

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR**  
**ESCUELA DE BIOLOGÍA MARINA**



**“IDENTIFICACIÓN DE LAS CAUSAS DE MUERTE Y  
VARAMIENTO DE TORTUGAS MARINAS  
(CHELONIOIDEA) EN LA PLAYADE LA DIABLICA -  
SALINAS, ENTRE LOS MESES DE OCTUBRE DE 2014 A  
MARZO DE 2015.”**

**TESIS DE GRADO**

Previa a la obtención del Título de:

**BIÓLOGO MARINO**

**GALO FERNANDO MENÉNDEZ MACÍAS**

**LA LIBERTAD – ECUADOR**

2015

UNIVERSIDAD ESTATAL

PENINSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR

ESCUELA DE BIOLOGÍA MARINA

“IDENTIFICACIÓN DE LAS CAUSAS DE MUERTE Y VARAMIENTO DE  
TORTUGAS MARINAS (CHELONIOIDEA) EN LA PLAYA DE LA DIABLICA –  
SALINAS, ENTRE LOS MESES DE OCTUBRE DE 2014 A MARZO DE 2015”

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

BIÓLOGO MARINO

GALO FERNANDO MENÉNDEZ MACÍAS

LA LIBERTAD – ECUADOR

2015

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

“La responsabilidad del contenido de la presente Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Estatal Península de Santa Elena y al Ministerio de Ambiente del Ecuador (MAE).”

---

Galo Fernando Menéndez Macías

## **DEDICATORIA**

A mi familia, por ser el pilar  
fundamental de mi vida, y ya que sin ellos  
no hubiera podido alcanzar este logro.

A Lisha Vélez, por su cariño,  
comprensión e invaluable apoyo.

## **AGRADECIMIENTO**

A mis padres, porque su apoyo y motivación han sido indispensable para la realización de este trabajo.

Al Blgo. Douglas Vera I. por los conocimientos aportados como tutor para el correcto desarrollo de la presente investigación.

## TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

---

Ing. Gonzalo Tamayo Castañeda.  
Decano Facultad Ciencias del Mar

---

Blgo. Richard Duque Marín, Mgt.  
Director Escuela Biología Marina

---

Blgo. Douglas Vera Izurieta, M.Sc  
Docente Tutor

---

Blga. Tanya González Banchón, Mgt.  
Docente de Área.

---

Abg. Joe Espinoza Ayala, Mgt.  
Secretario General

## ÍNDICE GENERAL

|   |       |
|---|-------|
| DEDICATORIA .....                               | ii    |
| AGRADECIMIENTO .....                            | iii   |
| ÍNDICE GENERAL.....                             | v     |
| ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS .....                     | ix    |
| ÍNDICE DE FIGURAS.....                          | x     |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS .....                        | xi    |
| ÍNDICE DE TABLAS .....                          | xi    |
| SIMBOLOGÍA.....                                 | xii   |
| ABREVIATURAS.....                               | xiii  |
| GLOSARIO .....                                  | xiv   |
| RESUMEN.....                                    | xviii |
| ABSTRACT.....                                   | xix   |
| INTRODUCCIÓN .....                              | 1     |
| JUSTIFICACIÓN .....                             | 4     |
| OBJETIVO PRINCIPAL.....                         | 6     |
| OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....                      | 6     |
| HIPÓTESIS.....                                  | 7     |
| <br>  |       |
| <b>CAPÍTULO I</b>                               |       |
| MARCO TEÓRICO.....                              | 8     |
| 1.1. GENERALIDADES DE LAS TORTUGAS MARINAS..... | 8     |
| 1.1.1. Distribución.....                        | 9     |
| 1.1.2. Historia evolutiva.....                  | 9     |
| 1.2. COMPORTAMIENTO Y ECOLOGÍA.....             | 11    |
| 1.2.1. Hábitat .....                            | 11    |
| 1.2.2. Respiración .....                        | 12    |
| 1.2.3. Ciclo de vida .....                      | 12    |
| 1.2.4. Dieta.....                               | 15    |
| 1.2.5. Glándula de sal.....                     | 17    |

|   |    |
|---|----|
| 1.2.6. Relación con epibiontes (lapas) .....                                      | 18 |
| 1.3. TAXONOMÍA .....  | 19 |
| 1.3.1. FAMILIA DERMOCHELYIDAE.....  | 21 |
| 1.3.1.1. Tortuga Laúd ( <i>Dermochelys coriacea</i> ) Vandelli, 1761 .....        | 21 |
| 1.3.2. FAMILIA CHELONIIDAE.....   | 24 |
| 1.3.2.1. Tortuga verde ( <i>Chelonia mydas</i> ). Linnaeus, 1758.....             | 24 |
| 1.3.2.2. Tortuga Golfina ( <i>Lepidochelys olivacea</i> ). Eschscholtz, 1829..... | 29 |
| 1.3.2.3. Tortuga Lora ( <i>Lepidochelys kempii</i> ). Garman, 1880. ....          | 31 |
| 1.3.2.4. Tortuga Carey ( <i>Eretmochelys imbricata</i> ). Linnaeus, 1766.....     | 33 |
| 1.3.2.5. Tortuga Cabezona ( <i>Caretta caretta</i> ). Linnaeus, 1758.....         | 36 |
| 1.3.2.6. Tortuga plana ( <i>Natator depressus</i> ). Garman, 1880.....            | 39 |
| 1.4. IMPORTANCIA EN LOS ECOSISTEMAS.....  | 41 |
| 1.5. RELACIÓN CON EL SER HUMANO.....  | 42 |
| 1.6. ESTADO DE CONSERVACIÓN Y AMENAZAS.....                                       | 43 |
| 1.6.1. Iluminación artificial.....  | 44 |
| 1.6.2. Derrames de hidrocarburos y contaminación marina.....                      | 44 |
| 1.6.3. Plásticos .....  | 46 |
| 1.6.4. Pesca .....  | 46 |
| 1.6.5. Furtivismo .....   | 47 |
| 1.6.6. Cambio climático .....   | 48 |
| 1.6.7. Enfermedades.....  | 49 |
| 1.7. IDENTIFICACIÓN.....  | 49 |
| 1.8. MEDICIONES ESTÁNDAR.....   | 52 |
| 1.8.1. LCC (Largo curvo del caparazón).....                                       | 52 |
| 1.8.2. LRC (Largo recto del caparazón).....                                       | 53 |
| 1.8.3. ACC (Ancho curvo del caparazón).....                                       | 53 |
| 1.8.4. ARC (Ancho recto del caparazón).....                                       | 54 |

## CAPÍTULO II

|                           |    |
|---------------------------|----|
| MARCO METODOLÓGICO .....  | 55 |
| 2.1. ÁREA DE ESTUDIO..... | 55 |

|  |    |
|--|----|
| 2.1.1 Geomorfología y biofísica. ....                            | 56 |
| 2.1.2. Oleaje. ....  | 57 |
| 2.1.3. Corrientes. ....  | 58 |
| 2.2. MATERIALES.....   | 58 |
| 2.2.1. Trabajo de campo. ....                                    | 58 |
| 2.2.1.1. Monitoreo.....  | 58 |
| 2.2.1.2. Morfometría. ....                                       | 59 |
| 2.2.1.3. Necropsia. ....   | 59 |
| 2.2.1.4. Recolección de muestras. ....                           | 59 |
| 2.2.2. Trabajo de laboratorio.....                               | 60 |
| 2.2.3. Análisis de la información. ....                          | 60 |
| 2.3. METODOLOGÍA .....   | 61 |
| 2.3.1. Monitoreo.....  | 61 |
| 2.3.2. Identificación de especies. ....                          | 61 |
| 2.3.3. Morfometría. ....   | 62 |
| 2.3.4. Necropsia externa.....                                    | 63 |
| 2.3.4.1. Examinación externa (cabeza, extremidades y piel) ..... | 63 |
| 2.3.4.2. Epibiontes. ....  | 64 |
| 2.3.5. Necropsia interna .....                                   | 64 |
| 2.3.5.1. Examinación de la cavidad celómica.....                 | 65 |
| 2.3.6. Recolección y análisis de muestras. ....                  | 66 |
| 2.3.7. Análisis de la información. ....                          | 67 |

### **CAPÍTULO III**

|  |    |
|--|----|
| ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....   | 68 |
| 3.1. INCIDENCIA DE LAS ESPECIES HALLADAS ..... | 68 |
| 3.2. DISTRIBUCIÓN EN EL ÁREA DE ESTUDIO .....  | 69 |
| 3.3. SEXO.....                                 | 70 |
| 3.4. ESTADO CORPORAL.....                      | 71 |
| 3.5. TALLAS PROMEDIO.....                      | 72 |
| 3.6. PRINCIPALES ANOMALÍAS ENCONTRADAS .....   | 73 |

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| 3.7. OTROS ORGANISMOS HALLADOS..... | 75 |
| 3.8. ANIDACIÓN .....                | 75 |
| CONCLUSIONES .....                  | 77 |
| RECOMENDACIONES .....               | 79 |
| BIBLIOGRAFÍA. ....                  | 80 |
| ANEXOS .....                        | 94 |

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

|   |    |
|---|----|
| Fot. 1. Hembra de <i>C. mydas</i> anidando en Isla Isabela, Galápagos. . . . .  | 14 |
| Fot. 2. Neonatos de <i>C. mydas</i> emergiendo del nido en Isla Santa Cruz,<br>Galápagos. . . . .   | 15 |
| Fot. 3. Epibionte sobre un escudo lateral de <i>C. mydas</i> . . . . .  | 18 |
| Fot. 4. <i>C. mydas</i> copulando en Isla Isabela, Galápagos. . . . .   | 28 |
| Fot. 5. <i>C. mydas</i> regresando al mar luego de anidar en Quinta Playa, la<br>principal playa de anidación de esta especie en las Islas Galápagos. . . . . | 29 |
| Fot. 6. Playa de La Diablica. . . . .   | 57 |
| Fot. 7. Arrastre y depósito de sedimentos producto de aguaje. . . . .   | 57 |
| Fot. 8. Revisión de la cabeza de un espécimen varado. . . . .   | 63 |
| Fot. 9. Aleta de <i>E. imbricata</i> con sus dos garras características. . . . .  | 64 |
| Fot. 10. Aleta posterior izquierda de <i>E. imbricata</i> , con presencia de<br>pequeños epibiontes. . . . .  | 64 |
| Fot. 11. <i>C. mydas</i> (LD016) sin cabeza. . . . .  | 73 |
| Fot. 12. <i>C. mydas</i> (LD018) con fractura sobre 4to escudo costal derecho. . . . .  | 74 |
| Fot. 13. Anzuelo obtenido del interior de LD020. . . . .  | 74 |
| Fot. 14. Delfín varado en La Diablica. . . . .  | 75 |
| Fot. 15. Lobo marino varado, enredado en arte de pesca. . . . .   | 75 |
| Fot. 16. Nido de tortuga marina en el área de estudio. . . . .  | 76 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Fig. 1. Representación artística de <i>Archelon</i> . . . . .   | 10 |
| Fig. 2. Ciclo de vida de las tortugas marinas. . . . .  | 13 |
| Fig. 3. Escala taxonómica de la familia Cheloniidae. . . . .  | 20 |
| Fig. 4. Escala taxonómica de la familia Dermochelyidae. . . . .   | 20 |
| Fig. 5. Tortuga Laúd ( <i>Dermochelys coriacea</i> ). . . . .   | 21 |
| Fig. 6. Distribución de <i>D. coriacea</i> y sus sitios de anidación. . . . .                               | 23 |
| Fig. 7. Tortuga Verde ( <i>Chelonia mydas</i> ). . . . .  | 24 |
| Fig. 8. Una característica única de <i>C. mydas</i> es poseer mandíbulas<br>marcadamente aserradas. . . . . | 25 |
| Fig. 9. Distribución de <i>C. mydas</i> y sus sitios de anidación. . . . .                                  | 26 |
| Fig. 10. Tortuga Golfina ( <i>Lepidochelys olivacea</i> ). . . . .  | 30 |
| Fig. 11. Distribución de <i>L. olivacea</i> y sus sitios de anidación. . . . .                              | 31 |
| Fig. 12. Tortuga Lora ( <i>Lepidochelys kempii</i> ). . . . .   | 32 |
| Fig. 13. Distribución de <i>L. kempii</i> y su principal sitio de anidación. . . . .                        | 33 |
| Fig. 14. Tortuga Carey ( <i>Eretmochelys imbricata</i> ). . . . .   | 34 |
| Fig. 15. Distribución de <i>E. imbricata</i> y sus sitios de anidación. . . . .                             | 36 |
| Fig. 16. Tortuga Cabezona ( <i>Caretta caretta</i> ). . . . .   | 37 |
| Fig. 17. Distribución de <i>C. caretta</i> . . . . .  | 39 |
| Fig. 18. Tortuga Plana ( <i>Natator depressus</i> ) . . . . .   | 39 |
| Fig. 19. Distribución de <i>N. depressus</i> , y sus sitios significantes<br>de anidación. . . . .          | 41 |

|  |     |
|--|-----|
| Fig. 20. Principales escamas craneales consideradas para la identificación<br>de especies de tortugas marinas. . . . . | .51 |
| Fig. 21: Características anatómicas principales para la identificación<br>de especies de tortugas marinas. . . . .     | .52 |
| Fig. 22. Medición del LCC en una <i>C. mydas</i> . . . . .   | .53 |
| Fig. 23. Medición del ACC en una <i>C. mydas</i> . . . . .   | .54 |
| Fig. 24. Ubicación geográfica del área de estudio. . . . .   | .56 |

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

|  |     |
|--|-----|
| Gráfico 1: Distribución de las tortugas marinas varadas halladas en<br>La Diablica. . . . .                    | .69 |
| Gráfico 2: Clasificación de las tortugas por sexo. . . . .   | .70 |
| Gráfico 3: Clasificación de los organismos de acuerdo al estado<br>corporal con el que se encontraron. . . . . | .71 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 1. Especies de tortugas marinas que se hallaron durante los monitoreos. . . | .68 |
| Tabla 2. Cifras morfométricas promedio de los organismos documentados. . . .      | .72 |
| Tabla 3: Principales anomalías halladas en los organismos. . . . .                | .73 |
| Tabla 4. Ubicación geográfica de las estaciones. . . . .                          | .97 |
| Tabla 5. Ubicación geográfica de las tortugas encontradas. . . . .                | .98 |

## SIMBOLOGÍA

**m/s:** Metro sobre segundo.

**°C:** Grados Celsius.

**%:** Porcentaje.

## **ABREVIATURAS**

**ACC:** Ancho Curvo del Caparazón.

**ARC:** Ancho Recto del Caparazón.

**C.I.:** Conservación Internacional.

**CIT:** Convención Interamericana Para La Conservación Y Protección De Las Tortugas Marinas.

**CITES:** Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres.

**cm:** Centímetros.

**Fig.:** Figura.

**Fot.:** Fotografía.

**Km:** Kilómetros.

**LCC:** Largo Curvo del Caparazón.

**LRC:** Largo Recto del Caparazón.

**MAE:** Ministerio del Ambiente del Ecuador.

**pp.:** Páginas.

**REMACOPSE:** Reserva de Producción de Fauna Marino Costera Puntilla de Santa Elena.

**UICN:** Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

**USFWS:** Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos de América.

**WWF:** Fondo Mundial para la Naturaleza.

## GLOSARIO

**Braquiópodo:** Es un filo de animales invertebrados con dos valvas (una superior y una inferior, al contrario de las valvas de los bivalvos que son bilaterales) que están unidas en la región posterior.

**Carey:** Materia córnea que se obtiene del caparazón de esta tortuga.

**Colinado:** Que se encuentra formado por colinas.

**Córneo:** Capa más externa de la epidermis, tiene una configuración física en capas de células que contienen queratina y una cohesión regular entre ellas mismas.

**Cosmopolita:** Especie animal o vegetal de distribución mundial.

**Cryptodiro:** Suborden de tortugas que incluye a la mayoría de las tortugas marinas y terrestres. Los criptodiros difieren de los pleurodiros, o tortugas de cuello lateral, en que sólo descienden el cuello y lo contraen directamente, de forma recta, para esconderlo dentro del escudo óseo.

**Deciduo:** Se trata de plantas que se despojan de sus hojas en una estación determinada del año. Es sinónimo de caduco.

**Duna:** Acumulación de arena en forma redondeada o de media luna que forma y empuja el viento en la playa o en el desierto.

**Eclosionar:** Abrirse o romperse un huevo al nacer el animal que se ha desarrollado en su interior.

**Endémico:** Término utilizado en biología para indicar que la distribución de un taxón está limitada a un ámbito geográfico reducido y que no se encuentra de forma natural en ninguna otra parte del mundo.

**Feofíceas:** Las feofíceas son una clase de algas, también llamadas algas pardas, pluricelulares, principalmente marinas, que presentan cromatóforos que les confiere el color pardo.

**Filopatría:** Es la tendencia que presentan muchas especies animales a permanecer en el mismo territorio en que nacieron, o a volver al mismo para reproducirse o nidificar.

**Intermontano:** Rodeado por una cadena montañosa.

**Isópodo:** Miembro del orden más diverso de crustáceos. Data al menos del Paleozoico, 300 millones de años atrás.

**Monofilético:** Es un grupo en el que todos los organismos incluidos en él han evolucionado a partir de una población ancestral común, y todos los descendientes de ese ancestro están incluidos en el grupo.

**Neonato:** Tortuga marina recién nacida.

**Nerítico:** Zona marítima cercana a la costa, pero que no tiene contacto directo con el litoral, abarcando desde los 10 metros de profundidad hasta los 200 metros bajo nivel del mar. Corresponde a la plataforma continental.

**Palangre:** Arte de pesca formado por una línea madre sostenida por boyas; de la línea a distancias definidas cuelgan reinales y de ellos los anzuelos; algunos palangres como los usados para la pesca de peces pelágicos suelen medir varios kilómetros.

**Pelágico:** Que habita la columna de agua que no está sobre la plataforma continental.

**Plastrón:** Estructura aplanada que conforma la parte ventral del caparazón de las tortugas

**Poliandria:** Estado en que la hembra de una especie copula con más de un macho en el período de reproducción.

**Sipuncúlido:** También conocidos como sipúnculos, son un filo de animales protóstomos celomados, marinos y con el cuerpo no segmentado. Se conocen entre 144 y 320 especies.

**Taxón:** Grupo de una clasificación científica.

**Testudines:** Orden de reptiles caracterizados por tener un tronco ancho y corto, y un caparazón o envoltura que protege los órganos internos de su cuerpo. Incluye todas las especies de tortugas o quelonios.

**Tomium:** Es el borde afilado y cortante del pico de las tortugas marinas. Algunas veces es aserrado.

**Upwelling:** También conocidos como surgencias son un fenómeno oceanográfico que consiste en el movimiento vertical de las masas de agua, de niveles profundos hacia la superficie. A este fenómeno también se le llama afloramiento y las aguas superficiales presentan generalmente un movimiento de divergencia horizontal característico.

**Zooplankton:** Fracción del plancton constituida por seres que se alimentan, por ingestión, de materia orgánica ya elaborada.

## RESUMEN

Entre los meses de octubre del 2014 y marzo del 2015 se registraron varamientos de tres especies de tortugas marinas (*Chelonia mydas*, *Lepidochelys olivacea* y *Eretmochelys imbricata*) en la playa de la Diablica, Salinas, en un total de 2.15 kilómetros. Se identificaron 21 tortugas varadas; la especie más abundante fue *Chelonia mydas* con 12 individuos (57,14%), seguida por *L. olivacea* (38.1%) con 8 ejemplares, mientras que *E. imbricata* tuvo la mínima representación con un solo ejemplar (4.76%). El 90,47% de los individuos encontrados fueron hembras, coincidiendo con el hábito de estos organismos, en el que las hembras permanecen más cerca de la costa y los machos tienden a ser más oceánicos. El 95,23% presentó un avanzado estado de descomposición al momento de ser documentado, y no se halló alguno en estado fresco, razón por la cual no se pudo llevar a cabo el trabajo de laboratorio. El 9.52% de ejemplares varados presentaron lesiones causadas probablemente por colisión con alguna embarcación y el 4.76% contenía anzuelo con línea enganchado en su interior. 6 organismos presentaban amputaciones. También se identificó un nido el 20 de febrero, probablemente de *C. mydas* debido que la especie se halla en temporada reproductiva. Los resultados indican que el área de la puntilla de Santa Elena es una importante zona de forrajeo y desarrollo de ejemplares sub-adultos de tortugas marinas, por lo que se recomienda aumentar los esfuerzos en conservación para preservar estas especies, que se encuentran globalmente amenazadas.

**Palabras clave:** Tortugas marinas, varamiento, anzuelo.

## ABSTRACT

Between October 2014 and March 2015 strandings of three species of sea turtles (*Chelonia mydas*, *Eretmochelys imbricata* and *Lepidochelys olivacea*) were recorded in La Diablica Beach, Salinas, in a total of 2.15 miles. 21 stranded turtles were identified; the most abundant species was *Chelonia mydas* with 12 individuals (57.14%), followed by *L. olivacea* (38.1%) with 8 specimens, while *E. imbricata* had the minimal representation with one individual (4.76%). 90.47% of individuals found were females, coinciding with the habit of these organisms, in which females remain closer to the coast and males tend to be more oceanic. The 95.23% showed an advanced state of decomposition when being documented, and not found any fresh, why could not carry out the laboratory work. 9.52% of strandings had lesions probably caused by collision with a boat and 4.76% contained hook with line hooked inside. 6 bodies were found with amputations. A nest was also identified at February 20, probably a *C. mydas* nest because the species is in breeding season. The results indicate that the sprig of Santa Elena area is an important sub-adult marine turtle's foraging and development zone, so it is recommended to increase conservation efforts to preserve these species that are globally threatened.

**Key words:** Sea turtle, stranding, fishing hook.

## **INTRODUCCIÓN**

Chelonioidea es la superfamilia que comprende a todas las especies de tortugas marinas. Son un grupo de reptiles antiquísimos cuyos representantes más antiguos datan de la era Mesozoica, hace aproximadamente 110 millones de años (Meylan, 1999). Cuentan con características anatómicas únicas, cuyo patrón general se ha mantenido casi inalterado hasta nuestros días.

Las tortugas marinas son organismos que juegan un papel crítico en el ecosistema marino. Son especies claves; esto significa que aunque su abundancia relativa en el ecosistema es poca, su remoción tendría efectos profundos en la composición, estructura y funcionamiento de la comunidad, puesto que cumplen el rol de consumidores, presa, competidores, hospederos de parásitos, sustrato y vehículo de epibiontes, así como también, transportadores de nutrientes (Bjorndal & Bolten, 2003).

Las características especiales en el ciclo vital de las tortugas marinas, tales como la maduración reproductiva tardía, las extensas migraciones a las áreas de reproducción, y una estructura poblacional compleja, hacen a estas especies especialmente vulnerables a factores como pérdida de hábitats, la urbanización costera, la contaminación y la captura incidental en las pesquerías, este último factor ha sido ampliamente reconocido como un factor de alta mortalidad

(Oravetz, 2000), a esto se suma la mortalidad causada por los desechos que resultan de las artes de pesca arrojadas voluntaria e involuntariamente al mar.

El presente trabajo busca identificar cuáles son las causas de varamiento de estos organismos en la playa de La Diablica, ubicada en el cantón Salinas, dado que el área de estudio escogido para la realización del presente trabajo, al igual que sus playas aledañas y dadas sus características físicas, denotan una constante presencia de tortugas marinas varadas, muchas con afectaciones producto de interacciones con actividades antropogénicas directas o indirectas, tales como la pesca, transporte marítimo y la contaminación del mar con desechos sólidos. La información se obtendrá mediante la utilización de técnicas de necropsia específicas para tortugas marinas, a su vez que se identificará la incidencia de las distintas especies de estos organismos que habitan nuestras aguas.

La presente tesis de grado se divide entre capítulos, y previo a estos se expone la información introductoria general sobre la investigación realizada, así como las pautas que motivaron a su realización, y los objetivos propuestos.

El Capítulo I resulta en el compendio de una serie de elementos conceptuales que sirvieron de base a la indagación a realizar, también conocido como Marco Teórico.

El Capítulo II incluye el Marco Metodológico, en el que se describirán detalladamente cada uno de los aspectos relacionados a los materiales y metodologías considerados y aplicados en el desarrollo del trabajo de investigación.

El Capítulo III incluye el análisis e interpretación de los resultados obtenidos de acuerdo a las metodologías utilizadas en el Capítulo II y relacionadas con los objetivos planteados a lograr en la investigación.

Finalmente, se encuentran las conclusiones y recomendaciones respectivas en base a los resultados obtenidos en el trabajo realizado, datos que serán de relevancia para implementar mayores esfuerzos en el manejo y conservación de las tortugas marinas, encaminadas a evitar que sus poblaciones sigan siendo mermadas.

El tema del presente trabajo se eligió para incrementar la información sobre tortugas marinas en la provincia de Santa Elena, que junto a trabajos previamente efectuados en zonas cercanas al área de estudio escogido, tales como el realizado por Vera D. en el 2008, son un aporte a los esfuerzos de conservación e investigación de estos organismos en el país.

## JUSTIFICACIÓN

Actualmente se reconocen dos familias y siete especies de tortugas marinas. La familia Cheloniidae incluye la tortuga verde (*Chelonia mydas*), tortuga boba (*Caretta caretta*), tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*), tortuga de Kemp (*Lepidochelys kempii*), tortuga olivácea (*Lepidochelys olivacea*), y tortuga de espalda aplanada (*Natator depressus*). La familia Dermochelyidae incluye únicamente la tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*) (Orós, S.f.). De estas especies, cinco usan las aguas del mar ecuatoriano en sus migraciones, como áreas de forrajeo y como hábitat de desarrollo de individuos jóvenes, y son: la tortuga laúd, tortuga verde, tortuga golfina, tortuga carey y tortuga cabezona.

Debido a la alarmante disminución de la que sus poblaciones son objeto a nivel mundial, como consecuencia del impacto directo e indirecto que las actividades antropogénicas han tenido sobre ellas, es que alrededor del mundo se están ejecutando acciones de conservación en distintos ámbitos biológicos y ecológicos de las tortugas marinas, y el estudio de sus enfermedades y la identificación de las causas de muerte se han convertido en tópicos de investigación relevante para conocer más sobre estas especies y su vulnerabilidad ante actividades antropogénicas.

En el continente americano la Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas (CIT), entró en vigencia en Mayo de 2001, como un espacio de diálogo y acción en las gestiones pro-tortugas marinas. Once países- Belice, Brasil, Costa Rica, Ecuador, Estados Unidos de América, Guatemala, Holanda (Antillas Holandesas), Honduras, México, Perú y Venezuela - son Partes Contratantes, mientras que dos más, Nicaragua y Uruguay, han entregado los instrumentos de adhesión ante el Gobierno de Venezuela, quien es el depositario oficial. La CIT es el único organismo internacional que establece instrumentos legales y lineamientos para que cada Parte pueda proteger y conservar las poblaciones de tortugas marinas y su hábitat, reducir la captura incidental y fomentar la cooperación internacional en la investigación y manejo de las tortugas marinas, entre otros (Dick, 2005).

El área de estudio en la que se desarrolló el presente trabajo de investigación se encuentra dentro del área de influencia de la REMACOPSE (Reserva de Producción Marino Costera Puntilla de Santa Elena), reserva creada dada la importancia ecológica de la biodiversidad que alberga.

Es por la importancia de estas especies en el área de estudio y sus zonas aledañas que con la realización de esta tesis se permitirá dilucidar de la mejor manera posible, que afectaciones son la causa principal de mortalidad entre las poblaciones de tortugas marinas que habitan en nuestras costas, y con el afán que

con los resultados obtenidos se contribuya en planes de manejo y aumenten los esfuerzos de conservación que mitiguen el impacto ocasionado sobre estas especies que, como ya se mencionó, se encuentran próximas a su desaparición.

### **OBJETIVO PRINCIPAL**

Identificar las causas de varamiento de las tortugas marinas en la playa de La Diablica – Salinas, en base a las condiciones morfológicas y microbiológicas externas e internas presentes en los individuos.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar la incidencia de las distintas especies de tortugas marinas en el varamiento dentro del área de estudio, aplicando los métodos de identificación existentes.
- Realizar necropsias en los especímenes hallados, siempre y cuando las condiciones del organismo lo permitan, para determinar si las características morfológicas encontradas son las causales de la muerte del individuo.
- Efectuar análisis microbiológico, en el laboratorio, de muestras obtenidas de lesiones externas e internas, para mediante estudio comparativo conocer su condición biológica e identificar posibles causas de muerte.

## **HIPÓTESIS**

La muerte y varamiento de tortugas marinas en el área de estudio son consecuencia de interacciones con actividades antropogénicas.

# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1.1. GENERALIDADES DE LAS TORTUGAS MARINAS

Al igual que otras tortugas y galápagos, las tortugas marinas pertenecen al orden Testudines (ITIS, 2014). Una característica que comparten tanto las tortugas marinas como sus parientes terrestres y dulceacuícolas, es que poseen un caparazón superior e inferior (plastrón) rígido, los que se unen lateralmente. Sin embargo, la tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*) tiene un caparazón flexible y que no está formado por placas córneas.

Estos organismos tuvieron su origen en la tierra, pero poco a poco fueron evolucionando y adaptándose al medio marino, diferenciándose del resto de reptiles. Poseen un cuello conformado por 8 vértebras, el cual no pueden introducir dentro del caparazón, y tiene en general poca movilidad. Las tortugas marinas, al ser reptiles, no pueden regular su temperatura corporal, sino que dependen de la temperatura del medio circundante.

No tienen dientes porque los han reemplazado por picos cortantes en la parte superior de su boca. Además no poseen oídos externos, sino un oído interno muy eficiente (WWF, 2007).

### **1.1.1. Distribución.**

La superfamilia Chelonioidea tiene una distribución a nivel mundial; pueden encontrarse en todos los océanos excepto en las regiones polares. Algunas especies pueden migrar a través de grandes distancias (WWF, 2007).

### **1.1.2. Historia evolutiva.**

Las especies modernas de las tortugas marinas forman un grupo monofilético del suborden Cryptodira. Esto quiere decir que todas las especies se derivan de un ancestro común que no dio lugar a ninguna otra rama de tortugas actuales. Este suborden incluye las tortugas que cierran sus mandíbulas por medio de músculos que se contraen sobre un cartílago en la cámara ótica (Gaffney, 1975 citado en Eckert *et al.*, 2000).

En todas las cryptodiras vivientes, la cabeza se retrae sobre un plano vertical y adquiere una forma en “S” entre las placas sobre el hombro (Gaffney & Meylan,

1988). Las tortugas marinas vivientes tienen una habilidad muy limitada para retraer la cabeza, en comparación con otras cryptodiras vivientes; sin embargo una cubierta gruesa y casi completa sobre el cráneo les confiere protección adicional en la cabeza. El miembro más antiguo de la radiación de tortugas marinas se remonta a 110 millones de años hacia el Cretácico temprano (Hiryama, 1998). Otro linaje más antiguo (Jurásico tardío) de las tortugas marinas cryptodiras, es el de la familia Plesiochelyidae, el cual se considera independiente de aquel que produjo las formas que actualmente sobreviven (Gaffney & Meylan, 1988, citado en Eckert *et al.*, 2000). Uno de los ancestros más conocidos de las tortugas marinas es *Archelon* (Wieland, 1896), que habitó en el Cretácico Superior (entre 75 y 65,5 millones de años) y cuyo pariente vivo más cercano es *D. coriacea* (Fig. 1).



**Fig. 1:** Representación artística de *Archelon*. (Fuente: WikimediaCommons.)

## **1.2. COMPORTAMIENTO Y ECOLOGÍA.**

### **1.2.1. Hábitat**

Las tortugas marinas habitan generalmente las aguas sobre las plataformas continentales. Una vez que tocan el agua por primera vez, los machos no vuelven a las costas nunca (WWF, 2007).

Durante los primeros tres a cinco años de vida, las tortugas marinas pasan la mayor parte del tiempo en la zona pelágica, flotando en camas de algas marinas. *C. mydas* en particular se haya a menudo entre *Sargassum*, un alga feofíceca en la que hayan tanto refugio como alimento (Carr, 1987). En tanto que una vez alcanzada la edad adulta se desplazan para habitar aguas costeras, y es aquí donde se reproducen y las hembras vuelven a las playas a depositar sus huevos en las temporadas de anidación.

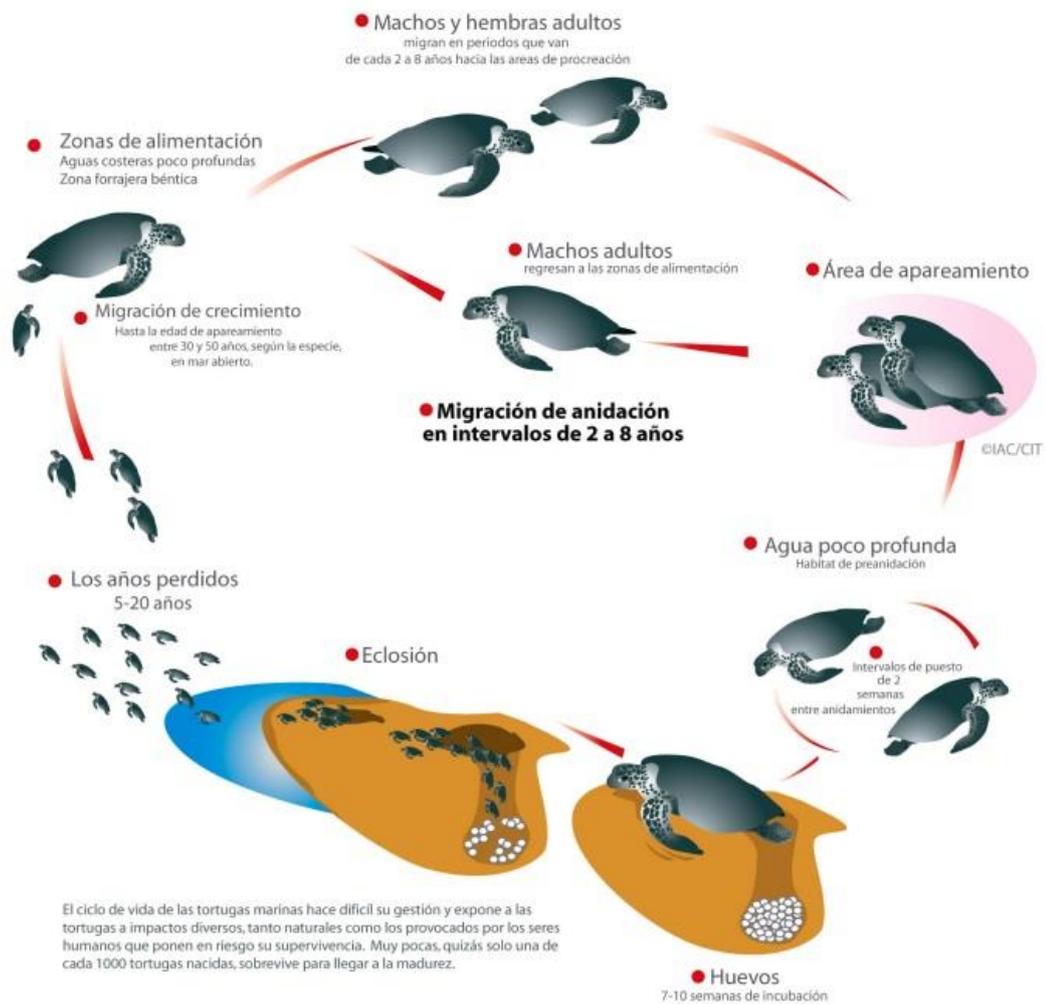
El hábitat de las tortugas marinas tiene una influencia significativa en su morfología: Pueden alcanzar tamaños considerables si se toma en cuenta la magnitud del océano en el que se desarrollan (Jaffe *et al.*, 2011), es decir, comparadas con sus parientes terrestres y acuáticos, las tortugas marinas son más grandes por una correlación directa con lo vasto que es el océano, a más del hecho de que son organismo que, como se mencionó anteriormente, migran grandes distancias.

### **1.2.2. Respiración**

Dado que las tortugas marinas pasan casi la totalidad de sus vidas bajo el agua, poseen un sistema anaeróbico de metabolismo energético; a pesar de que respiran aire atmosférico, en casos extremos pueden pasar a modo de metabolismo anaeróbico por largos periodos de tiempo. Al momento que salen a la superficie a respirar, pueden llenar sus pulmones rápidamente con una explosiva exhalación y una rápida inhalación, además que sus pulmones están adaptados para realizar un intercambio de oxígeno rápido, así mismo evitan atrapar gases durante inmersiones profundas (WiseOceans, 2014).

### **1.2.3. Ciclo de vida**

Para una tortuga marina, alcanzar la madurez sexual puede ser cuestión de décadas. Luego de reproducirse en el océano, las hembras adultas regresan a tierra para anidar (Fig.2). Las diferentes especies de tortugas marinas presentan diversos niveles de filopatría, que en estos organismos es la tendencia a volver al sitio de nacimiento para depositar sus huevos. Existen casos bien documentados en los que la tortuga vuelve a la misma zona de la playa en la que nació.



**Fig. 2:** Ciclo de vida de las tortugas marinas. (Fuente: [www.iacseaturtle.org](http://www.iacseaturtle.org))

Una vez encuentra un lugar apropiado, la tortuga cava un agujero de 40 a 50 centímetros de profundidad con sus patas traseras, utilizándolas a modo de pala. Posteriormente procede a depositar entre 50 a 350 huevos, dependiendo de la especie. Una vez terminada esta etapa comienza a rellenar el agujero con arena y a camuflar el nido dispersando la arena circundante con las aletas anteriores (Fot. 1). El proceso completo de la puesta puede tardar de media a una hora, volviendo

luego al océano. Una sola tortuga hembra puede realizar de una a ocho puestas por temporada, cada dos o cuatro años.



**Fot. 1:** Hembra de *C. mydas* anidando en Isla Isabela, Galápagos.

El género de las crías depende de la temperatura de la arena circundante en el nido (Morreale, *et al* 1982). Arenas más ligeras tienden a mantener temperaturas más altas, con lo que el tiempo de incubación decrece y resulta en la eclosión de más neonatos hembra.

El periodo de incubación toma de 50 a 60 días. Los neonatos eclosionan casi a la par, rompiendo la cáscara del huevo con la carúncula, que es un diente afilado que presentan en el pico, bajo las fosas nasales y que desaparece con el crecimiento.

Luego de salir del nido, generalmente en horas de la noche para evitar la depredación, se desplazan hacia el mar (Fot. 2). En 1987, Carr descubrió que las crías de *C. mydas* y *C. caretta* vivían y se alimentaban en conjuntos de algas *Sargassum* que flotaban a la deriva, y que en ausencia de ésta podían alimentarse en los alrededores de los frentes de *upwelling*. En el 2007, Reich determinó que los neonatos de la tortuga verde pasaban de tres a cinco años habitando aguas pelágicas. En mar abierto, se encontró que los pre-juveniles se alimentaban de zooplancton, antes de pasar a habitar los prados de algas como herbívoros.



**Fot. 2:** Neonatos de *C. mydas* emergiendo del nido en Isla Santa Cruz, Galápagos.

#### **1.2.4. Dieta**

Las tortugas marinas se alimentan de una amplia variedad de plantas y animales. Muchas de ellas son omnívoras en su etapa adulta, excepto *C. mydas* que es

herbívora, cambiando desde una dieta carnívora en etapas previas de desarrollo (Nishisawa *et al*, 2010). Algunas especies se especializan en consumir ciertas presas, así por ejemplo las esponjas marinas son el principal alimento de *E. imbricata*, constituyendo entre el 70-95% de su dieta (Meylan, 1988). Mientras tanto, *D. coriácea* se alimenta casi exclusivamente de medusas, siendo un actor importante en el control de las poblaciones de estos invertebrados.

*C. caretta* posee una lista más grande de presas conocidas que cualquier otra especie de tortuga marina: Esponjas, corales, poliquetos, anémonas, cefalópodos, braquiópodos, isópodos, erizos, percebes, dólares de mar, pepinos de mar, estrellas de mar, peces (huevos, juveniles y adultos), crías de tortugas (incluyendo las de su misma especie) y algas (Ernst, C., 2009).

La dieta de *L. kempii* incluye moluscos, crustáceos, medusas, algas y erizos, mientras que *L. olivacea* es predominantemente carnívora, en especial en etapas inmaduras de su ciclo de vida. Entre sus presas se encuentran medusas, tunicados, erizos, bivalvos, camarones, caracoles, gusanos sipuncúlidos y langostas de roca (Barbour *et al*, 1994).

### 1.2.5. Glándula de sal

Los vertebrados marinos mantienen un balance de los solutos disueltos y el agua en sus fluidos corporales excretando los iones de sal excesivos (Nicolson, 1989). Al igual que otros reptiles marinos, las tortugas marinas se apoyan en una glándula especializada para eliminar el exceso de sal corporal, debido a que los riñones de los reptiles no están habilitados para producir orina con una concentración de iones de sal mayor que la presente en el agua de mar (Reina *et al.*, 2002). Ésta glándula especial no es más que una adaptación de una glándula lacrimal ubicada en la cavidad orbital, capaz de producir “lágrimas” con una concentración alta de sal.

Las tortugas laúd se enfrentan a un mayor desafío a nivel osmótico en comparación con otras especies de tortugas marinas, esto debido a que las medusas de las que principalmente se alimenta, contienen fluidos internos que poseen la misma salinidad que el agua de mar. Es por esto que *D. coriácea* posee una glándula de sal más grande y mucho mejor adaptada para excretar la sal que otras especies de tortugas marinas, pudiendo excretar lágrimas con una concentración de casi el doble de iones de sal (Hudson, 1986).

En el caso de los neonatos, estos dependen de ingerir el agua de mar una vez entran al océano para suplir la pérdida de agua producto del proceso de eclosión,

con lo que el funcionamiento de la glándula de sal comienza rápidamente después de nacer, así los neonatos pueden equilibrar su concentración corporal de iones de sal con los del agua circundante (Reina *et al*, 2002).

### **1.2.6. Relación con epibiontes (lapas).**

Las lapas son crustáceos pequeños que presentan una concha externa dura, que se pueden adherir a múltiples sustratos. Son organismos sésiles con una etapa larvaria planctónica. Se cree que las tortugas marinas tienen una relación de comensalismo con ciertas especies de lapas, en las que estos invertebrados se benefician de poder crecer sobre las tortugas sin herirlas (Zardus & Hadfield, 2004) (Fot. 3). Suelen adherirse al caparazón o a la piel del cuello. Además de en tortugas marinas, los epibiontes suelen encontrarse en moluscos, ballenas, crustáceos decápodos, y en varios otros grupos de organismos relacionados con las especies mencionadas (EpibiontResearchCooperative, 2007).



**Fot. 3:**Epibionte sobre un escudo lateral de *C. mydas*.

Los caparazones de las tortugas marinas son hábitats ideales para las lapas adultas por tres razones: Las tortugas tienden a vivir por muchos años, en promedio 50, los epibiontes se alimentan de organismos suspendidos en la columna de agua y, por último, las largas migraciones que realizan las tortugas marinas sirven como un mecanismo perfecto para la dispersión de las larvas.

Los epibiontes no son parásitos de su huésped pero se ha encontrado que pueden generar un efecto negativo en las tortugas en que residen, pero se relaciona con el número de estos adheridos a los caparazones, ya que añaden un peso extra sobre la tortuga. Mientras que una poca presencia de estos organismos no genera alteraciones en la salud de la tortuga (Vera, 2009).

### **1.3. TAXONOMÍA**

La taxonomía de las tortugas marinas actuales se presenta en las figuras 3 y 4:

## CHELONIIDAE

Reino: Animalia  
Subreino: Bilateria  
Infrareino: Deuterostomia  
Filo: Chordata  
Subfilo: Vertebrata  
Infrafilo: Gnathostomata  
Superclase: Tetrapoda  
Clase: Reptilia  
Orden: Testudines  
Suborden: Cryptodira  
Superfamilia: Chelonioidea  
Familia: Cheloniidae  
Subfamilia: Carettinae  
    Género: *Caretta*  
        Especie: *Caretta caretta* (Tortuga cabezona)  
    Género: *Eretmochelys*  
        Especie: *Eretmochelys imbricata* (Tortuga carey)  
    Género: *Lepidochelys*  
        Especie: *Lepidochelys kempii* (Tortuga lora)  
        Especie: *Lepidochelys olivacea* (Tortuga golfina)  
Subfamilia: Cheloniinae  
    Género: *Chelonia*  
        Especie: *Chelonia mydas* (Tortuga verde)  
    Género: *Natator*  
        Especie: *Natator depressus* (Tortuga plana)

**Fig. 3:** Escala taxonómica de la familia Cheloniidae

## DERMOCHELYIDAE

Reino: Animalia  
Subreino: Bilateria  
Infrareino: Deuterostomia  
Filo: Chordata  
Subfilo: Vertebrata  
Infrafilo: Gnathostomata  
Superclase: Tetrapoda  
Clase: Reptilia  
Orden: Testudines  
Suborden: Cryptodira  
Superfamilia: Chelonioidea  
Familia: Dermochelyidae  
    Género: *Dermochelys*  
        Especie: *Dermochelys coriacea* (Tortuga laúd)

**Fig. 4:** Escala taxonómica de la familia Dermochelyidae.

### 1.3.1. FAMILIA DERMOCHELYIDAE

Dermochelyidae comprende una familia monofilética con un solo género y una especie viviente, reconocible fácilmente por su gran tamaño, carecer de uñas en sus aletas y escudos epidérmicos sobre el caparazón.

#### 1.3.1.1. Tortuga Laúd (*Dermochelys coriacea*). Vandelli, 1761

Llamada también tortuga dorso de cuero, es la más grande de todas las especies de tortugas actuales y la cuarta especie de reptil más pesada después de tres cocodrilianos (WWF, 2007). Es la única especie viva del género *Dermochelys* y se puede distinguir de otras especies modernas de tortugas marinas por la carencia de un caparazón córneo. En cambio su caparazón está cubierto de piel y carne grasosa (Fig. 5).



**Fig. 5:** Tortuga Laúd (*Dermochelys coriacea*). (Fuente: [www.inkart.net](http://www.inkart.net))

Posee el diseño de cuerpo más hidrodinámico de todas las tortugas marinas, gracias a su forma de lágrima. Posee un par de aletas anteriores bastante largas en proporción a la longitud del cuerpo y pueden crecer hasta 2.7 metros en los especímenes más grandes. Estas no poseen uñas, ni siquiera en las extremidades posteriores. Puede medir 1,9 metros en promedio y alcanzar un peso de 650 Kg (C.I., 2005)

La tortuga laúd posee varias características que la distinguen de entre las demás especies de tortugas marinas, la más notable de ellas es la ausencia de un caparazón córneo. De su dorso se levantan siete quillas longitudinales que atraviesan su cuerpo. El caparazón es enteramente negro o plomo oscuro, con pequeñas manchas blancas o grises. La parte inferior es de un color más claro (Fontanes, 2003). En vez de dientes, la tortuga laúd posee puntos elevados en su tomium que en su conjunto semejan dos colmillos con los que agarra a su presa.

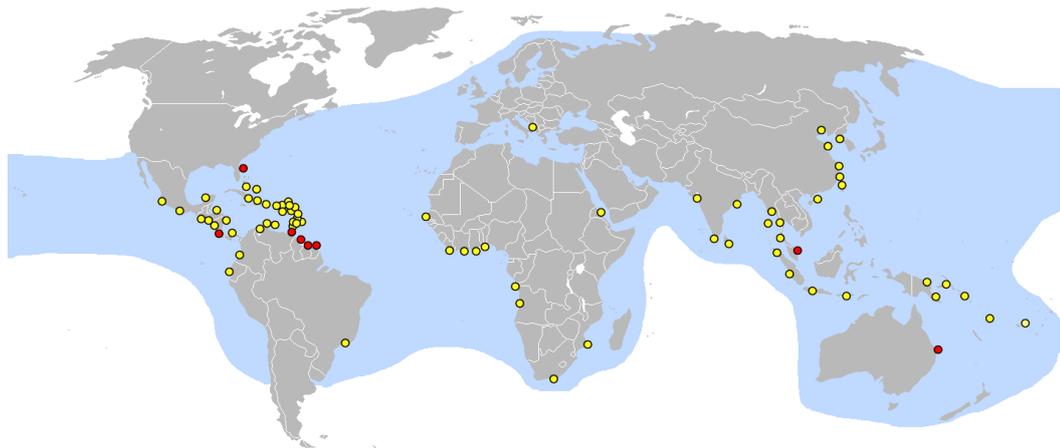
Es una especie migratoria que realiza extensos desplazamientos anuales entre los hábitats de alimentación, ubicados en las frías aguas circumpolares y las playas de reproducción localizadas en playas tropicales (C.I., 2005).

Las hembras no se reproducen de manera continua cada año, sino en ciclos bi o trianuales, que parecen estar influenciados por el clima y la productividad de las

áreas de forrajeo. Esta especie prefiere anidar en playas continentales aisladas, de arena silícica poco compactada, con plataformas relativamente anchas y amplias pero que tengan una pendiente pronunciada y posean abundante vegetación arbórea sobre la misma (C.I., 2005)

*D. coriacea* cuenta con una distribución cosmopolita (Fig. 6), siendo la especie que ocupa una mayor extensión sobre la superficie terrestre, dada su capacidad para penetrar en las frías aguas polares (C.I., 2005).

Las 3 mayores poblaciones, genéticamente distintas, de tortuga laúd se encuentran en el Atlántico y en el Pacífico este y oeste (WWF, 2007).



**Fig. 6:** Distribución de *D. coriacea* y sus sitios de anidación (en rojo los más importantes). (Fuente: WikimediaCommons).

### 1.3.2. FAMILIA CHELONIIDAE

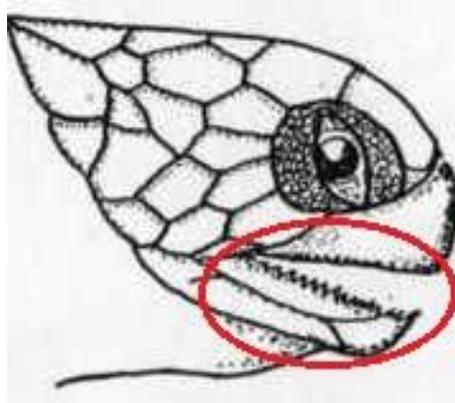
Dentro de esta familia se encuentran 5 géneros y 6 especies de tortugas marinas que habitan aguas cálidas y tropicales, todas guardan en común características tales como poseer extremidades modificadas en aletas, el cuerpo aplanado dorso-ventralmente y cubierto por un caparazón grande, aplanado y recubierto por grandes placas.

#### 1.3.2.1. Tortuga verde (*Chelonia mydas*). Linnaeus, 1758

Cuerpo dorso-ventralmente aplanado, cabeza con cuello corto. Es la tortuga más grande de la familia, pues llega a medir 1 metro en promedio y alcanzar más de 170 Kg (Fig. 7). Es la única especie de la familia que presenta el tomium (bordes de la “boca”) marcadamente aserradas, en especial la mandibular (Fig. 8).



**Fig. 7:** Tortuga Verde (*Chelonia mydas*). (Fuente: [www.inkart.net](http://www.inkart.net))

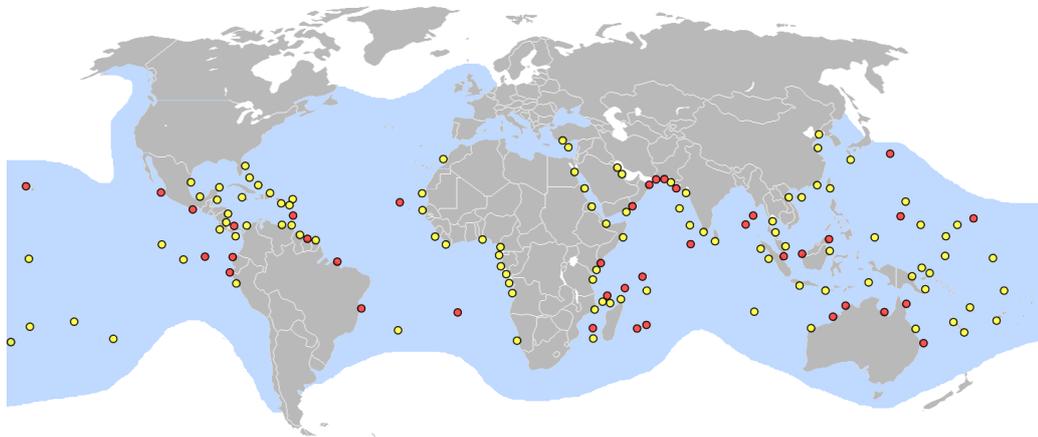


**Fig. 8:** Una característica única de *C. mydas* es poseer mandíbulas marcadamente aserradas.(McCann, 1966)

*C. mydas* puede ser encontrada generalmente por todo el Océano Atlántico. El rango de la subpoblación atlántica se extiende hasta el extremo sur de África en el este y hasta Argentina en el Atlántico Occidental. Los más grandes sitios de anidación pueden ser encontrados en distintas islas del Caribe, a lo largo de las costas este de los Estados Unidos, la costa de América del Sur, la costa caribeña en Costa Rica, y en islas aisladas del Atlántico Sur (C.I., 2005).

En el Caribe, los más importantes sitios de anidación han sido identificados en la Isla de Aves, las Islas Vírgenes de los Estados Unidos, Puerto Rico y Costa Rica (Bjorndal *et al*, 1999). La gran mayoría de la población caribeña de *C. mydas* proviene de unas pocas playas ubicadas en Tortuguero, lo cual lo convierte en uno de los sitios más importantes del mundo para esta especie y debido a que de las 10 grandes colonias reproductivas que existían hasta comienzos del siglo XX en la región del Caribe, sólo esta persiste (C.I., 2005).

En el Océano Pacífico, la tortuga verde se distribuye desde Alaska hasta Chile. En el Pacífico Occidental frecuentan Japón y algunas partes del sur de Rusia. Al sur llegan hasta el extremo norte de Nueva Zelanda y algunas islas al sur de Tasmania. Las tortugas pueden ser halladas por toda la extensión del Océano Índico (Fig. 9).



**Fig. 9:** Distribución de *C. mydas* y sus sitios de anidación (en rojo los más importantes). (Fuente: WikimediaCommons).

Algunos autores consideran esta subpoblación como una especie separada, con el nombre de *Chelonia agassizzi*; otros la consideran una simple subespecie de *C. mydas*, con el nombre *C. mydas agassizzi*. Mientras que otros creen que no hay justificación para diferenciarlas taxonómicamente (CONABIO, 2000).

*C. mydas* es una de las especies de tortuga marina más estudiadas, y mucho de lo que se sabe de las tortugas marinas en general proviene de los estudios realizados sobre la tortuga verde (USFWS, 2005).

Esta especie necesita playas arenosas para anidar y es reconocida por ser muy selectiva en cuanto a los sitios de alimentación y apareamiento, tanto que generaciones enteras pueden migrar alternativamente entre las mismas áreas de anidación y apareamiento (USFWS, 2005).

En la estación reproductiva habitan bajos y praderas marinas; ambientes oceánicos para el crecimiento de crías y juveniles, antes de que estos adopten la dieta vegetariana propia de sub-adultos y adultos (C.I., 2005).

Solo el ser humano y los grandes tiburones se alimentan de los adultos de *C. mydas*. Específicamente el tiburón tigre (*Galeocerdo cuvier*) caza adultos de tortuga verde en aguas hawaianas. Los juveniles y neonatos tienen un número significativamente mayor de depredadores, incluyendo cangrejos, pequeños mamíferos marinos y aves costeras. Y sus huevos son vulnerables ante mamíferos terrestres (Brown & Macdonald, 1995).

Las tortugas verdes migran grandes distancias entre sus sitios de alimentación y de anidación; algunas nadan más de 2600 km para alcanzar sus sitios de anidación. Las hembras maduras generalmente vuelven a la misma playa donde nacieron, y se reproducen cada 2 a 4 años. En cambio los machos visitan los puntos de apareamiento cada año para copular. Las temporadas de reproducción

varían entre poblaciones; para la mayoría de *C. mydas* en el Caribe, la temporada de apareamiento va desde junio a septiembre (USFWS, 2005). En los trópicos, las tortugas verdes anidan a través de todo el año, sin embargo algunas subpoblaciones prefieren épocas particulares de año.

El apareamiento de las tortugas verdes es similar a la de otras especies de tortugas marinas, en el que las hembras son las que controlan el proceso (Fot. 4). Muchas poblaciones practican la poliandria, aunque esto no parece beneficiar a las crías (Lee *et al*, 2004).



**Fot. 4:** *C. mydas* copulando en Isla Isabela, Galápagos.

Ya en la playa, las hembras grávidas cavan un nido y depositan entre 100 y 200 huevos, la cantidad depende del tamaño y la edad de la hembra. Posterior a esto cubre el nido, lo camufla y vuelve al mar (Fot. 5). Los huevos eclosionan después

de 50 a 75 días, y durante la noche los neonatos se dirigen al mar, siendo este el momento más peligroso de la vida de una tortuga marina, puesto que son fácilmente presa de aves marinas y cangrejos. Un porcentaje significativo no logra llegar al mar y poco se sabe acerca de la historia de vida inicial de los neonatos (USFWS, 2005).



**Fot. 5:** *C. mydas* regresando al mar luego de anidar en Quinta Playa, la principal playa de anidación de esta especie en las Islas Galápagos.

### **1.3.2.2. Tortuga Golfina (*Lepidochelys olivacea*). Eschscholtz, 1829**

Es una especie de tortuga marina pequeña, su longitud promedio es de 65 cm (rara vez supera los 76 cm) y tiene un peso de 45 kg (C.I., 2005) (Fig. 10). Presenta el caparazón redondeado y alto, con entre 5 y 9 pares de escudos costales.



**Fig. 10:** Tortuga Golfina (*Lepidochelys olivacea*). (Fuente: [www.inkart.net](http://www.inkart.net))

Es una especie cosmopolita y epipelágica que habita en las regiones tropicales de los océanos Atlántico, Pacífico e Índico. Los adultos se observan con mayor frecuencia en las playas costeras que en mar abierto (C.I., 2005). También se encuentra en áreas subtropicales que usa para sus movimientos migratorios (Plotkin, 2008).

Es omnívora y consume principalmente crustáceos y otros invertebrados marinos (C.I., 2005), también consume algas, caracoles y peces pequeños.

En cuanto a su reproducción, cavan nidos de unos 40 cm de profundidad, donde depositan alrededor de 80 huevos, con un período de incubación de 42 días en promedio (C.I., 2005).

Es relativamente escasa en el Atlántico occidental, donde se conocen tan sólo 3 grandes poblaciones de anidación localizadas al norte de Sudamérica. Abunda más en el Océano Índico y Pacífico (Fig. 11), donde se localizan las colonias de anidación más grandes del mundo, ubicadas en Gahirmatha, India, y las playas de Escobilla, el Playón de Mismaloya y Piedra de Tlacoyunque en México, así como las playas de Ostional y Guanacaste en Costa Rica (C.I., 2005). También se encuentra en Ecuador, Perú y el norte de Chile (Márquez *et al*, 1982)



**Fig. 11:** Distribución de *L. olivacea* y sus sitios de anidación (en rojo los más importantes). (Fuente: WikimediaCommons).

### **1.3.2.3. Tortuga Lora (*Lepidochelys kempii*). Garman, 1880**

Los adultos de esta especie miden alrededor de 65 cm de longitud recta del caparazón y pesan entre 35-50 kg. (Dick, 2005). Usualmente tienen dos uñas en cada aleta anterior. El caparazón es aplanado y ensanchado, casi circular (más ancho que el de *L. olivacea*) (Fig. 12). Casi siempre presenta 5 pares de escudos costales (C.I., 2005)



**Fig. 12:** Tortuga Lora (*Lepidochelys kempii*). (Fuente: [www.inkart.net](http://www.inkart.net))

Habitantes de la plataforma continental del Golfo de México, prefieren áreas someras con lechos arenosos. Es posible que los juveniles permanezcan dentro de la corriente del Golfo dos o tres años (C.I., 2005).

Es una especie que anida durante el día, en especial cuando predominan fuertes vientos. Anidan desde abril hasta agosto y las crías eclosionan entre agosto y septiembre (C.I., 2005). En cuanto a su alimentación, gracias a sus poderosas mandíbulas puede consumir mejillones, cangrejos, almejas y camarones. Además consumen peces, erizos de mar, calamares y medusas (Dick, 2005).

Su distribución se haya limitada al golfo de México y la costa oriental de Estados Unidos (Fig. 13). Aun cuando existen registros de avistamientos ocasionales en el norte de Sudamérica y el occidente de Europa. La única área de anidamiento natural se localiza en el estado de Tamaulipas en México (C.I., 2005).



**Fig. 13:** Distribución de *L. kempii* y en rojo su principal sitio de anidación. (Fuente: WikimediaCommons).

#### **1.3.2.4. Tortuga Carey (*Eretmochelys imbricata*). Linnaeus, 1766**

Su apariencia es similar al de las demás especies de tortuga marina. Se la distingue fácilmente por su pico curvado con un tomium prominente, por la apariencia aserrada de los bordes de los escudos marginales y más específicamente por la disposición superpuesta de los escudos del caparazón (Fig. 14). Además los escudos cambian ligeramente de color dependiendo de la temperatura del agua. Las características particulares del caparazón la hacen una materia prima muy codiciada en ciertas zonas, puesto que de este se obtiene el carey para la confección de adornos (CITES, 2006).



**Fig. 14:** Tortuga Carey (*Eretmochelys imbricata*). (Fuente: [www.calrossilvar.com](http://www.calrossilvar.com))

Es una especie de tamaño moderado, con una longitud media 83 cm y un peso de 82 kg (C.I, 2005), sus aletas delanteras son de una longitud mediana en comparación con otras especies; además tienen dos uñas en cada aleta (CIT, 2005).

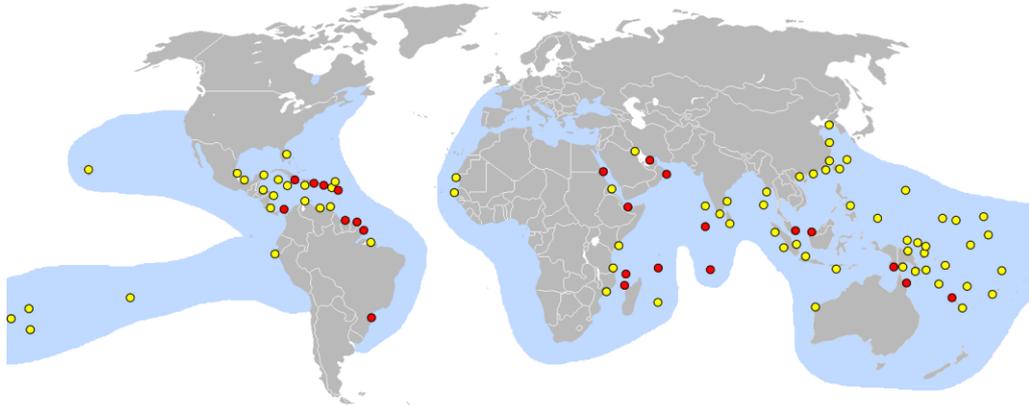
Es la más tropical de todas las tortugas marinas, anida exclusivamente en playas cálidas de los océanos Atlántico, Pacífico e Índico (C.I., 2005). Los adultos y juveniles se encuentran con frecuencia en los bajos y arrecifes coralinos. Como especies altamente migratorias, ocupan un rango variado de hábitats, desde mar abierto hasta lagunas, e incluso en estuarios y manglares (Lutz & Musick, 1997). Poco se conoce acerca de los hábitats de preferencia de las etapas de vida temprana de *E. imbricata*; al igual que con otras especies, se asume que son organismos pelágicos, permaneciendo en mar abierto hasta alcanzar su madurez (Houghton *et al*, 2003).

Pese a que no se conoce mucho acerca de la historia de vida de la tortuga carey (Edelman, 2004), ésta puede dividirse en tres etapas, denominadas fase pelágica, que va desde el nacimiento hasta alcanzar los 20 cm, la fase bentónica, cuando los especímenes inmaduros se reclutan en las áreas de forrajeo, y la fase reproductiva, cuando los individuos alcanzan la madurez sexual (Boulon, 1994). La fase pelágica posiblemente dura de 1 a 4 años (Musick & Limpus, 1997). Las tortugas carey muestran un grado de fidelidad después de reclutar a la fase bentónica (Limpus, 1992), sin embargo el movimiento a otros hábitats similares es posible (Boulon, 1989).

En cuanto a su reproducción, se aparean en periodos bianuales en lagunas aisladas lejos de sus playas de anidación. Anidan de manera solitaria en cualquier tipo de playa disponible, tanto continentales como insulares, con preferencia por las más aisladas, cortas y un tanto rocosas, de origen coralino y con densa cobertura de vegetación arbustiva y arbórea en tierra firme, hasta donde la tortuga penetra para depositar sus huevos (C.I., 2005). Un nido puede contener hasta 140 huevos y el proceso completo de la anidación dura una hora (USFWS, 2005).

*E. imbricata* es una especie cosmopolita, que se encuentra predominantemente en los arrecifes tropicales de los océanos Pacífico, Atlántico e Índico (Fig. 15). De todas las especies de tortugas marinas, es la mayormente asociada a aguas cálidas tropicales. Existen dos subpoblaciones principales, la del Atlántico y la Indo-

Pacífica. Las mayores áreas de concentración de individuos se localizan en el Pacífico suroriental en jurisdicción de Australia, las islas Palau, Papua, Nueva Guinea y en la región del Caribe (C.I., 2005).



**Fig. 15:** Distribución de *E. imbricata* y sus sitios de anidación (en rojo los principales)(Fuente: WikimediaCommons).

#### **1.3.2.5. Tortuga Cabezona (*Caretta caretta*). Linnaeus, 1758**

La coloración café-rojiza y su enorme cabeza permiten reconocer de inmediato a esta tortuga marina (C.I., 2005). El tamaño promedio de ésta especie ronda los 90 cm de largo en la edad adulta, aunque se han descubierto especímenes de más de 280 cm (CIT, 2005). Una tortuga cabezona pesa en promedio unos 135 Kg, con los ejemplares más grandes rondando los 450 kg (Fig. 16). Es por esto que es considerada la tortuga con caparazón córneo más grande existente (Ernst & Lovich, 2009). Proporcionalmente las “aletas” anteriores son más cortas que en las otras especies de tortugas marinas y tienen por lo regular dos uñas (C.I., 2005).



**Fig. 16:** Tortuga Cabezona (*Caretta caretta*). (Fuente: [www.inkart.net](http://www.inkart.net))

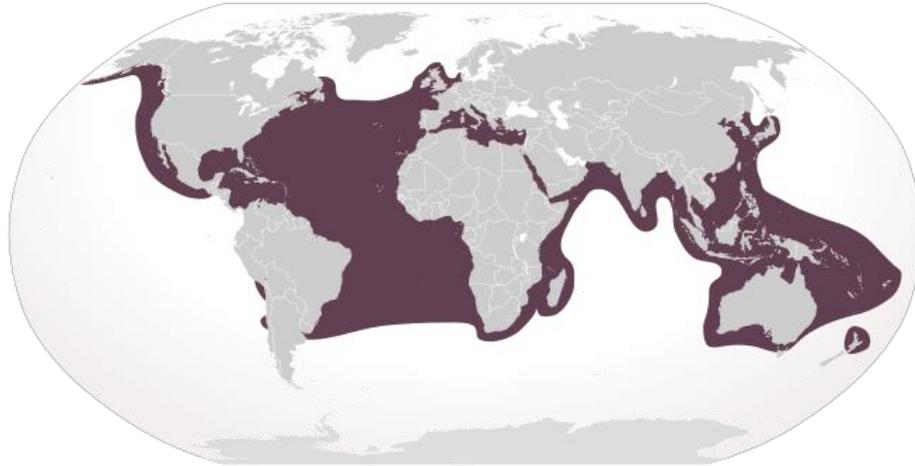
*C. caretta* pasa la mayor parte de su vida en mar abierto y en aguas costeras superficiales. Es una especie que se reproduce en playas templadas. Las crías se desarrollan en masas de alga *Sargassum* (Spotila, 2004). Los adultos y juveniles habitan a lo largo de la plataforma continental, así como en estuarios costeros. Los adultos ocupan aguas con temperaturas superficiales dentro de un rango que va desde 13.3-28°C durante la época no reproductiva, en cambio temperaturas de 27-28°C son más apropiadas para hembras anidadoras (Ernst & Lovich, 2009). Así mismo buscan zonas con abundancia de cangrejos y langostas (C.I., 2005).

Luego de incubar por aproximadamente 80 días, los neonatos emergen generalmente por la noche, para evitar depredadores y las altas temperaturas (Miller *et al.*, 2003).

Cuando la temperatura del océano desciende, *C. caretta* migra hacia áreas más cálidas o hiberna hasta cierto punto. En los meses más fríos pueden sumergirse por más de siete horas seguidas, emergiendo por sólo siete minutos para respirar. Sólo superado por las tortugas de agua dulce, éstas son algunas de las inmersiones registradas más largas de entre todos los vertebrados marinos que respiran aire atmosférico (Hochscheid *et al.*, 2005)

*C. caretta* es una especie carnívora que se alimenta de invertebrados bentónicos, tales como moluscos y cangrejos, que tritura con sus poderosas mandíbulas (C.I., 2005).

Se ha encontrado entre los 70° de latitud norte, cerca al Ártico y los 35° de latitud sur, en el río de La Plata, Argentina, a través de los mares templados, subtropicales y tropicales de los océanos Atlántico, Pacífico e Índico, así como en el mar Mediterráneo (Fig. 17), y anida en el rango geográfico más amplio que cualquier otra tortuga marina (Spotila, 2004).

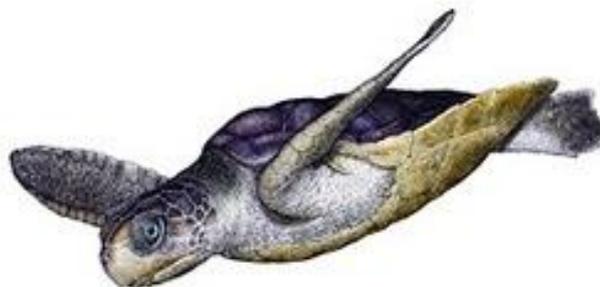


**Fig. 17:** Distribución de *C. caretta*. (Fuente: [www.fao.org](http://www.fao.org)).

En el ámbito mundial, la colonia reproductiva más grande se encuentra en la Isla de Masirah, Omán, en el océano Índico, con cerca de 30000 hembras anidando cada año (C.I., 2005).

#### **1.3.2.6. Tortuga plana (*Natator depressus*). Garman, 1880**

Conocida como tortuga plana, es una especie endémica de la plataforma continental de Australia. Forma parte de la familia Cheloniidae y es la única especie del género *Natator* (Fig. 18).



**Fig. 18:** Tortuga Plana (*Natator depressus*). (Fuente: [www.inkart.net](http://www.inkart.net))

Los adultos de esta especie tienen un caparazón con forma de domo aplanado, que mide entre 90 a 95 cm de largo. El caparazón va de color oliva a gris y el plastrón es color crema a amarillo (Limpus, 2007). Posee una garra en cada aleta y un par de escamas prefrontales (Burbidge, 2004).

Se alimenta de una variedad de organismos, tales como pasto marino, invertebrados incluyendo moluscos, medusas, camarones, corales suaves, pepinos de mar y otras criaturas de cuerpo blando. Además consume peces (Burbidge, 2004).

En cuanto a su reproducción, puede desovar 55 huevos en una puesta, tres veces durante la época de anidación. Anidan cada dos o tres años (Burbidge, 2004).

El hábitat de esta especie incluye bahías, arrecifes coralinos, estuarios y lagunas, desde el norte de Australia y fuera de las costas de Papua Nueva Guinea (Fig. 19).

El sitio de anidación más importante es Crab Island (Limpus, 2007).



**Fig. 19:** Distribución de *N. depressus*, y sus sitios significantes de anidación. (Fuente: WikimediaCommons).

#### **1.4. IMPORTANCIA EN LOS ECOSISTEMAS.**

Las diversas especies de tortugas marinas desempeñan roles clave en dos tipos de ecosistemas que resultan críticos tanto para ellas como para los humanos: Los océanos y las playas. En los océanos la tortuga verde, por ejemplo, es uno de muchas otras criaturas que consumen el pasto marino que crece en el lecho oceánico, el cual crece constantemente y necesita ser cortado, es así que las tortugas actúan como podadores que mantienen el pasto marino corto y lo mantienen saludable para proveer de zona de cría y desarrollo de diversidad de organismos. Sin este ecosistema muchas especies marinas, que el ser humano captura, se perderían, así como los primeros eslabones de la cadena alimenticia, resultando en que muchas otras especies que no necesariamente habitan ese ecosistema resulten amenazadas y potencialmente se extingan (Sea Turtle Conservancy, 2014).

Las playas y las dunas forman un ecosistema que depende muchas veces de la vegetación para protegerse de la erosión, y los huevos, eclosionados o no, e inclusive los neonatos que no consiguen emerger de los nidos, son una fuente de nutrientes para la vegetación que crece en las dunas, así la salud del ecosistema playa/duna se optimiza, ya que plantas con sistemas de raíces más fuertes ayudan a mantener la arena en su lugar, protegiendo la playa de la erosión (Sea Turtle Conservancy, 2014).

### **1.5. RELACIÓN CON EL SER HUMANO.**

Las tortugas marinas son producto de captura a nivel mundial, a pesar de que es ilegal la captura de la mayoría de especies en muchos países (CITES, 2006). Una gran parte de la captura intencional de las tortugas marinas a nivel mundial se destina a servir como alimento, considerándose en muchas partes del mundo como una comida exótica, y ya antiguos textos chinos datados en el siglo V a.C., la describían como una delicia (Schafer, 1962). Por otra parte, muchas comunidades costeras alrededor del mundo dependen de la captura de estos organismos como fuente de proteínas, así como de sus huevos.

En un menor grado se da el caso de que las tortugas marinas son objetivo de captura no por su carne, sino por sus caparazones. Por ejemplo el carey que se

utiliza como un material decorativo tradicional para la fabricación de ornamentos y joyería, obtenido de *E. imbricata*.

## **1.6. ESTADO DE CONSERVACIÓN Y AMENAZAS.**

De las siete especies de tortugas marinas, cuatro constan en la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza), como “en peligro” o “en peligro crítico”. *L. kempii* y *E. imbricata* están listadas globalmente bajo la categoría de “en peligro crítico”, *C. caretta* y *C. mydas* como “en peligro”, *L. olivacea* y *D. coriácea* como “vulnerables” y *N. depressus* como “datos insuficientes”, es decir, que su estado de conservación no está definido debido a falta de datos.

Aunque las tortugas marinas usualmente desovan cerca de 100 huevos en una puesta, en promedio solo uno de los huevos del nido puede potencialmente sobrevivir hasta la etapa adulta. Y mientras muchos de los peligros que enfrentan estos neonatos son naturales, tales como depredadores (tiburones, aves marinas, cangrejos, entre otros), muchas nuevas amenazas han aparecido de la mano con la creciente presencia del ser humano (Heithaus *et al*, 2008).

### **1.6.1. Iluminación artificial.**

Una de las mayores amenazas para la supervivencia de los neonatos es la iluminación artificial. Cuando una tortuga marina eclosiona, su instinto evolutivo la empuja a moverse hacia adelante siguiendo la luz más brillante que vea, la cual puede ser, si se habla de fuentes naturales, la luna, el sol, o la espuma brillante de las olas al reventar en una noche oscura, guiándola hacia el horizonte marino hacia su nuevo ecosistema (Lohmann, 2006). Sin embargo, debido a la continua expansión de las ciudades, la construcción de edificaciones diversas en las zonas costeras ha crecido de tal forma que resultan ser la fuente de luz más brillante que los neonatos ven al emerger del nido, confundiéndose fácilmente y haciendo que el camino que recorren al mar sea más largo y potencialmente más peligroso.

Estudios demuestran que la luz artificial es la causa número uno de la desorientación de los neonatos, mostrando en 1999, que el 51% de los nidos estudiados mostraron signos de confusión con un cuarto de todos los neonatos desplazándose en dirección opuesta (Nicholas, 2001).

### **1.6.2. Derrames de hidrocarburos y contaminación marina.**

La contaminación marina puede afectar a las tortugas tanto directa como indirectamente, a través de la degradación de sus hábitats. Algunos de los

contaminantes oceánicos más peligrosos incluyen metales pesados, fertilizantes, aguas no tratadas, diversos químicos y una variedad de derivados de petróleo, de este último el más peligroso para las tortugas marinas es el derrame de crudo, y aunque este no se adhiere a ellas como lo hace con otras especies de vida marina, están en riesgo en el momento en que emergen para respirar, que es cuando el crudo puede entrar en contacto con sus ojos, piel e incluso pulmones, lo que conlleva a problemas de salud significantes (Sea Turtle Conservancy, 2010).

Así mismo la dieta de las demás especies de tortuga se ve afectada puesto que los hidrocarburos también están implicados en la reducción de ciertas esponjas e invertebrados, a más de que una exposición prolongada a estos contaminantes deteriora la salud de la tortuga en general, haciéndola más vulnerable y débil frente a otras amenazas (Lutz, 2010).

De acuerdo a *Sea Turtle Conservancy*, anteriormente conocida como *Caribbean Conservation Program*, los hábitos migratorios de las tortugas marinas incrementan su exposición a la contaminación marina en cada una de las etapas de su ciclo de vida. Un estudio en el año 1994 frente a la costa Atlántica de Florida reveló que en el 63% de los neonatos muestreados se encontró ingesta de alquitrán. *C. caretta* en particular muestra más problemas con respecto a la ingestión de bolas de alquitrán, lo que conduce a hinchazón esofágica que puede trastornar los intestinos e hígado, con los consecuentes problemas de flotabilidad.

Muchas regiones altamente asociadas con el petróleo, incluyendo exploración, transporte o refinación, son también entornos significativos para las tortugas marinas, incluyendo el Golfo de México y el Caribe (Lutz, 2010).

### **1.6.3. Plásticos**

Las fundas plásticas flotando en el mar asemejan medusas, un alimento común de las tortugas marinas. Si una tortuga la ingiere, esta tiende a ocluir el sistema digestivo de la tortuga resultando en la muerte del animal. Se han dado multitud de casos en que las necropsias realizadas a tortugas marinas varadas muestran fundas plásticas y otros desechos dentro de sus esófagos, estómagos e intestinos.

### **1.6.4. Pesca**

De acuerdo a un artículo de la Asociación Estadounidense para el Avance de la Ciencia y *Science*, más de 8 millones de tortugas marinas han muerto en los últimos veinte años debido a traumas producto de ser capturados accidentalmente por embarcaciones pesqueras (Stokstad, 2010). Las pesquerías a menudo utilizan redes de gran longitud y sistemas de anzuelos que capturan indiscriminadamente cualquier organismo a su paso, sean tortugas marinas, delfines, e incluso tiburones. Lo que se conoce como “incidental” es un gran contribuyente en las muertes de tortugas marinas. Los palangres, redes de arrastre y redes de enmalle

son los tres tipos de arte de pesca en los que más existen incidentes con tortugas, y estas muertes se dan generalmente a causa del ahogamiento, en el que la tortuga está enredada y no puede emerger para respirar (Haaset *al.* 2008). Otro aspecto peligroso muy común de la pesca ocurre cuando las tortugas marinas inadvertidamente tragan anzuelos, los cuales pueden engancharse dentro del tejido blando del aparato digestivo, dañando órganos vitales (Viegas, 2010).

#### **1.6.5. Furtivismo**

En muchos países las tortugas marinas son capturadas, faenadas y comercializadas por su carne, caparazón o por las grandes escamas de sus aletas. Los huevos en los nidos también corren riesgo de ser depredados y son consumidos comúnmente por los humanos en ciertas zonas y se consideran un manjar en ciertas culturas. Varias culturas creen que los huevos de las tortugas marinas tienen capacidades afrodisíacas, mientras que otras afirman que consumirlos proveen longevidad (Butler, 2005).

En algunas poblaciones insulares se utilizan partes de las tortugas marinas en ceremonias, y se consideran sagradas. Otras veces, los caparazones obtenidos se convierten en joyas, instrumentos, recuerdos, gafas de sol o adornos para pared, especialmente el de la tortuga carey, que es muy cotizado debido a los llamativos detalles de su caparazón (Le GuemLytle, 2010).

### **1.6.6. Cambio climático**

A pesar de que se estima que el cambio climático tendrá afectaciones más serias sobre la vida silvestre luego de pasadas varias décadas, es evidente que las tortugas marinas ya se están viendo afectadas. Con el incremento de las temperaturas, el hielo polar se derrite y puede incrementar los niveles del mar, lo que viene a ser un factor que incide en la pérdida de playas, conllevando a un menor espacio para la anidación de estos reptiles, a más de que el cambio climático ha sido asociado con condiciones del tiempo bastante severas, lo que puede desencadenar en duras y numerosas tormentas que pueden tanto erosionar las playas como inundar los nidos (SeeTurtles, 2007).

Como la temperatura en general de la tierra aumenta, y por ende la temperatura de la arena, disminuyen los rangos de supervivencia de los neonatos. Así mismo la temperatura de la arena afecta el género de los embriones, produciendo un mayor nacimiento de tortugas hembra. Además el cambio climático también influye en el número y localización de las presas de las que se alimentan, así por ejemplo el agua con una temperatura unos grados encima de lo normal produce el blanqueamiento de los corales, que es perjudicial para los arrecifes en general, que son esenciales para ciertas especies de tortugas marinas, tales como *E. imbricata* (Markey, 2010).

### **1.6.7. Enfermedades**

La enfermedad conocida como fibropapilomatosis se manifiesta en las tortugas marinas a través de tumores externos. Estos tumores a menudo se desarrollan tanto que pueden dificultar la habilidad de las tortugas para ver, comer e incluso nadar, inhabilitándola de tal manera que no puede sobrevivir. Inexplicablemente, la mayoría de variedades de fibropapilomatosis se han diagnosticado en *C. mydas*, mientras que nunca se han visto en *D. coriácea* (Herbst, 1994).

Además los casos de esta enfermedad se han encontrado en todos los océanos, y las causas que provocan esta enfermedad no son claras; muchos expertos creen que su fuente es viral. Los tumores son muchas veces suaves con pequeñas proyecciones, y su color puede ser rojo, rosado, gris, negro o morado, y se localizan usualmente en cualquier superficie con piel suave de la tortuga, como el cuello, ojos y base de las aletas (Foley *et al*, 2005).

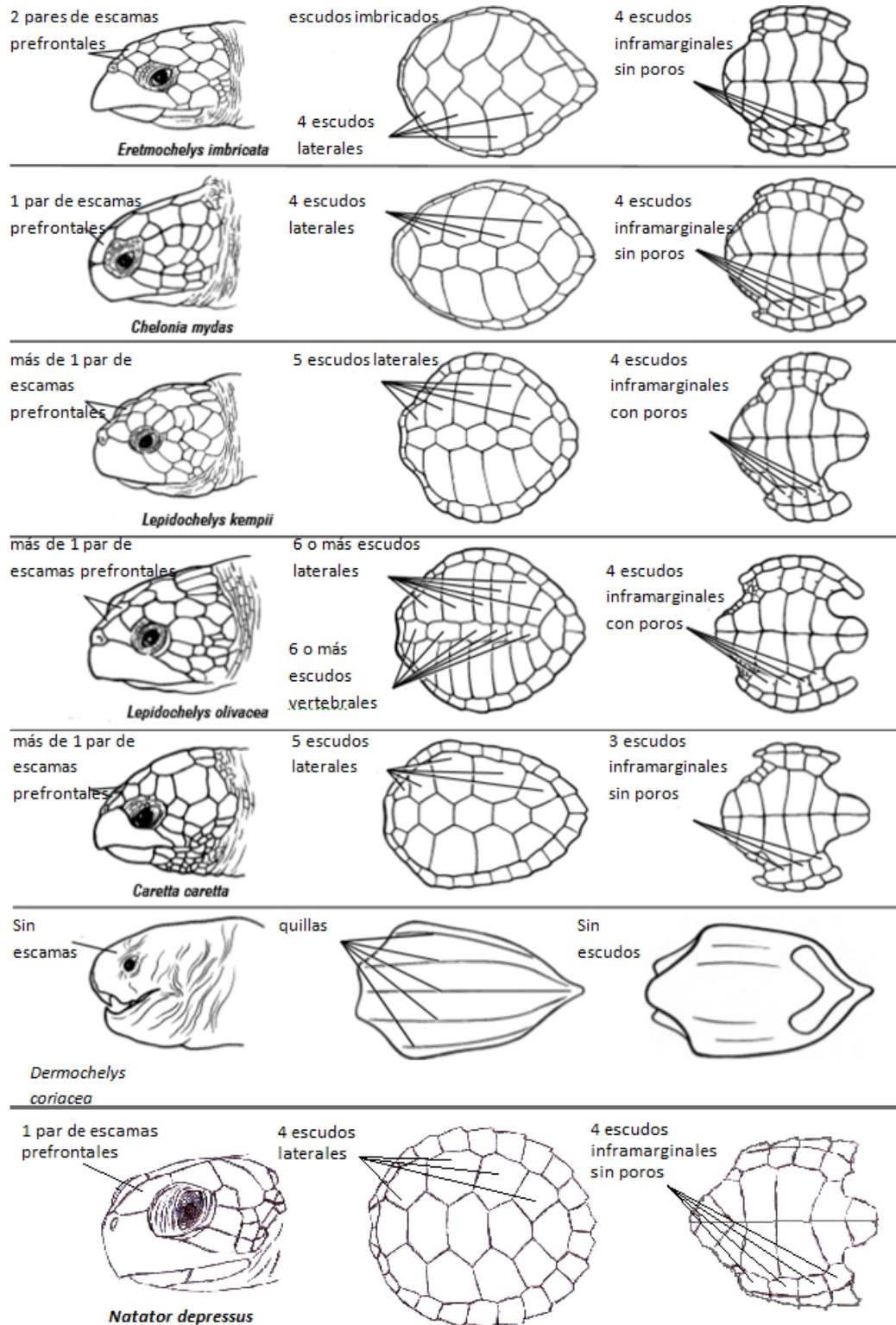
## **1.7. IDENTIFICACIÓN**

Existen varias características externas comunes de la mayoría de especies de tortugas marinas y que son utilizadas para su identificación. Entre estas destacan la forma de las mandíbulas, las escamas de la cabeza, el número de garras en las aletas así como el número y disposición de los escudos del caparazón.

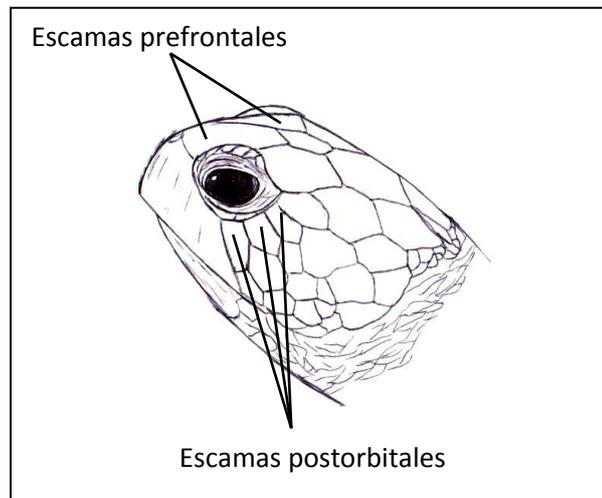
Los escudos del caparazón se numeran desde el extremo anterior hacia el extremo posterior del organismo. Los principales escudos utilizados como característica clave para identificación son los escudos costales (laterales), vertebrales y nucleares, así como los inframarginales. El plastrón así mismo posee patrones de escamas distintivos, pero a se utilizan más como puntos de referencia de estructuras internas que como medio para identificación de la especie (Fig. 20).

Cheloniidae (tortugas de caparazón duro) se caracterizan de acuerdo a las escamas de su cabeza (Fig. 21), disposición de los escudos del caparazón, así como el número de garras en las aletas.

*D. coriacea* (Dermochelyidae) no posee escamas distintivas en la cabeza cuando alcanza la edad adulta, y tiene una mínima cobertura de queratina en las mandíbulas.



**Fig. 20:** Características anatómicas principales para la identificación de especies de tortugas marinas. (Traducido y modificado de [www.gadnr.com](http://www.gadnr.com)).



**Fig. 21:** Principales escamas craneales consideradas para la identificación de especies de tortugas marinas.

## **1.8. MEDICIONES ESTÁNDAR.**

Existen varias medidas diferentes que se utilizan para describir las dimensiones de las distintas estructuras de una tortuga marina, pero las más significantes y más generalmente utilizadas son las siguientes:

### **1.8.1. LCC (Largo curvo del caparazón)**

Se mide desde el punto medio del escudo nual hasta el punto más sobresaliente del escudo supracaudal. La medición se realiza sobre la curva del caparazón y se realiza con cinta métrica (Fig. 22).

Para el caso de *D. coriacea* la medida se toma desde el centro de la muesca nucal hasta el punto más sobresaliente del pedúnculo caudal, y se mide encima y a lo largo de la cresta quilla del caparazón, sin forzar la cinta métrica.



**Fig. 22:** Medición del LCC en una *C. mydas*. (Fuente: Wyneken, 2004)

### **1.8.2. LRC (Largo recto del caparazón)**

Se utilizan los mismos puntos de referencia que para LCC. Generalmente se mide con calipers.

### **1.8.3. ACC (Ancho curvo del caparazón)**

Se mide desde el punto más distal del caparazón a cada lado, como se muestra en la figura 23. No hay un escudo específico sobre el cual realizar la medición y se mide sobre la curva del caparazón con la ayuda de la cinta métrica.



**Fig. 23:** Medición del ACC en una *C. mydas*. (Fuente: Wyneken, 2004)

#### **1.8.4. ARC (Ancho recto del caparazón)**

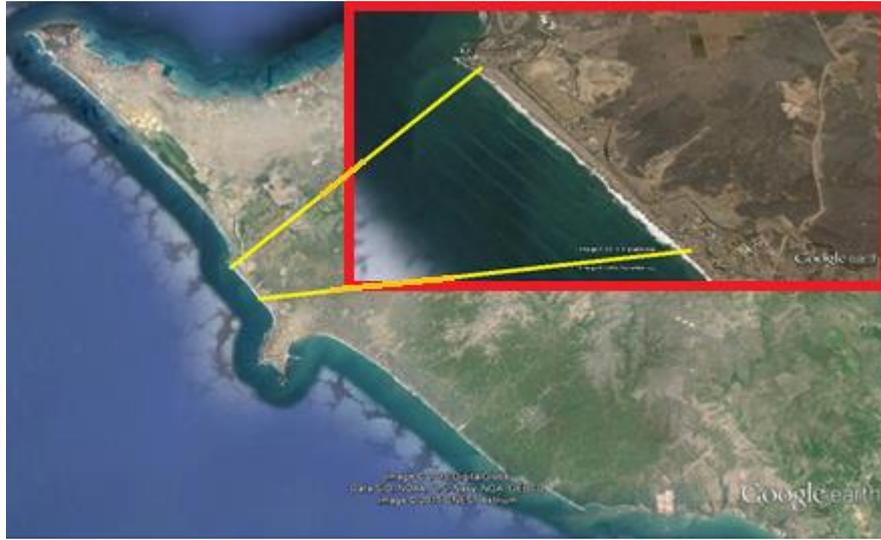
Se toman los mismos puntos del caparazón para realizar la medición. Al igual que para el LRC, se utilizan preferentemente calipers para tomar la medida.

## CAPÍTULO II

### MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1. ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio comprende una sección de la franja costera sur de la puntilla de Santa Elena conocida como playa La Diablica (Fig. 24), abarcando una distancia lineal de 2.1 kilómetros (entre el hotel Punta Carnero  $S02^{\circ}17'38.82''$  –  $W080^{\circ}54'46.80''$  y  $S02^{\circ}18'28.69''$  –  $W080^{\circ}54'04.06''$ ), la misma que se encuentra en la zona costera ecuatoriana más sobresaliente y se considera como una playa rectilínea con pequeños acantilados circundantes. Esta playa se encuentra dentro de la Reserva de Producción de Fauna Marino Costera Puntilla de Santa Elena (REMACOPSE), y posee una gran dinámica en función de sus características. En cuanto a las vías de acceso posee una carretera paralela a la playa, a no más de 5 metros de la misma y abarca la mayoría de su longitud.



**Fig. 24:** Ubicación geográfica del área de estudio. (Fuente: Google earth).

### **2.1.1 Geomorfología y biofísica.**

La geomorfología de la región circundante al área de estudio, que comprende la Península de Santa Elena, se caracteriza por zonas colinadas entre 100 y 200 m.s.n.m. (MAE, 2012).

La parte occidental de la Península de Santa Elena está estratificada con una tendencia a la aridez conforme se aproxima al mar, por lo que posee un clima desértico árido (Fot. 6). La vegetación que caracteriza a la zona está formada por xerófilas: matorral, bosque espinoso y bosque intermontano deciduo a semideciduo (MAE, 2012).



**Fot. 6:** Playa de La Diablica

### **2.1.2. Oleaje.**

La línea de costa está alineada en dirección Noroeste-Sureste, y las olas provenientes del Pacífico Sur, entran directamente hacia este sector de manera perpendicular con dirección suroeste, siendo un sector de gran energía con considerable arrastre de sedimentos (Vera *et al*, 2009). En períodos de aguaje más particularmente, la erosión de la playa se torna más considerable, por lo que sus características son modificadas constantemente (Fot. 7).



**Fot. 7:** Arrastre y depósito de sedimentos producto de aguaje.

Según observaciones realizadas la dirección de oleaje predominante es del suroeste, con período medio de 15 segundos y altura rompiente observada de hasta 3 metros (Vera *et al*, 2009).

### **2.1.3. Corrientes.**

La magnitud promedio de las corrientes frente a Punta Carnero está entre 0.06 m/s a 0.2 m/s, alcanzando velocidades máximas de 0.37 m/s y dirigiéndose al norte-noroeste durante el flujo y al sur-sureste durante el reflujó (Vera *et al*, 2009).

## **2.2. MATERIALES**

### **2.2.1. Trabajo de campo.**

#### **2.2.1.1. Monitoreo.**

- GPS (Sistema de Posicionamiento Global) Huawei.
- Cámara fotográfica Sony Cyber-shot DSC-630 16.1 MP.
- Pintura en aerosol.
- Termómetro de mercurio (-10 a 100°C)

#### **2.2.1.2. Morfometría.**

- Cinta métrica
- Flexómetro
- Formularios de registro
- Lápiz

#### **2.2.1.3. Necropsia.**

- Guantes quirúrgicos desechables
- Mascarilla
- Hojas de Bisturí
- Cuchillo
- Piseta
- Kit de disección
- Tijeras
- Brocha
- Espátula

#### **2.2.1.4. Recolección de muestras.**

- Bolsas plásticas herméticas
- Adhesivos para rotular
- Marcador indeleble

### **2.2.2. Trabajo de laboratorio.**

- Libreta de apuntes
- Guantes quirúrgicos desechables
- Cajas Petri
- Microscopio Boeco
- Esteromicroscopio Boeco
- Estufa Memmert SM/200 32 lt
- Incubadora Memmert IPP400
- Autoclave All American 25X
- Balanza digital Boeco
- BBL Agar MacConkey II
- Difco Agar TCBS
- Difco Agar Sabouraud-Dextrosa
- Mechero de alcohol
- Asa de platino
- Piseta

### **2.2.3. Análisis de la información.**

- Computador portátil con paquete Office 2010 y acceso a Internet.
- Bibliografía.

## **2.3. METODOLOGÍA**

### **2.3.1. Monitoreo.**

Previo al inicio de la etapa de monitoreos se procedió a dividir la longitud total del área de estudio en sectores perpendiculares a la línea de costa, tomando como referencia los postes de alumbrado público que se encuentran al otro lado de la carretera que atraviesa la longitud de la playa. En total el área de estudio se subdividió en 49 estaciones.

Los monitoreos se realizaron pasando un día con el objetivo principal de tener mayores posibilidades de hallar organismos en condiciones óptimas para realizar una inspección más detallada al momento de identificar la especie y efectuar la respectiva necropsia.

### **2.3.2. Identificación de especies.**

La identificación de los individuos encontrados se realizó en base a distintas guías tales como el manual denominado “The Anatomy of Sea Turtles” (Memorándum Técnico del NOAA NMFS-SEFSC-470) del 2001, el “Manual de Necropsia de Tortugas Marinas” de J. Orós y A. Torrent (2001), entre otros.

Gracias a la revisión de estas bibliografías se pudo identificar la especie a la que pertenece cada uno de los individuos encontrados, inclusive a nivel óseo, más específicamente analizando las características del cráneo, en los casos en los que las condiciones del caparazón no permitían identificar la especie correctamente.

### **2.3.3. Morfometría.**

Posterior a la identificación de la especie, los siguientes datos a ser levantados corresponden a la morfometría de los organismos:

- Largo recto del caparazón (LRC)
- Larco curvo del caparazón (LCC)
- Ancho curvo del caparazón (ACC)
- Ancho recto del caparazón (ARC)

Aunque se pueden tomar muchas medidas en una tortuga, las aplicadas en esta investigación son las más críticas.

Para las mediciones curvas se utilizó una cinta métrica, mientras que para las mediciones rectas se usará un flexómetro. Estos datos se registrarán, junto a otros, en la hoja de Reporte de Varamientos (ANEXO 1), la cual es una modificación de la presentada por Work (2000).

### 2.3.4. Necropsia externa.

#### 2.3.4.1. Examinación externa (cabeza, extremidades y piel)

La cavidad oral y mandíbula (Fot. 8) se examinan cuidadosamente para hallar fracturas mandibulares o maxilares, hemorragias, laceraciones, ulceraciones, deformidades, tumores y cuerpos extraños, incluyendo líneas de pesca y anzuelos, e incluso parásitos (Flint *et al.*, 2009).



**Fot. 8:** Revisión de la cabeza de un espécimen varado.

Se chequean los ojos en busca de evidencias de trauma, opacidad o fibropapilomas, al igual que su grado de retracción (Flint *et al.*, 2009).

Las extremidades deben ser revisadas de igual manera (Fot.9). La cloaca se revisa en busca de prolapsos, hemorragias, laceraciones, deformidades y cuerpos extraños (Flint *et al.*, 2009).



**Fot. 9:** Aleta de *E. imbricata* con sus dos garras características.

#### **2.3.4.2. Epibiontes.**

La carga epibiótica varía entre especies (Fot. 10). La distribución, densidad y porcentaje de cobertura algar en las superficies dorsales puede indicar comportamiento de flotación en el espécimen.



**Fot. 10:** Aleta posterior izquierda de *E. imbricata*, con presencia de pequeños epibiontes.

#### **2.3.5. Necropsia interna**

Se ubica el organismo con el plastrón hacia arriba, para proceder a remover este cortando a través del tejido suave en la unión plastrón-caparazón (unión de los escudos marginales e inframarginales). La incisión se extiende por el tejido suave

de las extremidades, cuello y cloaca. El desprendimiento de gases de la cavidad al realizar la incisión es indicativo de putrefacción (Wolke & George, 1981).

El plastrón se une al caparazón en 3 puntos: 2 “clavículas” (proceso acromial del aparato pectoral) y la pelvis (procesos púbicos laterales del cinturón pélvico). Una vez cortado el contorno del plastrón se separa del cuerpo cortando el tejido suave lo más cerca a este (Flint *et al.*, 2009).

#### **2.3.5.1. Examinación de la cavidad celómica**

Examinar las superficies celómicas puede indicar traumas tales como el golpe con un bote, los que generalmente se correlacionan con lesiones externas.

El grosor estimado de las capas de grasa pueden indicar su estado nutricional, que en una tortuga en buena condición suele ser firme, de color gris, amarillo o verde, y tiene una consistencia similar a la mantequilla (Flint *et al.* 2009).

Al final del trabajo de campo se marca el número del individuo en el caparazón con la pintura en aerosol.

### **2.3.6. Recolección y análisis de muestras.**

Las muestras obtenidas de anomalías externas e internas se someterán a cultivo microbiológico con los medios de cultivo disponibles en el laboratorio de Ciencias Biológicas de la UPSE (Universidad Estatal Península de Santa Elena), para identificar los diversos microorganismos presentes y determinar posibles patologías y causas de muerte.

Los medios de cultivo a utilizarse para realizar el trabajo microbiológico fueron:

- Agar TCBS (tiosulfato citrato bilis sacarosa): Medio selectivo de diferenciación para aislamiento de vibrios.
- Agar MacConkey: Medio de diferenciación selectivo para el aislamiento y la diferenciación de *Enterobacteriaceae* y otros bacilos gram negativos.
- Agar Sabouraud-dextrosa: Es un medio no selectivo para el cultivo y mantenimiento de hongos patógenos y no patógenos, en especial dermatofitos.

También se someterán las muestras a observación microscópica para conocer y comparar sus características biológicas frente a tejido en condiciones normales.

### **2.3.7. Análisis de la información.**

Los resultados obtenidos de las diferentes etapas de investigación se registraron en sus correspondientes bases de datos elaborados en Microsoft Excel (2010), para ser posteriormente analizados.

Se empleó un mapa del área de estudio obtenido de Google Earth, en el que se delimitaron las estaciones y se ubicó geográficamente a cada una de las tortugas varadas, con el fin de apreciar la distribución y concentración de los especímenes al momento de ser hallados.

Así mismo es importante contar con fotografías de cada uno de los especímenes hallados, puesto que su posterior revisión permitirá obtener ciertos datos o detalles complementarios que pueden ser incluidos en los resultados.

## CAPÍTULO III

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 3.1. INCIDENCIA DE LAS ESPECIES HALLADAS

Durante los meses de monitoreo se hallaron en total 21 tortugas marinas varadas en la playa La Diablica, pertenecientes a 3 especies diferentes, las que se detallan en la Tabla 1:

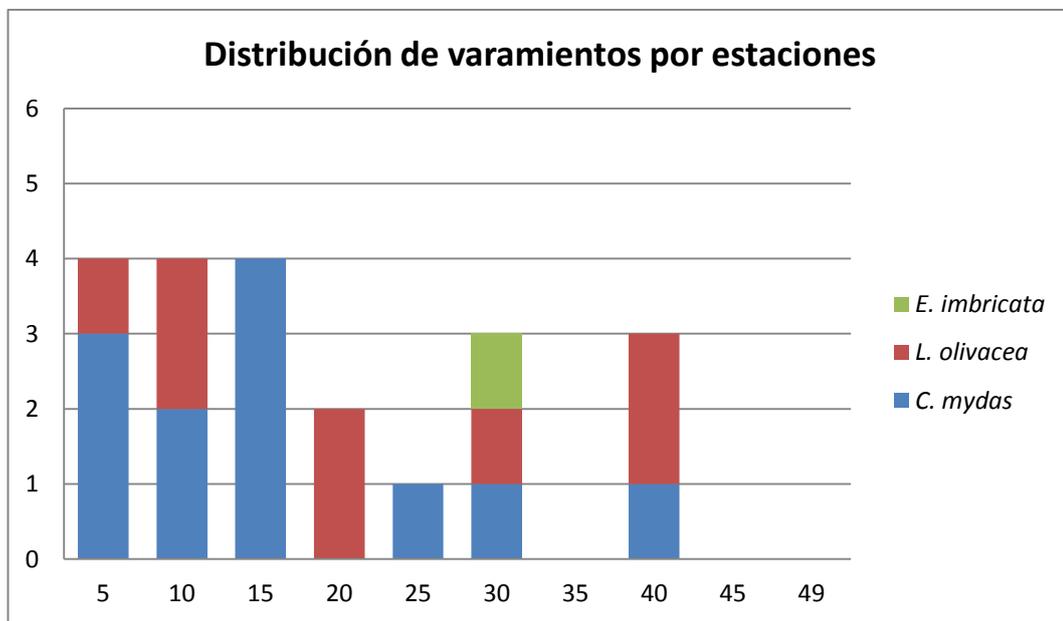
**Tabla 1:** Especies de tortugas marinas que se hallaron durante los monitoreos.

| ESPECIES DE TORTUGAS MARINAS VARADAS |           |             |
|--------------------------------------|-----------|-------------|
| ESPECIE                              | CANTIDAD  | PORCENTAJE  |
| <i>Chelonia mydas</i>                | 12        | 57.14%      |
| <i>Lepidochelys olivacea</i>         | 8         | 38.10%      |
| <i>Eretmochelys imbricata</i>        | 1         | 4.76%       |
| <b>TOTAL</b>                         | <b>21</b> | <b>100%</b> |

De las tres especies de tortugas marinas que se lograron documentar, la mayor incidencia corresponde a *Chelonia mydas* con el 57.14%.

### 3.2. DISTRIBUCIÓN EN EL ÁREA DE ESTUDIO

A continuación se presentan los datos de distribución de las tortugas marinas a lo largo de las estaciones en las que se dividió el área de estudio. Las 49 estaciones se presentan agrupadas de cinco en cinco con el fin de ilustrar y apreciar mejor los resultados:



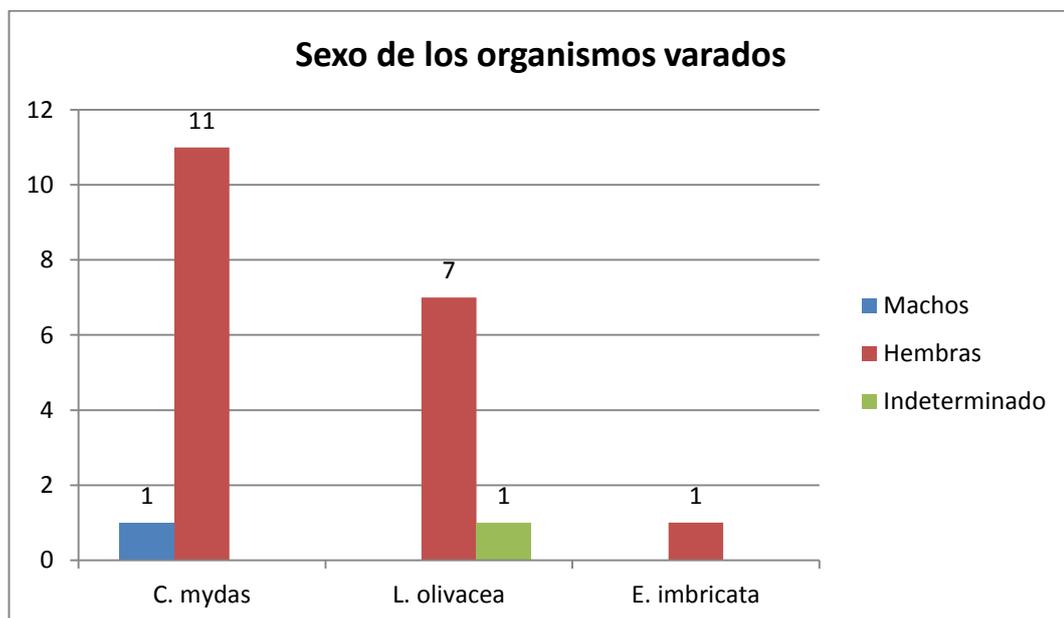
**Gráfico 1:** Distribución de las tortugas marinas varadas halladas en La Diablica

Como podemos apreciar en el gráfico 1, existe una mayor concentración de organismos varados en los primeros 15 sectores del área de estudio, es decir hacia el límite noroeste de la playa.

### 3.3. SEXO

El sexo de los organismos varados se pudo determinar únicamente por el característico dimorfismo sexual que presentan en la anatomía de la cola, poseyendo los machos un apéndice caudal que se proyecta más allá de la parte posterior del caparazón, mientras que las hembras poseen una cola bastante corta en comparación.

En el siguiente gráfico se muestran a las 3 especies y su correspondiente cantidad de organismos machos, hembras e indeterminados.



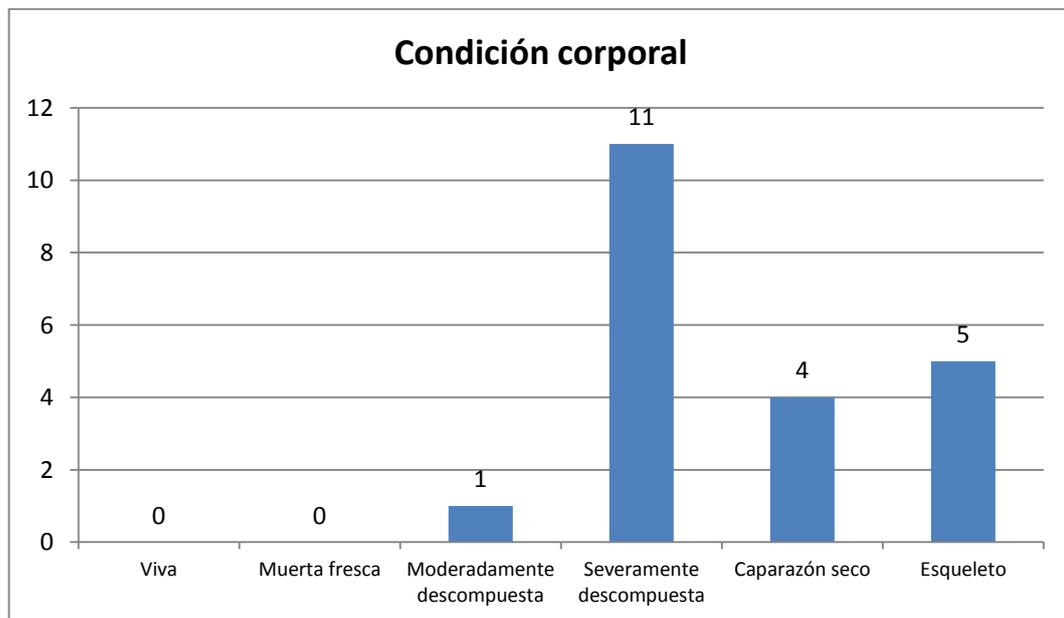
**Gráfico 2:** Clasificación de las tortugas por sexo.

Sólo en una tortuga no se pudo identificar el sexo debido al avanzado estado de descomposición en el que se hallaba.

Mientras tanto, de las tortugas en las que sí se pudo identificar el sexo, una era macho, por lo que finalmente obtuvimos como resultados 1 tortuga macho, 19 hembras y un organismo catalogado como indeterminado.

### 3.4. ESTADO CORPORAL

Otro dato que fue levantado de cada organismo ha sido el estado corporal en que se hallaba, documentándolo en la hoja de registro.



**Gráfico 3:** Clasificación de los organismos de acuerdo al estado corporal con el que se encontraron.

La condición corporal que presentaban la mayoría de las tortugas varadas al momento de ser documentadas, era la de “severamente descompuesta”,

representando el 52.38%, el resto del porcentaje se dividió entre la condición “esqueleto” con el 23.8%, “caparazón seco” con el 19.04% y moderadamente descompuesta con un solo organismo (4,76%). Cabe destacar que no se encontró ningún organismo fresco que permita realizar una necropsia interna para obtener muestras para el trabajo de laboratorio. Tampoco se hallaron animales vivos.

### 3.5. TALLAS PROMEDIO

En la tabla se presentan los promedios de la morfometría realizada a los organismos.

**Tabla 2:** Cifras morfométricas promedio de los organismos documentados.

| <b>MORFOMETRÍA</b> |                 |              |      |                    |              |      |                     |              |      |
|--------------------|-----------------|--------------|------|--------------------|--------------|------|---------------------|--------------|------|
|                    | <i>C. mydas</i> |              |      | <i>L. olivacea</i> |              |      | <i>E. imbricata</i> |              |      |
| <b>Medidas</b>     | Min.            | <b>Prom.</b> | Máx. | Min.               | <b>Prom.</b> | Máx. | Min.                | <b>Prom.</b> | Máx. |
| <b>LRC</b>         | 35              | <b>54,75</b> | 69   | 53                 | <b>59,29</b> | 66   | 57                  | <b>57</b>    | 57   |
| <b>ARC</b>         | 32              | <b>45,5</b>  | 58   | 43                 | <b>50,29</b> | 61   | 45                  | <b>45</b>    | 45   |
| <b>LCC</b>         | 45              | <b>59,42</b> | 71   | 54                 | <b>63</b>    | 67   | 62                  | <b>62</b>    | 62   |
| <b>ACC</b>         | 45              | <b>57,92</b> | 73   | 51                 | <b>65</b>    | 73   | 51                  | <b>51</b>    | 51   |

Según los datos observados en la tabla podemos apreciar que *L. olivacea* posee un tamaño promedio mayor entre sus ejemplares que los de *C. mydas*. Hay que considerar que *E. imbricata* también es una especie de medianas proporciones

pero no se puede comparar de manera significativa con las otras dos especies debido a la escasez de datos por haberse hallado solo un ejemplar.

### 3.6. PRINCIPALES ANOMALÍAS ENCONTRADAS

En la Tabla 3 se presenta la incidencia de las principales anomalías encontradas en los organismos.

**Tabla 3:** Principales anomalías halladas en los organismos.

| <b>ANOMALÍA</b>       | <b>N° DE INDIVIDUOS</b> | <b>PORCENTAJE</b> |
|-----------------------|-------------------------|-------------------|
| Amputaciones          | 6                       | 28,57%            |
| Fractura de caparazón | 2                       | 9,52%             |
| Anzuelo               | 1                       | 4,76%             |
| Indeterminado         | 12                      | 57,14%            |
| <b>TOTAL</b>          | <b>21</b>               | <b>100%</b>       |

La anomalía con más incidencia en las tortugas documentadas fue la amputación (Fot. 11), resultando 3 organismos sin una o más extremidades y 3 ejemplares sin cabeza.



**Fot. 11:** *C. mydas* (LD016) sin cabeza.

Las fracturas en el caparazón afectaron a 2 de las tortugas (9,52%), y al menos en una de ellas (Fot. 12) se considera como la causa de muerte dado que el animal se halló en un estado corporal de “severamente descompuesta”, mientras que la otra se encontró en condición de esqueleto.



**Fot. 12:** *C. mydas* (LD018) con fractura sobre 4to escudo costal derecho.

Solamente en una de las tortugas marinas se halló la presencia de anzuelo (Fot. 13), el cual se hallaba incrustado en la base del cuello, del lado derecho.



**Fot. 13:** Anzuelo obtenido del interior de LD020

### 3.7. OTROS ORGANISMOS HALLADOS.

A más de las tortugas marinas que fueron el objeto de este estudio, también se hallaron tres delfínidos (Fot. 14) y dos lobos marinos (Fot. 15) varados durante la etapa de monitoreos.



**Fot. 14:** Delfín varado en La Diablica.



**Fot. 15:** Lobo marino varado, enredado en arte de pesca.

### 3.8. ANIDACIÓN

Durante la etapa de monitoreo de ésta investigación, se halló un nido de tortuga marina, el cual fue marcado en GPS y ubicado geográficamente en el sector 22, específicamente en  $2^{\circ}18'0.91''S$ ,  $80^{\circ}54'27.63''O$ . La anidación se llevó a cabo la

madrugada del día 20 de febrero (se estableció así por el efecto de las mareas sobre las huellas de subida y bajada de la tortuga). Además se considera que la hembra podría ser una *C. mydas* tomando en cuenta que coincide con los meses de anidación de esta especie en el país, y también por la simetría en el labrado de las huellas (Fot. 16), que es característica para la especie (Pritchard & Mortimer, 2000).



**Fot. 16:** Nido de tortuga marina en el área de estudio

Conociendo que los huevos eclosionan entre 50 a 75 días después de la anidación, se estimó que los huevos harían eclosión a partir del 11 de abril.

## CONCLUSIONES

En los varamientos documentados, se destaca la cantidad mayoritaria de *Chelonia mydas* y *Lepidochelys olivacea*, denotando una presencia significativa de estas especies en las costas de la puntilla de Santa Elena, frente a la escasa representación de *Eretmochelys imbricata*, confirmando la premisa de que la población en el Pacífico Oriental de ésta última es considerada la más amenazada del mundo.

Tomando en cuenta la actividad pesquera cercana al área de estudio y el consecuente tránsito de embarcaciones de diverso calado en las costas, se considera que la interacción directa o indirecta de las tortugas marinas con estas actividades se constituyen en una de las principales causas de mortalidad y el posterior varamiento de los organismos, aunque se tiene claro que muchas veces resulta difícil establecer una colisión como causa de muerte en animales bastante descompuestos, debido a que las fracturas del cráneo y caparazón encontradas en algunos especímenes pudieron ocurrir después de la muerte del animal.

Con respecto a los cadáveres que presentaban amputaciones, puede ser resultado de algo muy similar ocurrido en 2004 en la provincia de Cádiz, Andalucía y denunciado por Ecologistas en Acción, que es una confederación más de 300 grupos ecologistas de toda España, en el que la presencia de varias tortugas

marinas varadas sin cabeza se debía al hecho de que estas se enredaban en redes de enmalle y los pescadores les cortaban la cabeza e incluso las aletas para soltarlas de la red, provocando la muerte de los animales.

Así mismo se estima que una parte de los varamientos registrados probablemente se debieron a causas naturales como depredación o enfermedades.

Por las tallas de los organismos estudiados, se concluye que los ecosistemas marinos cercanos a la playa de La Diablica albergan una buena cantidad de tortugas marinas sub-adultas, por lo que podrían considerarse como zonas de reclutamiento de individuos juveniles, y se reafirma como zona de reproducción dados los anidamientos en playas cercanas y el documentado en la presente investigación. A su vez la mayoritaria presencia de hembras confirma la preferencia de éstas por hábitats costeros, mientras que los individuos machos se encuentran en ambientes oceánicos.

La tendencia en la distribución de los organismos varados en el área de estudio concuerda claramente con la característica de la corriente que incide sobre esta playa que, según INOCAR, se dirige hacia el noroeste, depositando los cuerpos en la parte norte de la playa.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda precaución al tratar de relacionar la muerte de una tortuga marina con una colisión y, en la medida de lo posible, se debe examinar con detenimiento las características encontradas en el sistema óseo en general.

Para examinar una tortuga marina varada se recomienda el uso de guantes y mascarillas, puesto que no se conoce si existen enfermedades, ya sean víricas o bacteriológicas, que puedan transferirse de ésta hacia el ser humano.

Hay que considerar que por acción natural de las mareas y más específicamente en períodos de aguajes, los individuos son arrastrados de vuelta al mar y en ocasiones depositados nuevamente en la playa pero en algún otro sector del área de estudio, por lo que marcarlos apropiadamente evita la confusión y el riesgo de que algún cadáver sea registrado más de una vez.

En la realización de éste tipo de trabajos de investigación debe tomarse muy en cuenta las características de las corrientes frente a la costa, puesto que resulta un factor importante para determinar con cierta antelación la tendencia que puede haber en la distribución de los organismos varados.

## BIBLIOGRAFÍA.

Abreu-Grobois, A & Plotkin, P, (2008). (IUCN SSC Marine Turtle Specialist Group).

Barbour, Roger, Ernst, Carl, & Jeffrey Lovich, (1994). Turtles of the United States and Canada. Washington, DC: Smithsonian Institution Press.

Bjorndal, Karen A.; Jerry A. Wetherall, Alan B. Bolten and Jeanne A. Mortimer (1999). «Twenty-Six Years of Green Turtle Nesting at Tortuguero, Costa Rica: An Encouraging Trend». *Conservation Biology* 13 (1): 126–134.

Bjorndal, K., & Bolten, A. (2003). From Ghosts to Key Species: Restoring Sea Turtle Populations to Fulfill their Ecological Roles. *Marine Turtle Newsletter*, 100, 16-21.

Boulon, R.H. (1989). Virgin Island turtle tags recovered outside the U. S. Virgin Islands. In: S.A. Eckert, K.L. Eckert & T.H. Richardson (Compilers). *Proceedings of the Ninth Annual Workshop on Sea Turtle Conservation and Biology*. U.S. Dept. of Commerce. NOAA Tech. Memo. NMFS-SEFC-232. pp 207.

- Boulon, R. (1994). Growth Rates of Wild Juvenile Hawksbill Turtles, *Eretmochelys imbricata*, in St. Thomas, United States Virgin Islands. *Copeia*, 1994: 3 pp 811-814.
- Brown, L. and D. W. Macdonald, (1995). Predation on green turtle *Chelonia mydas* nests by wild canids at Akyatan beach, Turkey. *Biological Conservation*, Volume 71, Issue 1, pp. 55–60.
- Burbidge, Andrew A (2004). Threatened animals of Western Australia. Department of Conservation and Land Management. pp.110, 114.
- Butler, Rhett (2005). "Sex sells sea turtle conservation in Mexico." *Environmental News*.
- Carr, Archie (1987). "New Perspectives on the Pelagic Stage of Sea Turtle Development". *Conservation Biology* (Blackwell Publishing) 1 (2): pp. 103–121.
- CITES (2006). "Appendices" (SHTML). Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Flora and Fauna. Archived from the original on 3 February 2007.

Conservación Internacional (C.I.) (2005). Serie de Libretas de Campo: Tortugas Marinas Neotropicales. Arjona, F., J. V. Rodríguez, J. V. Rueda, A. González y R. H. Orozco (Eds).

Dick, B.: Secretaria Pro Tempore de la Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas (CIT), (2005). "Manual sobre técnicas de manejo y conservación de las tortugas marinas en playas de anidación de Centroamérica (Propuesta Base)". San José, Costa Rica. 45

Edelman, Michael (2004). "Eretmochelys imbricata: Information". Animal Diversity Web. University of Michigan Museum of Zoology.

Eckert, K. L., K. A. Bjorndal, F. A. Abreu-Grobois y M. Donnelly (Editores). (2000) (Traducción al español). Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas. Grupo Especialista en Tortugas Marinas. UICN/CSE Publicación No. 4.

Epibiont Research Cooperative. (2007). A synopsis of the literature on the turtle barnacle (Cirripedia: Balanomorpha: Coronuloidea) 1758-2007

Ernst, C. H.; Lovich, J. E. (2009). Turtles of the United States and Canada (2 ed.). JHU Press. p. 50.

Félix, F. & A. Dahik (Eds). (2006). Creación de un área protegida como parte del proceso de ordenamiento territorial marino-costero en Salinas, Memorias del Seminario-Consulta. Salinas, Ecuador, 15 de julio de 2005. Gobierno del Cantón Salinas/Fundación Ecuatoriana para el Estudio de Mamíferos Marinos/Fundación Natura. pp. 73.

Flint M., Patterson - Kane J., Mills P., and Limpus C. (2009). A veterinarian's guide for sea turtle post mortem examination and histological investigation. The University of Queensland.

Foley, A. M., B. A. Schroeder, A. E. Redlow, K. J. Fick-Child, and W. G. Teas. (2005). Fibropapillomatosis in stranded green turtles (*Chelonia mydas*) from the Eastern United States (1980-1998): trends and associations with environmental factors. *J. Wildl. Dis.* 41(1): pp. 29-41.

Fontanes, F. (2003). "ADW: Dermochelys coriacea: Information". Animal Diversity Web. University of Michigan Museum of Zoology.

Gaffney, E. S. (1975). A phylogeny and classification of the higher categories of turtles. *Bull. Amer. Mus. Natur. Hist.* 155: pp. 387-436.

Gaffney, E. S. y P. A. Meylan.(1988). A phylogeny of turtles, pp.157-219. In: M. J. Benton (Editor), *The Phylogeny and Classification of Tetrapods*. Clarendon Press, Oxford.

Gulko D. A. & Eckert K. L. (2003). *Sea Turtles: An Ecological Guide*. Mutual Publishing. Honolulu, HI. pp. 128.

Haas, Heather, Erin LaCasella, Robin LeRoux, Henry Miliken, and Brett Hayward (2008). "Characteristics of sea turtles incidentally captured in the U.S. Atlantic sea scallop dredge fishery." *Fisheries Research* 93.3: pp. 289-295.

Heithaus, Michael, Aaron Wirsing, Jordan Thomson, and Derek Burkholder (2008)."A review of lethal and non-lethal effects of predators on adult marine turtles." *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 356. pp 1-2.

Houghton, Jonathan D. R.; Martin J. Callow; Graeme C. Hays (2003). "Habitat utilization by juvenile hawksbill turtles (*Eretmochelys imbricata*, Linnaeus, 1766) around a shallow water coral reef" (PDF). *Journal of Natural History* 37 (10): pp. 1269–1280.

Herbst, L. H. (1994). Fibropapillomatosis of marine turtles. *Annu. Rev. Fish Dis.* 4: pp. 389-425.

Hochscheid, S.; F. Bentivegna, G.C. Hay (2005). "First records of dive durations for a hibernating sea turtle". *Biol. Lett.* 1 (1): 82–6

Hudson, D.M. and P.L. Lutz.(1986). Salt gland function in the leatherback sea turtle, *Dermochelys coriacea*. *Copeia.* 1986 (1): pp. 247-249

Jaffe, A. L., G. J. Slater, and M. E. Alfaro.(2011). The evolution of island gigantism and body size variation in tortoises and turtles. *Biology Letters* 7(4): pp. 558-561.

Jeanette Wyneken, Kenneth J. Lohmann, John A. Musick (2013): *The Biology of Sea Turtles, Volume III.* CRC Marine Biology Series.

Kear BP, Lee M. S. (2006). "A primitive protostegid from Australia and early sea turtle evolution". *Biol. Lett.* 2 (1): pp. 116.

Lee, Patricia L. M.; Graeme C. Hays (2004). "Polyandry in a marine turtle: Females make the best of a bad job". *Proceedings of the National Academy of Sciences* 101 (17): pp. 6530–6535.

- Limpus, C.J. (1992). The hawksbill turtle, *Eretmochelys imbricata*, in Queensland: Population structure within a southern Great Barrier Reef feeding ground. *Wildlife Research*, 19, pp. 489-506.
- Limpus, Colin (2007). A Biological Review of Australian Marine Turtles. 5. Flatback turtle *Natator depressus* (Garman). Queensland: The State of Queensland. Environmental Protection Agency.
- Lohmann, Catherine, and Kenneth Lohmann, (2006). "Sea turtles. "Current Biology 16.18.
- Lutz, P. L.; J. A. Musick (1997). *The Biology of Sea Turtles*. Boca Raton, Florida.
- Markey, Sean. "Global Warming Has Devastating Effect on Coral Reefs, Study Shows." *National Geographic News* 28 Oct 2010.
- Márquez, R., Villanueva, A. O., Peñaflores, C. S., & Rios, O. D. (1982). Situación actual y recomendaciones para el manejo de las tortugas marinas de la costa occidental mexicana, en especial la tortuga golfina *Lepidochelys olivacea*. *Ciencia Pesquera*, 1, pp. 83-91.
- McCann, Charles (1966): "key to the marine turtles and snakes occurring in New Zealand". *Tuatara*: volume 14, issue 2.

Meylan, Anne (1988). "Spongivory in Hawksbill Turtles: A Diet of Glass".  
Science (American Association for the Advancement of Science) 239  
(4838): pp. 393–395.

Meylan, A. B. y Meylan, P.A. (1999). Introduction to the evolution, life history,  
and biology of sea turtles. En: Research and Management Techniques for  
the Conservation of Sea Turtles. Eckert, K.L., Bjorndal, K.A., Abreu-  
Grobois, F.A. y Donnelly, M. (eds.). IUCN/SSC Marine Turtle Specialist  
Group Publication No. 4. pp 3-5.

Miller, Jeffrey D.; Limpus, Collin J.; Godfrey, Matthew H. (2003). "Nest site  
selection, oviposition, eggs, development, hatching and emergence of  
loggerhead turtles". In Bolten, Alan; Witherington, Blair. Loggerhead  
Turtles. Smithsonian Books. pp. 125–143.

Milton, Sarah, and Peter Lutz (2010). United States. Oil and Sea Turtles Biology,  
Planning, and Response.

Ministerio del Ambiente de Ecuador (MAE) (2012): Sistema de clasificación de  
los Ecosistemas del Ecuador Continental. pp.: 25-26.

Morreale, S.; Ruiz, G.; Spotila; Standora, E. (1982). "Temperature-dependent sex determination: current practices threaten conservation of sea turtles". *Science* 216 (4551): pp. 1245–1247.

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

Nicholas, Mark, (2001). "Light Pollution and Marine Turtle Hatchlings: The Straw that Breaks the Camel's Back?." *The George Wright Forum*. The George Wright Society.

Nicolson, S.W. and P.L. Lutz (1989). Salt gland function in the green sea turtle *Chelonia mydas*. *J. exp. Biol.* 144: pp. 171-184

Nishizawa, H., M. Asahara, N. Kamezaki, and N. Arai (2010). Differences in the skull morphology between juvenile and adult green turtles: implications for the ontogenetic diet shift. *Current Herpetology* 29(2): pp. 97-101.

Oravetz, C. A. (2000). Reducción de la Captura Incidental en Pesquerías. P. 217-222. In: Eckert, K.L., Bjorndal, K.A., Abreu-Grobois, F.A. & Donnelly, M. (Editors). *Research and Management Techniques for the*

Conservation of Sea Turtles. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group  
Publication N° 4.

Orós J., Torrent A., Calabuig P. and Déniz S.(1998–2001): Diseases and causes of  
mortality among sea turtles stranded in the Canary Islands, Spain.

Orós J. (S.f.): Guía Visual Breve de Necropsia de Tortugas Marinas. Facultad de  
Veterinaria, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. pp. 14.

Orós J. y Torrent, A. 2001. Manual de necropsia de tortugas marinas. Ediciones  
del Cabildo de Gran Canaria.

Pritchard P. y Mortimer J. 2000. Taxonomía, Morfología Externa e Identificación  
de las Especies En: Eckert et al. (editores) Técnicas de Investigación y  
Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas. UICN/CSE Grupo  
Especialista en Tortugas marinas Publicación N° 4. pp. 23-41.

Reich, Kimberly J.; Karen A. Bjorndal; Alan B. Bolten (2007). "The 'lost years' of  
green turtles: using stable isotopes to study cryptic lifestages". *Biology  
Letters* 6 (in press): 712–4.

Reina RD, Jones TT, Spotila JR (2002). "Salt and water regulation by the leatherback sea turtle *Dermochelys coriacea*". The Journal of Experimental Biology 205.

Schafer, Edward H. (1962). "Eating Turtles in Ancient China". Journal of the American Oriental Society (American Oriental Society) 82 (1): pp. 73–74.

Spotila, James R. (2004). Sea Turtles: A Complete Guide to their Biology, Behavior, and Conservation. Baltimore, Maryland: The Johns Hopkins University Press and Oakwood Arts.

Stokstad, Erik (2010). "Sea Turtles Suffer Collateral Damage From Fishing." Science AAAS 07.

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza: Lista Roja de Especies Amenazadas (2010).

USFWS (United States Fish and Wildlife Service) (2005). "Hawksbill Sea Turtle (*Eretmochelys imbricata*)". North Florida Field Office.

USFWS (United States Fish and Wildlife Service) (2005). "Green sea turtle (*Chelonia mydas*)". North Florida Field Office.

Vera, D. 2008. Establecimiento de una base de datos biológica sobre los varamientos de tortugas marinas ocurridos en la playa de Mar Bravo, Salinas – Ecuador, julio – diciembre / 2008.

Vera, L., Lucero, M., Mindiola, M. (2009): Caracterización Oceanográfica de la Costa Central Ecuatoriana entre la Punta del Morro y Jaramijó, Ecuador. Acta Oceanográfica del Pacífico. Vol. 15, N° 1.

Viegas, Jennifer (2010). "Millions of Sea Turtles Captured, Killed by Fisheries." Discovery News.

Wallace BP, DiMatteo AD, Hurley BJ, Finkbeiner EM, Bolten AB, et al. (2010) Regional Management Units for marine turtles: A novel framework for prioritizing conservation and research across multiple scales.

Wieland, G. R. (1896). Archelonischyros: a new gigantic cryptodire testudinate from the Fort Pierre Cretaceous of South Dakota. American Journal of Science, 4th Series 2(12): pp. 399-412.

WWF (2007). "WWF - Leatherback turtle." Marine Turtles. World Wide Fund for Nature.

WWF (2007). "WWF - Marine Turtles. "Species Factsheets. WorldWide Fund for Nature.

Wolke R. E., George A (1981). Sea turtle necropsy manual. National Oceanic and Atmospheric Administration, Panama City, FL.

Work, Thierry (2000). Manual de necropsia de Tortugas marinas para biólogos en refugios o areas remotas. U.S. Geological Survey National Wildlife Health Center - Hawaii Field Station (NWHC-HFS).

Wyneken, J. (2001). The Anatomy of Sea Turtles. U.S. Department of Commerce NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-470, 1-172 pp.

Zardus, J. D.; Hadfield, M. G. (2004). "Larval Development and Complementary Males in *Chelonibia testudinaria*, a Barnacle Commensal with Sea Turtles". Journal of Crustacean Biology 24 (3): pp. 409.

### **Páginas web**

[www.bd.com](http://www.bd.com)

[www.calrossilvar.com](http://www.calrossilvar.com)

[www.coastalcare.org/2011/07/legalized-poaching-turtles-eggs-and-playa-ostional-costa-rica](http://www.coastalcare.org/2011/07/legalized-poaching-turtles-eggs-and-playa-ostional-costa-rica)

[commons.wikimedia.org](https://commons.wikimedia.org)

[www.conabio.gob.mx](http://www.conabio.gob.mx)

[www.conserveturtles.org/seaturtleinformation.php?page=whycareaboutseaturtles](http://www.conserveturtles.org/seaturtleinformation.php?page=whycareaboutseaturtles)

[www.ecologistasenaccion.org/article665](http://www.ecologistasenaccion.org/article665)

[www.fws.gov](http://www.fws.gov)

[www.gadnr.com](http://www.gadnr.com)

[www.iacseaturtle.org](http://www.iacseaturtle.org)

[www.inkart.net](http://www.inkart.net)

[www.itis.gov](http://www.itis.gov)

[www.seeturtles.org/1380/global-warming.html](http://www.seeturtles.org/1380/global-warming.html)

[www.wiseoceans.com/seasense/turtle](http://www.wiseoceans.com/seasense/turtle)

## **ANEXOS**



**NECROPSIA (Examen interno) – Página 2**

|   |   |
|---|---|
| Nombre del observador: _____  | N° de registro: <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/> |
| Sector: _____ Fecha de observación: Día: <input style="width: 20px;" type="text"/> <input style="width: 20px;" type="text"/> Mes: <input style="width: 20px;" type="text"/> <input style="width: 20px;" type="text"/> Año: 20 <input style="width: 20px;" type="text"/> <input style="width: 20px;" type="text"/> |   |
| Hora: __:__:__  |   |

| <b>Hallazgos</b>        |  |
|-------------------------|--|
| Músculo-esquelético     |  |
| Cavidad celómica        |  |
| Corazón                 |  |
| Hígado                  |  |
| Riñones                 |  |
| Glándulas suprarrenales |  |
| Bazo                    |  |
| Tráquea, pulmones       |  |
| Gónadas                 |  |
| Cavidad oral            |  |
| Esófago                 |  |
| Buche                   |  |
| Estómago                |  |
| Intestino delgado       |  |
| Intestino grueso        |  |
| Vejiga urinaria         |  |
| Cerebro                 |  |
| Glándulas de sal        |  |

|                                 |
|---------------------------------|
| Contenido intestinal (%): _____ |
|---------------------------------|

|   |         |               |               |         |           |           |
|---|---------|---------------|---------------|---------|-----------|-----------|
| <b>Muestras / fotos tomadas:</b>  |         |               |               |         |           |           |
| <b>Muestras:</b> _____<br>_____   |         |               |               |         |           |           |
| <b>Fotografías (subraye):</b>   |         |               |               |         |           |           |
| <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center; width: 15%;">Ventral</td> <td style="text-align: center; width: 15%;">Dorsal</td> <td style="text-align: center; width: 20%;">Anormalidades</td> <td style="text-align: center; width: 20%;">Tumores</td> <td style="text-align: center; width: 20%;">Cerebro</td> <td style="text-align: center; width: 10%;">Parásitos</td> </tr> </table> | Ventral | Dorsal        | Anormalidades | Tumores | Cerebro   | Parásitos |
| Ventral   | Dorsal  | Anormalidades | Tumores       | Cerebro | Parásitos |           |

**TABLA 4**

| <b>Ubicación geográfica de las estaciones</b> |                             |                           |                             |
|---|-----------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| <b>Número de estación</b>                     | <b>Coordenadas G M S.s</b>  | <b>Número de estación</b> | <b>Coordenadas G M S.s</b>  |
| <b>1</b>                                      | 2°17'40.44"S, 80°54'44.35"O | <b>26</b>                 | 2°18'4.67"S, 80°54'23.38"O  |
| <b>2</b>                                      | 2°17'41.35"S, 80°54'43.61"O | <b>27</b>                 | 2°18'5.69"S, 80°54'22.50"O  |
| <b>3</b>                                      | 2°17'42.36"S, 80°54'42.73"O | <b>28</b>                 | 2°18'6.64"S, 80°54'21.62"O  |
| <b>4</b>                                      | 2°17'43.48"S, 80°54'41.76"O | <b>29</b>                 | 2°18'7.84"S, 80°54'20.54"O  |
| <b>5</b>                                      | 2°17'44.77"S, 80°54'40.58"O | <b>30</b>                 | 2°18'8.51"S, 80°54'19.92"O  |
| <b>6</b>                                      | 2°17'45.71"S, 80°54'39.76"O | <b>31</b>                 | 2°18'9.54"S, 80°54'19.04"O  |
| <b>7</b>                                      | 2°17'46.81"S, 80°54'38.77"O | <b>32</b>                 | 2°18'10.37"S, 80°54'18.35"O |
| <b>8</b>                                      | 2°17'47.65"S, 80°54'37.97"O | <b>33</b>                 | 2°18'11.40"S, 80°54'17.55"O |
| <b>9</b>                                      | 2°17'48.57"S, 80°54'37.19"O | <b>34</b>                 | 2°18'12.48"S, 80°54'16.72"O |
| <b>10</b>                                     | 2°17'49.66"S, 80°54'36.29"O | <b>35</b>                 | 2°18'13.41"S, 80°54'16.03"O |
| <b>11</b>                                     | 2°17'50.60"S, 80°54'35.48"O | <b>36</b>                 | 2°18'14.33"S, 80°54'15.33"O |
| <b>12</b>                                     | 2°17'51.48"S, 80°54'34.75"O | <b>37</b>                 | 2°18'15.34"S, 80°54'14.54"O |
| <b>13</b>                                     | 2°17'52.42"S, 80°54'33.99"O | <b>38</b>                 | 2°18'16.44"S, 80°54'13.58"O |
| <b>14</b>                                     | 2°17'53.48"S, 80°54'33.18"O | <b>39</b>                 | 2°18'18.10"S, 80°54'12.29"O |
| <b>15</b>                                     | 2°17'54.49"S, 80°54'32.31"O | <b>40</b>                 | 2°18'19.01"S, 80°54'11.58"O |
| <b>16</b>                                     | 2°17'55.33"S, 80°54'31.61"O | <b>41</b>                 | 2°18'19.94"S, 80°54'10.84"O |
| <b>17</b>                                     | 2°17'56.52"S, 80°54'30.65"O | <b>42</b>                 | 2°18'20.86"S, 80°54'10.13"O |
| <b>18</b>                                     | 2°17'57.47"S, 80°54'29.81"O | <b>43</b>                 | 2°18'21.73"S, 80°54'9.46"O  |
| <b>19</b>                                     | 2°17'58.20"S, 80°54'29.18"O | <b>44</b>                 | 2°18'22.73"S, 80°54'8.53"O  |
| <b>20</b>                                     | 2°17'58.97"S, 80°54'28.47"O | <b>45</b>                 | 2°18'23.52"S, 80°54'7.79"O  |
| <b>21</b>                                     | 2°17'59.93"S, 80°54'27.59"O | <b>46</b>                 | 2°18'24.40"S, 80°54'6.99"O  |
| <b>22</b>                                     | 2°18'0.77"S, 80°54'26.83"O  | <b>47</b>                 | 2°18'25.33"S, 80°54'6.12"O  |
| <b>23</b>                                     | 2°18'1.79"S, 80°54'25.94"O  | <b>48</b>                 | 2°18'27.37"S, 80°54'5.28"O  |
| <b>24</b>                                     | 2°18'2.57"S, 80°54'25.26"O  | <b>49</b>                 | 2°18'28.45"S, 80°54'3.91"O  |
| <b>25</b>                                     | 2°18'3.41"S, 80°54'24.50"O  |                           |                             |

**TABLA 5**

| <b>Ubicación geográfica de las tortugas encontradas</b> |               |                             |                        |
|---|---------------|-----------------------------|------------------------|
| <b>Código</b>   | <b>Sector</b> | <b>Coordenadas G M S.s</b>  | <b>Coordenadas utm</b> |
| LD001   | 37            | 02°18'16.1"S, 80 54'15.1" O | 17 M 510653 9745284    |
| LD002   | 36            | 02°18'15.7"S, 80 54'15.2" O | 17 M 510649 9745298    |
| LD003   | 36            | 02°18'15.5"S, 80 54'15.7" O | 17 M 510635 9745302    |
| LD004   | 29            | 02°18'07.7"S, 80 54'22.2" O | 17 M 510434 9745543    |
| LD005   | 28            | 02°18'07.1"S, 80 54'22.5" O | 17 M 510424 9745560    |
| LD006   | 17            | 02°17'56.8"S, 80 54'31.9" O | 17 M 510131 9745878    |
| LD007   | 17            | 02°17'56.3"S, 80 54'32.5" O | 17 M 510114 9745892    |
| LD008   | 14            | 02°17'53.6"S, 80 54'35.0" O | 17 M 510038 9745976    |
| LD009   | 3             | 02°17'42.8"S, 80 54'45.0" O | 17 M 509730 9746307    |
| LD010   | 4             | 02°17'44.3"S, 80 54'43.5" O | 17 M 509774 9746260    |
| LD011   | 6             | 02°17'46.4"S, 80 54'41.5" O | 17 M 509838 9746196    |
| LD012   | 7             | 02°17'47.2"S, 80 54'40.8" O | 17 M 509857 9746171    |
| LD013   | 8             | 02°17'48.2"S, 80 54'39.5" O | 17 M 509899 9746143    |
| LD014   | 9             | 02°17'49.0"S, 80 54'39.0" O | 17 M 509914 9746118    |
| LD015   | 14            | 02°17'54.2"S, 80 54'34.5" O | 17 M 510052 9745959    |
| LD016   | 11            | 02°17'51.2"S, 80 54'36.8" O | 17 M 509982 9746049    |
| LD017   | 1             | 02°17'37.5"S, 80 54'50.5" O | 17 M 509559 9746470    |
| LD018   | 1             | 02°17'37.6"S, 80 54'50.5" O | 17 M 509559 9746467    |
| LD019   | 25            | 02° 18'4.1"S, 80 54'25.8" O | 17 M 510322 9745653    |
| LD020   | 15            | 02°17'54.9"S, 80 54'34.0" O | 17 M 510069 9745936    |
| LD021   | 26            | 02°18'4.7"S, 80 54'24.8" O  | 17 M 510353 9745656    |