de mapeo del hábitat.



Foto 13. *Chelonia mydas* adulta en la superficie.



Foto 14. *Chelonia mydas* adulta nadando.



Foto 15. *Chelonia mydas* adulta descansando.



Foto 16. *Chelonia mydas* alimentándose.

Tabla 4 Formato de registro de datos mapeo de hábitat

Data de espacio submarino			
Nombre del sitio del muestreo	Bajo Tortuga	Tiempo de Muestreo	62 min
Metros	Tipo de sustrato		Temperatura
	Arena	Roca	24,4
5		X	
10		X	
15		X	
20		X	
25		X	
30	X		
35		X	
40	X		
45	X		
50	X		
Resultado:	El 60% del bajo este compuesto por roca y el 40% arena.		
Observaciones:	Se observa poca biodiversidad y se contaminación por plásticos y arte de pesca		

Tabla 5 Tabla de datos sobre las tortugas marcadas y codificadas con TAG y sus datos morfométricos y demográficos

FECHA	ZONA DE MANEJO DE REMACOPSE	LUGAR	ESPECIE	SEXO	TAG	LCC	ACC	ACTIVIDAD
06/08/2023	ZA	Bajo tortuga	Eretmochelys imbricata	ND	EC 281 - EC 282	45	43	Comiendo
07/08/2023	ZA	Bajo tortuga	Chelonia mydas	Hembra	EC 283 - EC 284	66	65	Descansando
08/08/2023	ZA	Bajo tortuga	Chelonia mydas	Hembra	EC 285 - EC 286	68	48	Descansando
09/08/2023	ZA	Bajo tortuga	Chelonia mydas	Hembra	EC 287 - EC 288	51	50	Nadando
15/08/2023	ZA	Bajo tortuga	Chelonia mydas	Hembra	EC 289 - EC 290	62	60	Nadando
15/08/2023	ZA	Bajo tortuga	Chelonia mydas	Hembra	EC 291 - EC 292	65	60	Comiendo
15/08/2023	ZA	Bajo tortuga	Chelonia mydas	Hembra	EC 293 - EC 294	47	44	Comiendo
16/08/2023	ZA	Bajo tortuga	Chelonia mydas	Hembra	EC 295 - EC 296	57	53	Descansando
21/08/2023	ZA	Bajo tortuga	Chelonia mydas	Hembra	EC 297 - EC 298	70	67	Nadando
21/08/2023	ZA	Bajo tortuga	Chelonia mydas	Hembra	EC 269 - EC 270	66	64	Nadando
21/08/2023	ZA	Bajo tortuga	Chelonia mydas	Hembra	EC 271 - EC 272	61	60	Nadando
15/11/2023	ZA	Bajo tortuga	Chelonia mydas	Hembra	EC 3801 - EC 3802	96	93	Nadando
14/02/2024	ZA	Bajo tortuga	Chelonia mydas	Hembra	EC 3813 - EC 3815	61	61	Comiendo
14/02/2024	ZA	Bajo tortuga	Chelonia mydas	Hembra	EC 3816 - EC 3817	66	64	Comiendo
04/04/2024	ZA	Bajo tortuga	Chelonia mydas	Hembra	EC 3820 - EC 3821	60	59	Nadando
09/05/2024	ZA	Bajo tortuga	Chelonia mydas	Macho	EC 3822 - EC 3823	84	82	Descansando

CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO

Certifico que después de revisar el documento final del trabajo de titulación denominado Caracterización de los sitios de forrajeo de tortugas marinas en la Reserva Puntilla de Santa Elena presentado por el estudiante, Beatriz Virginia Ladines Villamar fue enviado al Sistema Anti-plagio COMPILATIO, presentando un porcentaje de similitud correspondiente al 6%, por lo que se aprueba el trabajo para que continúe con el proceso de titulación.



TUTOR

Bлга. Erika A. Salavarría Palma, Ph.D.