



**USAID**  
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS  
UNIDOS DE AMÉRICA

**PROGRAMA REGIONAL DE USAID PARA EL MANEJO DE  
RECURSOS ACUÁTICOS Y ALTERNATIVAS ECONÓMICAS**

# **INFORME DE ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD**

**Enero 2012**

This publication was produced for review by the United States Agency for International Development. It was prepared by WIDECAS

# **INFORME DE ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD**

**Contract No.EPP-I-00-04-00020-00- WID**

**DELIVERABLE 2.1 INFORME DE ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD**

# VULNERABILITY ANALYSIS REPORT

## Executive Summary

Climate change has a significant influence on current and future changes in coastal ecosystems. Costa Rica and the countries of the Caribbean Basin will experience the impact of rising sea levels and air and water temperatures, changing rainfall patterns, and increasingly intense hurricanes and tropical storms. The repercussions of these phenomena include loss of beaches and island surface area, coral bleaching, dwindling fisheries stocks, saltwater intrusion into aquifers, urban flooding, and an increase in disease, which has already been observed among certain sea turtle species. This has serious implications for community livelihoods and national economies that rely on coastal areas and their natural resources for consumption and for their value as tourist attractions (Drews and Fonseca 2009).

In contrast to most terrestrial environments, marine habitats and the organisms that rely on them (Fig. 1) are not easy to observe or study. Many sea and coastal animals, including sea turtles, disperse and migrate through different environments, covering long distances that cross national jurisdictions. This poses complex challenges in terms of logistical and political coordination for biological research.

Until very recently, the prevailing view in modern societies was that the seas and everything in them were inexhaustible and capable of withstanding unrestrained human exploitation indefinitely. It is now common knowledge that overharvesting of a species can result in an irreversible state of extinction, with the attendant effect on other species in the ecosystem. In cases where endangered marine species are shared resources, the complexity of managing them is compounded by the need to design and implement regionally acceptable conservation plans. The biological characteristics of each species, then, inform options for their use and, in some cases, help establish the parameters for their recovery and conservation.

While it is impossible to calculate exact population sizes, most sea turtle populations worldwide are weakened and dwindling, sometimes dramatically. In addition to overharvesting of eggs and meat, the constant demand for turtle shells for use in handicrafts has played a significant role in the decline of these populations.

Turtle species in the Moín-Bocas del Toro binational zone are currently classified as critically endangered or at risk of extinction according to the Red List of the International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN). In the Caribbean, most of the pieces of the genetic mosaic, with few exceptions, are on the decline. Just as with other living marine resources, decimated populations are seen through the lens of “shifting baseline syndrome,” meaning that people regard them as normal in the absence of any collective memory of past population levels. It is believed that declining sea turtle populations may have triggered changes in the structure and functioning of marine ecosystems.

Sea turtle conservation poses enormous challenges for modern societies. While much has been learned about the biology of these animals in the past 50 years, broad gaps in knowledge persist. Decisions about resource management and conservation are inevitably made based on insufficient, fragmented information. Yet we now know that migrating sea turtles cross the jurisdictional waters of different nations, and that animals from different areas and with different genetic makeups converge in feeding zones. This means that sea turtle conservation in the Caribbean is a regional challenge that requires multinational agreements and the commitment of public and private sector stakeholders.

Many years ago, it was determined that sea turtles in binational areas required special conservation measures (Troeng *et al.* 2004). The purpose of this study was to identify variables that influence the vulnerability of these species and their critical habitats on nesting beaches in San San, the segment from Punta Cahuita to Hone Creek, and Moín Beach. This effort is part of the USAID Regional Program's nest and hatchling conservation initiative in the binational zone of Costa Rica and Panama (Moín-Bocas del Toro), which it is implementing through WIDECAST and its partners.

# CONTENIDOS

Introducción .....	1
1. Antecedentes .....	3
A. Cambio climático y vulnerabilidad de las tortugas marinas .....	3
2. Metodología .....	7
3. Resultados .....	8
A. Temperatura .....	8
B. Cambios del nivel del mar .....	11
4. Discusión .....	15
A. Otras amenazas .....	15
B. Desechos sólidos .....	16
C. Sedimentos .....	18
D. Compuestos inorganicos .....	19
E. Desechos sólidos .....	21
F. Desarrollo costero .....	22
G. Luz .....	23
H. Afluencia y comportamiento de turistas .....	24
I. Emisión de ruido .....	24
J. Plantas rastreras .....	26
K. Depredadores .....	27
5. Recomendaciones .....	29
A. Escenario recomendado .....	29
B. Unidad ideal de manejo para la zona de amortiguamiento fuera de la ZMT .....	29
C. Plan de monitoreo para la creación de linea base .....	30
D. Control de amenazas .....	31
Anexos	
Anexo 1 .....	34
Anexo 2 .....	35
Anexo 3 .....	36
Anexo 4 .....	37
Anexo 5 .....	38
Bibliografía .....	41

## INTRODUCCIÓN

El cambio climático es una influencia importante que provoca cambios actuales y futuros en los ecosistemas costeros. Costa Rica y los Estados del Gran Caribe se verán afectadas por el incremento del nivel del mar, el aumento de las temperaturas ambientales y del mar, los cambios en los patrones de lluvia y la intensidad de huracanes y tormentas tropicales. Las consecuencias incluyen la pérdida de área en las playas e islas, blanqueamiento coralino, empobrecimiento de las pesquerías, intrusión salina en los acuíferos, inundación de zonas urbanas e incremento de enfermedades tal como sucede con algunas especies de tortugas marinas en la actualidad, entre otras. Las implicaciones de estos procesos para los medios de vida de las comunidades y las economías nacionales que dependen del área costera y sus recursos naturales para consumo o cómo atracción turística, son significativos (Drews y Fonseca 2009).

A diferencia de la mayoría de los medios terrestres, los medios marinos (Fig. 1) y los organismos que viven en ellos, no son fáciles de observar ni de estudiar. Muchos animales oceánicos y costeros, incluyendo las tortugas marinas, se dispersan y migran a través de diversos entornos, así como a lo largo de grandes distancias que cubren múltiples jurisdicciones. Esto plantea desafíos complejos de índole logística y de concertación política para lograr su conocimiento biológico.

En las sociedades modernas hasta hace poco imperaba la percepción de que los mares, y todo lo que en ellos vive, son inagotables y capaces de soportar indefinidamente una explotación humana sin límites. Hoy se sabe que la sobreexplotación de una especie puede llevarla a una condición irreversible, la extinción, y afectar con ello a otras especies en el ecosistema. En el caso de especies marinas amenazadas de extinción que



constituyen recursos compartidos, a la complejidad de su gestión se añade la necesidad de elaborar e implantar planes de conservación regionalmente aceptables. Así, las características biológicas de cada especie determinan las opciones para el aprovechamiento y, dado el caso, dan el marco para encauzar la recuperación y conservación.

Figura 1: Neonato de Tortuga baula nadando hacia las aguas del Parque Nacional Cahuita.

Es imposible calcular a ciencia cierta el tamaño absoluto de las poblaciones, pero en todo el mundo, las poblaciones de tortugas marinas, en su mayoría, están debilitadas y van disminuyendo, a menudo vertiginosamente. Además, de la sobreexplotación de huevos y carne, su descenso en gran medida ha sido causado por la continua demanda de los escudos del caparazón, que se utilizan en la elaboración de artesanías.

Actualmente, la especie de la zona binacional Moín-Bocas del Toro está clasificada en peligro crítico o en peligro de extinción en la lista roja de la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN).

En el Caribe, con pocas excepciones, la mayoría de las unidades del mosaico genético se encuentran en declive. Como sucede con otros recursos marinos vivos, las poblaciones diezmadas son objeto del “síndrome de referencia variable”, en virtud del cual las personas las perciben como normales, a falta de una memoria colectiva sobre los niveles poblacionales del pasado. Se piensa que tal disminución de la abundancia de tortugas habría provocado cambios en la estructura y la función de los ecosistemas marinos.

La conservación de las tortugas marinas plantea grandes desafíos a las sociedades modernas. Si bien es mucho lo que se ha aprendido acerca de la biología de estos animales en los últimos cincuenta años, aún prevalecen importantes lagunas de conocimiento. Las decisiones sobre ordenamiento y conservación de los recursos se toman, inevitablemente, con información insuficiente y fragmentada. No obstante, hoy se sabe que en las migraciones la tortuga marina recorre aguas jurisdiccionales de varias naciones y en las zonas de alimentación convergen animales de diversas procedencias y unidades genéticas. Así, la conservación de las tortugas marinas en el Caribe es un desafío regional, que implica concertación multinacional y el compromiso de diversos actores de los sectores público y privado.

Hace ya muchos años se determinó que las tortugas marinas de las zonas binacionales requieren medidas especiales de conservación (Troeng *et al.* 2004).

El objetivo de este trabajo fue determinar las variables de vulnerabilidad para las especies y su hábitat crítico de anidamiento en las playas de anidación de San San, el segmento de Punta Cahuita a estero Hone Creek y la playa de Moín. Este esfuerzo forma parte integral de un proyecto de conservación de nidos y neonatos en la zona binacional entre Costa Rica y Panamá (Moín-Bocas del Toro), implementado por el Programa de USAID a través de WIDECAST y sus socios.

## 1. ANTECEDENTES:

### A. CAMBIO CLIMÁTICO Y LA VULNERABILIDAD DE LAS TORTUGAS MARINAS

El calentamiento global, generado principalmente por la emanación de gases de invernadero y la reducción de la cobertura boscosa, está induciendo un incremento de las temperaturas promedio de las playas de anidación. Además, las zonas costeras ven alterada su vegetación litoral de manera creciente en las últimas décadas, con el consecuente aumento de temperatura por pérdida de sombra (Kamel & Mrosovsky 2006). Todos estos factores podrían estimular la feminización de las poblaciones de tortuga marina (Limpus 2006).

Este calentamiento de la arena podría verse incrementado conforme la ubicación de la playa provea de mayores temperaturas, como lo establecieron Hawkes *et al.* (2007) favoreciendo negativamente los límites mortales, que provocarían el debilitamiento de huevos y neonatos, transformando playas que fueron buenas productoras de neonatos en sitios con poco éxito de eclosión (Limpus 2006). Además, según este autor la variación en la temperatura sería un factor de presión selectiva sobre el anidamiento de las tortugas marinas, pues las temperaturas en playas de arena blanca son menores que las playas de arena negra, mientras que playas en zonas templadas son más frías que en zonas tropicales, así como que las playas son más frías en invierno que en verano.

Otro elemento importante asociado al calentamiento global es el aumento en el nivel medio del mar, lo cual provoca la erosión de las playas, la inundación y el lavado de nidos, reduciendo el potencial reproductivo de las tortugas marinas.

Otros aspectos del cambio climático que pueden afectar a las tortugas marinas y sus hábitats son la impredecibilidad climática, la cual incluye una variación de los patrones climáticos de lluvia y verano, el incremento de la intensidad de las lluvias y los veranos. Las consecuencias de esta impredecibilidad van de inundaciones con el aumento desproporcionado del manto freático hasta veranos con temperaturas extremas, hasta la presencia de fenómenos naturales como huracanes y tormentas, que afectan la estructura y función de ecosistemas vitales como arrecifes coralinos y manglares. Todos estos fenómenos son efectos del calentamiento global, y potencialmente afectan a las poblaciones de tortugas marinas y sus hábitat críticos.

Recientemente se han realizado muchas investigaciones que brindan información acerca de cómo este fenómeno global afecta a las tortugas marinas. Por ejemplo, se ha determinado que la temperatura promedio de la Tierra ha subido de 0.6 °C a 0.8 °C en los últimos 100 años, y que el promedio mundial del nivel del mar ha aumentado unos 18 centímetros. No se ha determinado aún en toda su magnitud el impacto de estos cambios, pero se sabe que pueden alterar los patrones de circulación de las corrientes superficiales en el océano, los procesos de afloramiento, la ubicación e intensidad de eventos climáticos extremos y los procesos químicos del océano (asociados con los elevados niveles de dióxido de carbono disuelto) (Hawkes *et al.* 2009).

Esas condiciones afectan uno de los hábitat más importantes para la tortuga carey y verde como es el arrecife coralino al provocar blanqueamiento del coral. Este fenómeno consiste en la pérdida del color natural del coral (a menudo tonos de verde y pardo) causada por la expulsión de algas simbióticas (*zooxantelas*), y deja al coral con una apariencia que varía de muy pálida a blanca brillante. El blanqueamiento puede ser la respuesta a diversos factores de estrés, incluyendo cambios de salinidad, luz excesiva y la presencia de toxinas e infecciones microbianas; sin embargo el incremento de la temperatura superficial del mar (TSM) es la causa más común del blanqueamiento en áreas extensas (Burke y Maidens, 2005), dicha condición tiene una afectación estructural y funcional para el arrecife coralino, de tal manera que el impacto se propaga en varios niveles tróficos. Según estos últimos autores las condiciones en las que los arrecifes han vivido en el Caribe por milenios están cambiando rápidamente.

Los modelos del clima mundial predicen que para el año 2070, la temperatura atmosférica en el Caribe subirá entre 2 °C y 4 °C, con grandes cambios en el sector septentrional y alrededor de los bordes continentales. Debido a que los niveles actuales de temperatura superficial del mar (TSM) están cerca del umbral superior de temperatura para la supervivencia de los corales, se pronostica que para el 2020, el blanqueamiento se convertirá en un evento anual en el Caribe. Otros impactos son los daños provocados por los huracanes y tormentas cada vez más frecuentes, la elevación del nivel del mar, la reducción del potencial de calcificación (acidificación de las aguas), la propagación e intensificación de las enfermedades, entre otros.

Recientemente se han desarrollado investigaciones locales y regionales para estudiar las respuestas de las tortugas marinas a este impacto global, así como para proponer mecanismos de manejo

Fish *et al.* (2007) presentaron los modelos y proyecciones del levantamiento del nivel de los océanos en playas de Barbados. Ellos analizaron su efecto sobre las tortugas marinas, y concluyeron que los retiros de la infraestructura costera a 90 metros o más tierra adentro evitaban la pérdida de la playa. Esta medida es también recomendada por Choi y Eckert (2008) como una norma para ser considerada en el desarrollo de la línea costera.

Otro estudio elaborado por Fish *et al.* (2005) en la isla de Bonaire indica entre otros efectos que el levantamiento del nivel del mar, especialmente en islas pequeñas, ocasiona inundación de la zona costera, salinización de los humedales y acuíferos costeros, e incremento de la erosión de la costa con pérdida de tierras litorales. Esto definitivamente involucra a las tortugas marinas, al afectar su ecosistema de anidación. Según estos autores hay una serie de parámetros dependientes tales como la longitud de la playa, el ancho, el alto, la pendiente, la orientación y la vegetación todos elementos que también son afectados por el desarrollo de la línea de costa y el aumento del nivel del mar. Importante entonces en cualquier herramienta de manejo costero considerar la presencia de retiros desde la zona intermareal que permitan a la costa avanzar como respuesta a los efectos del nivel del mar, sin “atrapar” a las tortugas entre el océano y los desarrollos.

Según Hawkes *et al.* (en prensa) los estudios futuros en estos temas deberán enfocarse en los efectos del cambio climático sobre hábitats claves de donde la carey depende y factores que influyen sobre la selección de sitio de anidación.

Siguiendo a Clark (1991), en la zona costera aparece una amplia banda que en tierra comienza en las llanuras costeras (cuando la topografía es suave) o en las terrazas costeras y que culmina en el inicio del talud continental, es decir, incluyendo en su integridad la plataforma continental en su sentido geomorfológico. Este ámbito está, a su vez, compuesto por un sistema terrestre y un sistema marino, ligados e interrelacionados por el agua que provee la conexión esencial de los elementos de tierra y mar. La mezcla de aguas continentales y costeras facilitada por la energía de las mareas, corrientes y olas determina la presencia de sedimentos, nutrientes, sales minerales y materia orgánica que cuando se produce en determinadas áreas como los estuarios, tiene como resultado convertir estos espacios en los de mayor productividad primaria del planeta

La línea costera arenosa de la zona binacional Moín-Bocas del Toro está constituida principalmente por playas de alta pendiente, bien desarrolladas, con anchuras que varían entre 5 y 50 metros durante periodos de marea alta. Estas secciones arenosas son interrumpidas por formaciones rocosas de origen coralino.

El área de estudio se encuentra entre la desembocadura del río Matina y la desembocadura del río Changuinola (Costa Rica-Panamá), es un segmento de playa arenosa, de origen volcánico y material ferroso en las secciones de Matina-Moín, Cahuita (una parte) y San San-Changuinola, mientras que en más del 60% de la costa arenosa de Cahuita la arena es calcárea por su contribución coralina. La playa en Matina Moín es pública, con desarrollos en la zona costera, sin formaciones rocosas. La playa en el Parque Nacional Cahuita, solo registra desarrollos ejecutados por la administración del parque al norte y centro de la zona protegida lo que incluye senderos, un camino paralelo a la playa y ubicado justo detrás de esta, así como algunos edificios en la zona costera. Por otro lado, el segmento de playa en San San es netamente arenoso con formaciones de manglar y pantanos de palmas en la parte inmediata.

Uno de los grandes problemas a los que nos enfrentamos es que la línea de base para la vulnerabilidad de la especie y el hábitat no existe, solo se documentan algunas amenazas como la recolecta ilegal de huevos, pero otras variables directas o indirectas de la mortalidad no se registran y publican. Pero poco se hace para conocer los efectos sumados de estos impactos y cómo se incrementan ante la influencia del cambio climático. Por ejemplo, como los sedimentos de origen arcilloso pueden cubrir una playa y además de agotar el oxígeno, la “impermeabilizan” impidiendo el trasiego de gas por su columna de arena, lo que afecta sin duda alguna su función como ecosistema de anidamiento.

En cuanto a los desechos líquidos, pueden dividirse en: aquellos que nitrifican el medio, como los encontrados en las aguas negras; los que contaminan, típicos en aguas de drenaje, como detergentes y blanqueadores; y los químicos sintéticos asociados a la agricultura y la jardinería (Choi y Eckert 2008). Karaim (2008) estableció que la lista de

componentes nocivos al medio marino y costero derivados de cualquier hogar o infraestructura son: pinturas y solventes, limpiadores en general, pesticidas (control de plagas tales como termitas, hormigas, ratones, etc.), fertilizantes (manejo de pastos en agricultura, campos de golf, cuidado de jardines, etc.), químicos de las piscinas, alimento para animales domésticos así como jabones y detergentes. Cada uno de ellos por su estructura molecular pueden afectar las diferentes relaciones bioquímicas en el funcionamiento del medio marino costero y el vector más conocido de diseminación son las lluvias y la escorrentía, especialmente para aquellos de uso externo.

La nitrificación del medio costero y el litoral es un problema grave, pues los componentes nitrificados pueden promover el crecimiento de algas, el afloramiento de marea roja, así como el consumo biológico del oxígeno en las aguas circundantes hasta causar la anoxia (Burke y Maidens, 2005). Estos nutrientes y/o componentes orgánicos pueden llevar al agotamiento del oxígeno en la cámara de incubación de los nidos, en vista que varias reacciones químicas derivadas demandan de éste.

Los derrames de hidrocarburos y su dispersión por la escorrentía y excesos de lluvia, también constituyen problemas severos, tanto para la especie como para los diferentes hábitats marinos. Efectos sobre la fisiología del animal y las funciones del ecosistema son algunos de los impactos de esta amenaza. Milton *et al.* (2003) establecen que las tortugas marinas son altamente sensitivas a los impactos químicos tal como el petróleo. Las tortugas marinas son vulnerables a los efectos del petróleo y sus derivados en todos sus estadios de desarrollo tal como huevos, neonatos, juveniles y adultos en aguas costeras. Los efectos incrementan la mortalidad de los huevos, provocar defectos del desarrollo, provoca mortalidad directa los especímenes empetrolados creando efectos negativos sobre la piel, sangre, sistemas digestivos e inmunológico, así como glándulas de sal.

## 2. METODOLOGÍA

Durante el desarrollo de proyecto los funcionarios de WIDECASST y sus socios se dieron a la tarea de determinar las vulnerabilidades de las especies y de los ecosistemas críticos de anidación basados en el enfoque de Baker *et al.* (2009), para luego proponer una serie de medidas de adaptación tendientes a mitigar los efectos del cambio climático.

Por otro lado, para medir algunos de los cambios ambientales a los que se están sometiendo las poblaciones de tortugas marinas se establecieron tres estaciones de monitoreo del perfil de la playa en Moín, Cahuita y San San (ver Anexos #1, 2 y 3). En los tres sitios además se instalaron microsensores electrónicos del tipo dataloggers en la playa y en nidos de baula, Carey y Verde para monitorear los valores de la temperatura a los cuales están sometidos. Por otro lado y basados en la metodología de WWF (2009) se hicieron lecturas de los cambios en el perfil de la playa como una variable importante para determinar cambios en el nivel del océano a largo plazo. Tanto la temperatura como los cambios del perfil de la costa (ver Anexo #5 para entender el uso de la herramienta), fueron dos variables que ayudaron a iniciar una línea crítica de conocimiento para la zona binacional. De manera tal que se documentaron y comentaron los elementos encontrados. También se miden sedimentos en las zonas aledañas a las playas monitoreadas por medio de trampas de decantación, filtrado y secado hasta peso constante.

Según Baker *et al.* (2009), la vulnerabilidad de las poblaciones de tortugas marinas puede ser identificada por:

1. Pérdida del hábitat de anidación por el aumento del nivel del mar, marejadas y otras razones. Razón por la cual este se trató de medir con la metodología anotada infra.
2. Cambios en las condiciones de anidación e incubación, tal como la temperatura, patrones de lluvias y la influencia de estos en aspectos como el manto freático, la humedad y otras variables con acción directa a los huevos y sus sobrevivencia.

### 3. RESULTADOS

#### A. TEMPERATURA

Con base en los datos suministrados por los 11 dataloggers (sensores térmicos) colocados en el medio y los 9 colocados en nidos de las tres especies, se determinó con claridad que para la ventana de tiempo de este proyecto, todos los nidos estuvieron incubados después de su quinta semana de desarrollo embrionario a valores térmicos mayores o menores a la temperatura pivotal, lo que parcialmente refleja que se está produciendo una adecuada proporción de sexos en las diferentes poblaciones. Es muy importante denotar que deberán seguirse los estudios en los mismos puntos de las playas por varias temporadas, para hacer comparaciones estadísticamente robustas y representativas de este supuesto efecto del calentamiento global. La Figura 2, refleja un dato particular como es la temperatura de incubación de un nido de carey en la zona de la vegetación del Parque Nacional Cahuita, donde después de la V semana la nidada se incubó con una temperatura creciente hasta superar la temperatura pivotal y mantenerse sobre ésta hasta eclosionar, lo que condicionó el sexo de los neonatos nacidos (predominancia de hembras).

Por otro lado, la Figura 3 agrupa más de 33,000 lecturas de la temperatura para el periodo de estudio donde se refleja la variación de este atributo ambiental. Nótese las fluctuaciones por encima y por debajo de la temperatura pivotal, pero también las grandes variaciones en los sitios control.

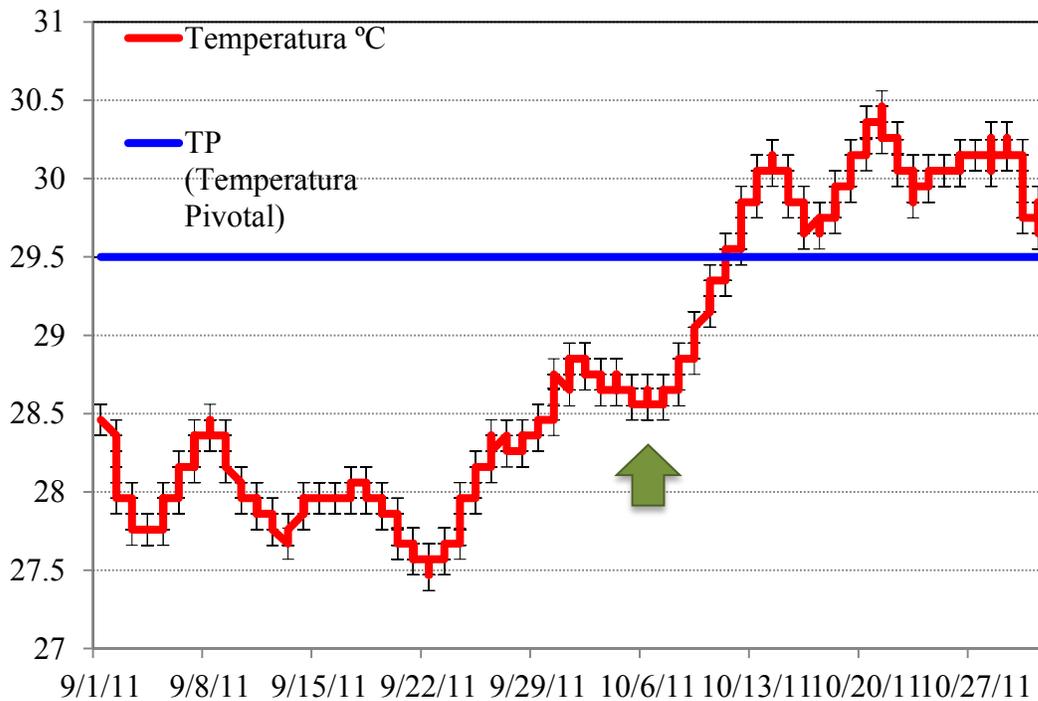


Figura 2: Tendencia de la temperatura de incubación en un nido de carey. Se estimó un error de 0,1 °C. La flecha indica el punto del comienzo de la determinación sexual.

Una tendencia encontrada es que las nidadas aparentemente por razones metabólicas tienden a calentarse hacia el final de su periodo de incubación, situación que podría acelerar la necesidad de oxígeno y que se incrementaría la temperatura ante una costa desprovista de cobertura vegetal, cubierta de sedimentos y sometida a procesos de putrefacción por material orgánico en descomposición. Razones todas que inciden en la vulnerabilidad de la especie para el sitio de trabajo.

Véase que cada nido documentado, a pesar de seguir una tendencia propia influida por las variables bióticas y abióticas, sigue un patrón hacia el incremento en el valor de la temperatura al final de la incubación, lo que preocupa es que la determinación sexual de los neonatos se da desde la quinta semana de la incubación en adelante, lo que podría estar marcando una tendencia peligrosa en la feminización de los nacimientos. Estos datos de temperatura fueron obtenidos por la descarga de datos desde un "data logger" hasta un documento para el análisis de los mismos.

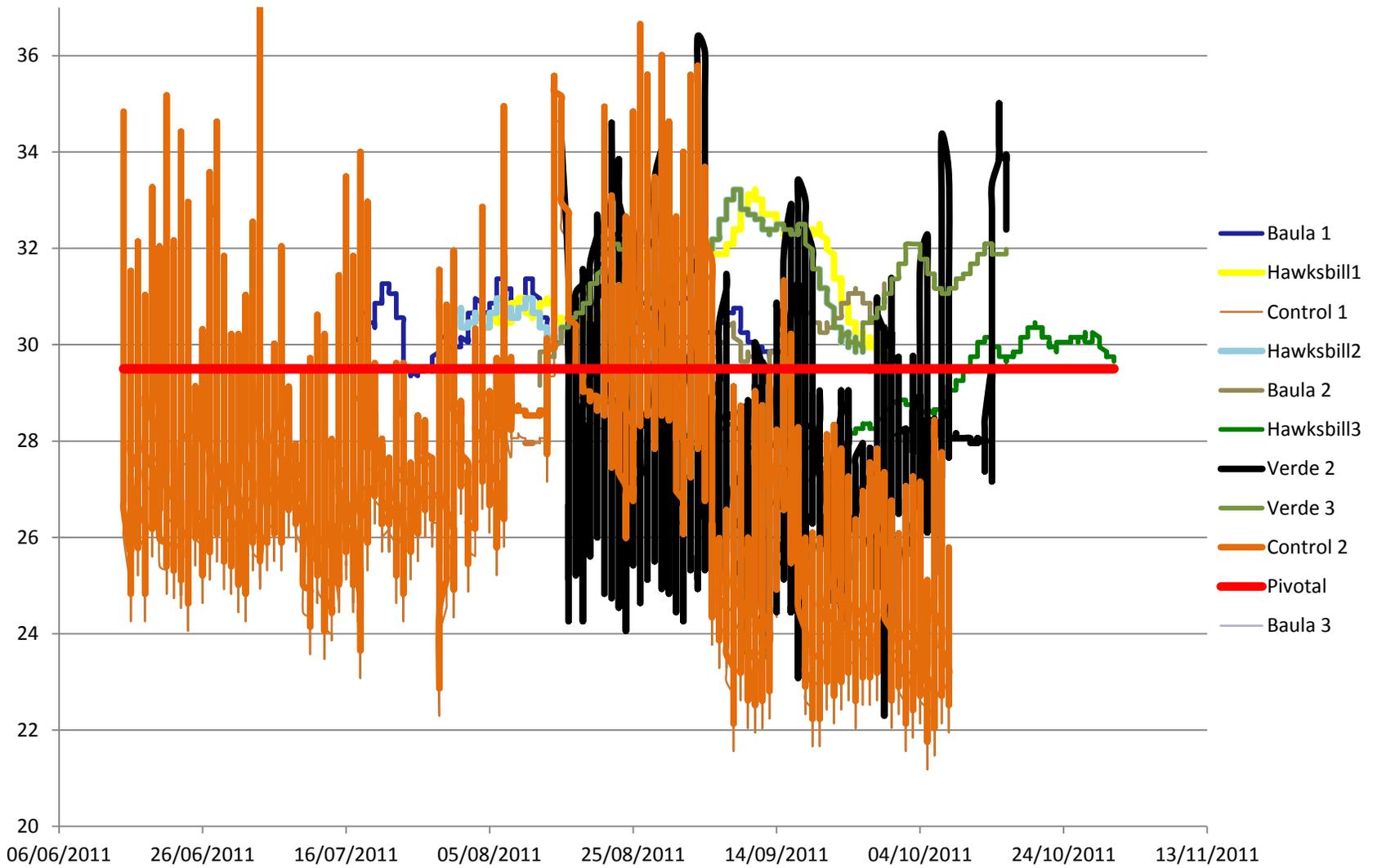


Figura 3: Tendencia de temperatura en las nidadas estudiadas y controles

## B. CAMBIOS DEL NIVEL DEL MAR

A pesar de que se desarrollaron observaciones de 9 estaciones de la línea costera con una ventana de tiempo de 4 meses, no se lograron determinar cambios en el nivel medio de la línea de costa, ni pérdidas masivas de la playa. Se recomienda aumentar los puntos de observación y los meses hasta al menos tener tres años de datos. Las variaciones anotadas son menores a 1 metro y pudieran ser causa de la marea o del oleaje y la brisa. Los sitios muestreados son en tres playas: Moín (Anexo #1), Cahuita (Anexo #2) y San San (Anexo #3). En las figuras 4-7 se hace referencia a puntos M1, M2, M3; C1, C2, C3 y SS1, SS2, SS3, para encontrar estos puntos en el mapa, puede tomar de referencia los anexos #1, #2 y #3.

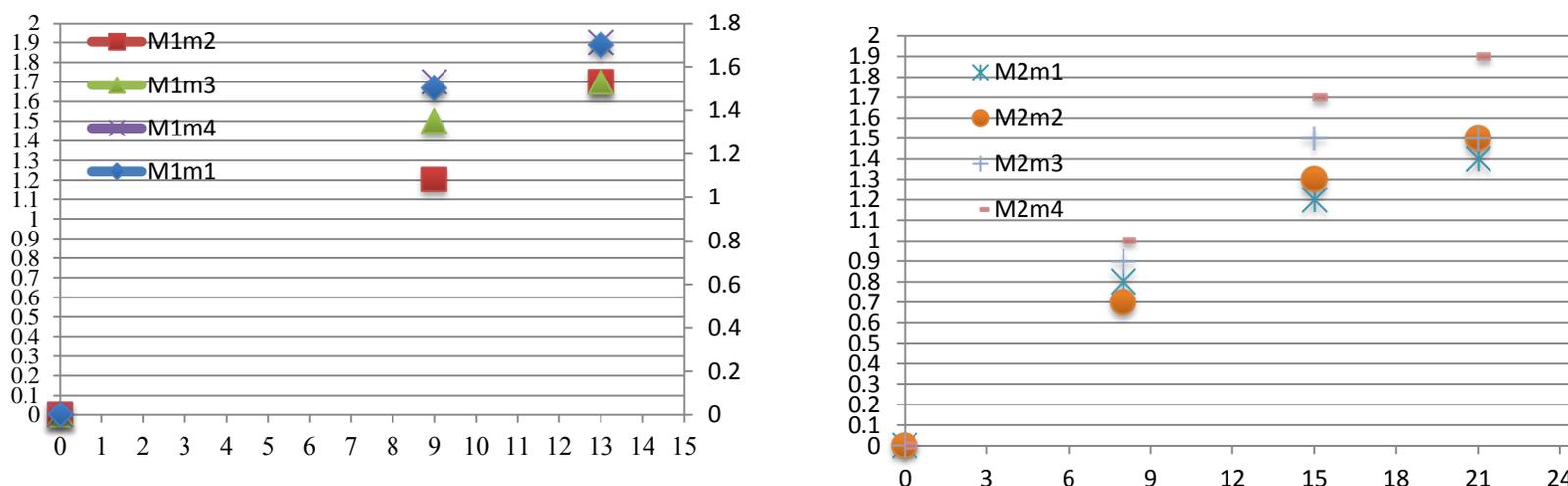


Figura 4: Perfiles de playa para Moín (M1= norte de playa, M2= playa en medio, M3= Sur de Playa), para los meses del estudio (m1, m2, m3, m4) donde x= metros desde la zona de vegetación hasta la línea de bajamar y y=la altura de la playa en metros con respecto al nivel medio del mar.

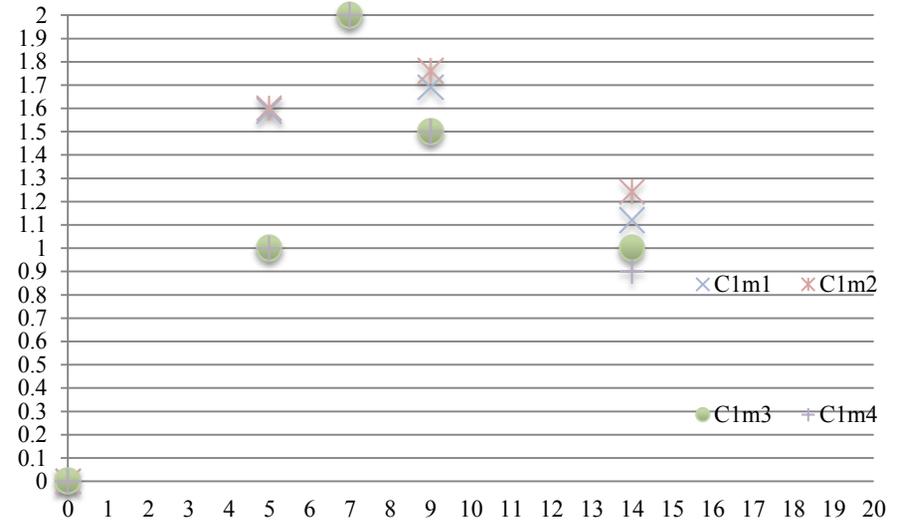
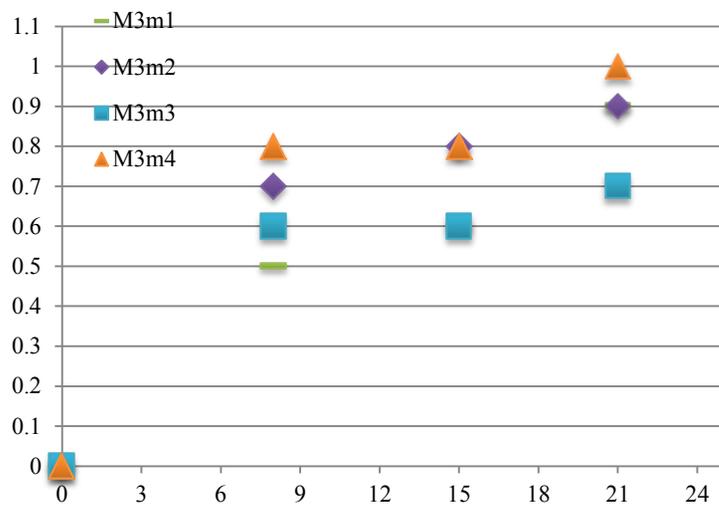


Figura 5: Perfiles de playa para las estaciones de Moín (M3, sector del Puerto) y Cahuita (C1, sector de Playa Blanca), donde x= metros desde la zona de vegetación hasta la línea de bajamar y y=la altura de la playa en metros con respecto al nivel medio del mar.

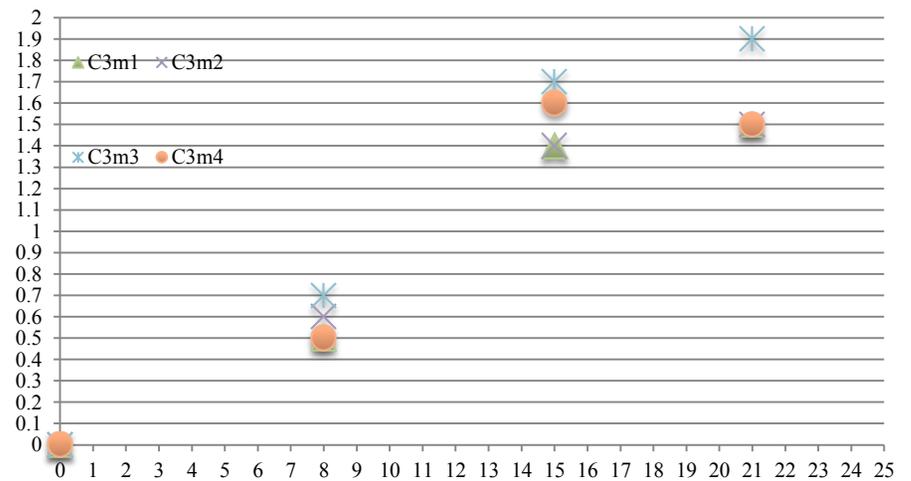
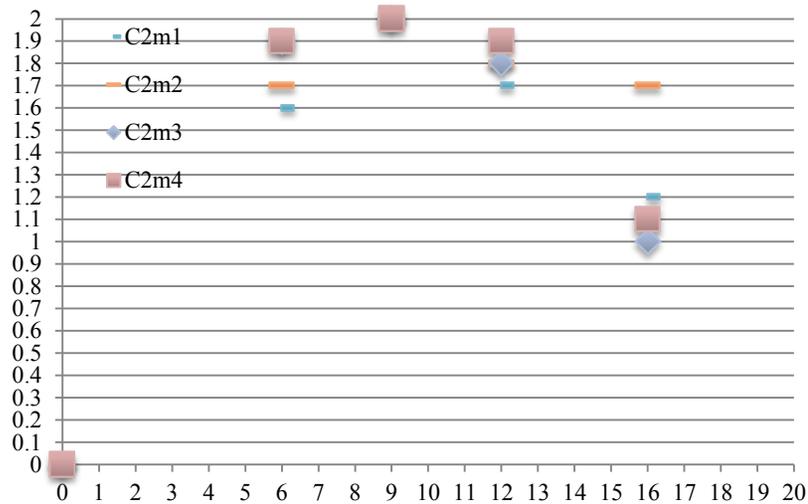


Figura 6: Perfiles de playa para las estaciones de Cahuita (C2 y C3) correspondientes a Punta Cahuita y Hone Creek (boca del río), donde x= metros desde la zona de vegetación hasta la línea de bajamar y y=la altura de la playa en metros con respecto al nivel medio del mar.

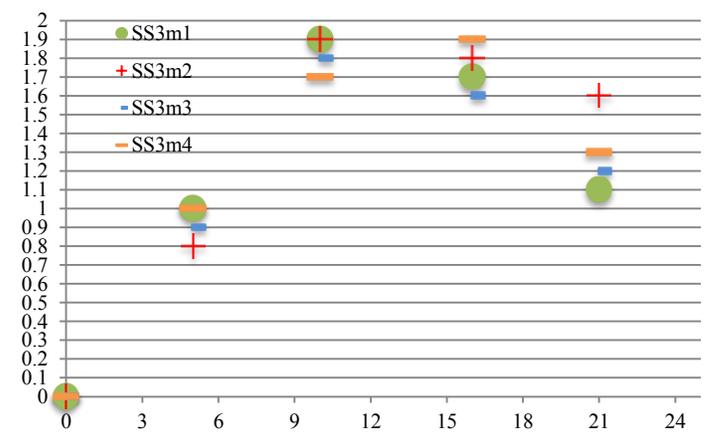
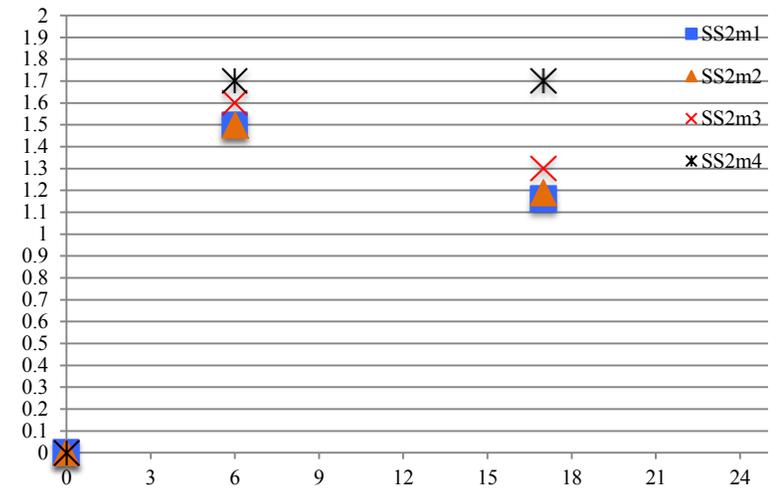
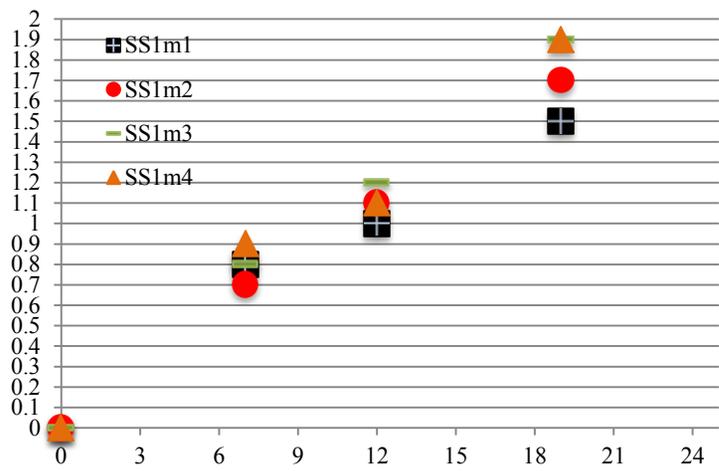


Figura 7: Perfiles de playa para la estación en San San, donde x= metros desde la zona de vegetación hasta la línea de bajamar y y=la altura de la playa en metros con respecto al nivel medio del mar.

## 4. DISCUSION:

### A. OTRAS AMENAZAS

Es importante anotar que a pesar de que se analizaron solo las variables de temperatura y cambios en la línea de marea, para fines de esta discusión se hizo no solamente una revisión bibliográfica exhaustiva sino también se analizaron desde el punto de vista teórico otros elementos que confluyen en la zona costera binacional y afectan la vulnerabilidad de la especie.

Aunque no hay información, es importante analizar esta zona durante la época seca y su comparación en la época lluviosa, esto mediante un monitoreo de largo plazo, por los efectos reflectivos y de acumulación de calor, así como aquellos sobre los cambios en la humedad e intercambio gaseoso de la playa, provocados por los cambios en el hábitat de anidamiento y el área colindante o zona de amortiguamiento. Además cómo los efectos que pudiera tener la sedimentación en la playa, situación que llevaría al consume de oxígeno e incluso a “impermeabilizar” la playa con sedimentos arcillosos, lo que afectaría los perfiles de temperatura.

En la zona binacional, (comprendida entre Cahuita, Costa Rica y Bocas del Toro, Panamá) y en las áreas de amortiguamiento de las Áreas Protegidas de la zona binacional, los caminos han causado fraccionamiento del ecosistema costero, el bloqueo de la marea y el drenaje para secar áreas traseras del manglar o el yolillal (*Raphia taedigera*) especialmente entre la zona más cerca de la frontera, entre San San (Panamá) y Cahuita (Costa Rica), como parte de las iniciativas para fortalecer una infraestructura de caminos y el crecimiento de las zonas de construcción o áreas verdes aledañas.

Lo anterior se refleja claramente con el camino paralelo que se mantiene en la zona de Puerto Vargas, en el Parque Nacional Cahuita, pues sus efectos la operación de áreas de acampado, el acceso en automovil casi hasta la playa, y el efecto de fraccionamiento ecosistémico son elementos fácilmente perceptibles en ese punto. Que reducen la capacidad de la playa para moverse hacia atrás ante eventuales impactos del cambio climático.

Otros impactos sobre las tortugas marinas que fueron documentados, son:

- Accesos libres a la playa desde bastantes de las edificaciones, lo que permite la entrada de luz, personas y sonido, esto para la zona de Moín y parte de Cahuita.
- Falta de cobertura vegetal, por ejemplo en la zona de Moín y de la parte sur de Cahuita.
- Alcantarillado en las zonas urbanizadas como Moín, Limón, Cahuita, Puerto Viejo, pues encausan el caudal recolectado hacia drenaje en la costa, lo que ha afectado su morfología y propiedades químicas, así como la erosión de la costa.
- Zonas de parqueo colindantes en la playa, donde no hay manejo de desechos cómo líquidos residuales de los vehículos tales como anticongelantes, aceite, grasas e hidrocarburos (e.g. zonas de acampado en Cahuita).
- Circulación de cuadraciclo y otros vehículos automotores por la playa, compactando la

berma de ésta y pasando sobre la zona de anidamiento. Incluso se documentó tránsito vehicular entre Manzanillo y Punta Mona, lo que sin duda pone en peligro importantes sitios de anidamiento.

## B. DESECHOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS

Esta amenaza puede provenir del entorno inmediato, como las comunidades conectadas a la playa por vectores de diseminación de impactos como los ríos (e.g. Puerto Viejo, Cahuita, Moín), pero también de zonas cuenca arriba (e.g. Guabito, Sixaola). Se ve totalmente incrementada por los efectos documentados del cambio climático (Fig 9). Es el caso de la madera y los desechos que son transportados por la corriente de los ríos hacia el mar, para luego, con la marea y las olas, terminar depositados en la playa (Fig. 8).



Fig. 8: Troncos sobre la playa en la zona de anidamiento binacional.

Esto provoca una pérdida del hábitat de anidación, porque en ocasiones estos materiales constituyen grandes barreras físicas. Pero además, la putrefacción de la materia vegetal arrastrada por la corriente del río y llevada a la costa podría significar una demanda mayor de oxígeno, al quedar mezclada con los sedimentos y depositarse sobre la playa. Esta materia vegetal puede provenir tanto de orígenes naturales como las hojas del manglar o derivarse de actividades antrópicas como el podado de pastos, arreglo de jardines o el control de malezas. Es importante mencionar que esta descomposición de materiales vegetales genera reacciones exotérmicas que podrían estar influyendo en la temperatura de la columna de arena.

Se logró comprobar no solo la presencia de focos de derrames de hidrocarburos en la zona de influencia a playas de anidamiento (Moín), sino la presencia de zonas de fondeo o anclaje frente a Moín, Cahuita, Puerto Viejo y Manzanillo y la operación permanente de botes con fines turísticos en, todos en mayor o menor medida generan contaminación en el agua, en especial por la ausencia de infraestructura correcta para la carga de combustible a botes y el procesado correcto de los desechos de estos.

Otros contaminantes se definen cómo aquellos compuestos o elementos que al combinarse con el medio crean alteraciones en la estructura del ecosistema, alteran las reacciones químicas normales, afectan la sobrevivencia de la especie porque incrementan

la mortalidad, o afectan los ciclos naturales.

Según las observaciones hechas dentro de los límites de la zona donde hay anidación en el segmento Moín-San San, se ubican 53 edificaciones principalmente casas, además de ocho hoteles o núcleos de cabinas.

Al realizar la inspección de campo se documentó que estas edificaciones operan normalmente, lo cual incluye la realización de actividades como mantenimiento de edificios, tratamiento de aguas de piscinas, limpieza de exteriores, mantenimiento de jardines, control de plagas (e.g. termitas), mantenimiento de senderos y cercas vivas y otras..

Durante la ejecución de estas actividades se utilizan una variedad de sustancias que podrían tener impactos negativos sobre el medio circundante. Estos químicos incluyen pesticidas para el control de plagas (e.g. termitas, hormigas, cucarachas, ratones), pinturas con sustancias que controlan el crecimiento de hongos, cloro aplicado a piscinas y el riego de derrames de cloro granulado al hábitat inmediato, que daña la productividad primaria en el medio marino, aguas jabonosas, aguas residuales, metales derivados de la corrosión de las estructuras metálicas externas, el uso de limpiadores, desengrasantes, detergentes, para la limpieza de edificios, aceras y paredes. Además, del uso de herbicidas en el control de maleza que crece en jardines, así como de fertilizantes que estimulan el desarrollo de las plantas seleccionadas para crecer en los jardines.

Se deben realizar otros estudios para verificar o descartar su presencia en las playas, los huevos de las tortugas y el medio marino. Entre tanto, se les puede seguir considerando una amenaza potencial

No se encontraron plantas de tratamiento para aguas jabonosas (al menos fuera de fases experimentales y con funcionamiento probado) y, aguas domésticas y aguas de piscinas por lo que se supone que son tratadas por los tanques sépticos o liberadas al medio. Es meritorio mencionar que por la naturaleza de los compuestos químicos en esta agua provocarían la muerte de las bacterias que degradan las materias fecales en los tanques sépticos, siendo contradictoria su disposición.

Preocupa que en la parte media de la cuenca de varios tributarios que desembocan en el área de estudio de este trabajo están arrastrando residuos de la industria de combustibles de Costa Rica, Refinadora Costarricense de Petróleo (RECOPE), desarrollos urbanos (Limón, Cahuita, Pto. Viejo, Changuinola) y de la agricultura, principalmente el banano.

Todas estas sustancias sin la certeza de ser biodegradables y que aún siéndolo se deben conocer los mecanismos químicos mediante los cuales se degrada y cuál es el impacto de estas reacciones químicas a los procesos naturales, deben ser controladas, debe conocerse su bioacumulación y el impacto final al medio, su estructura y la función sobre algunos organismos marino-costeros.

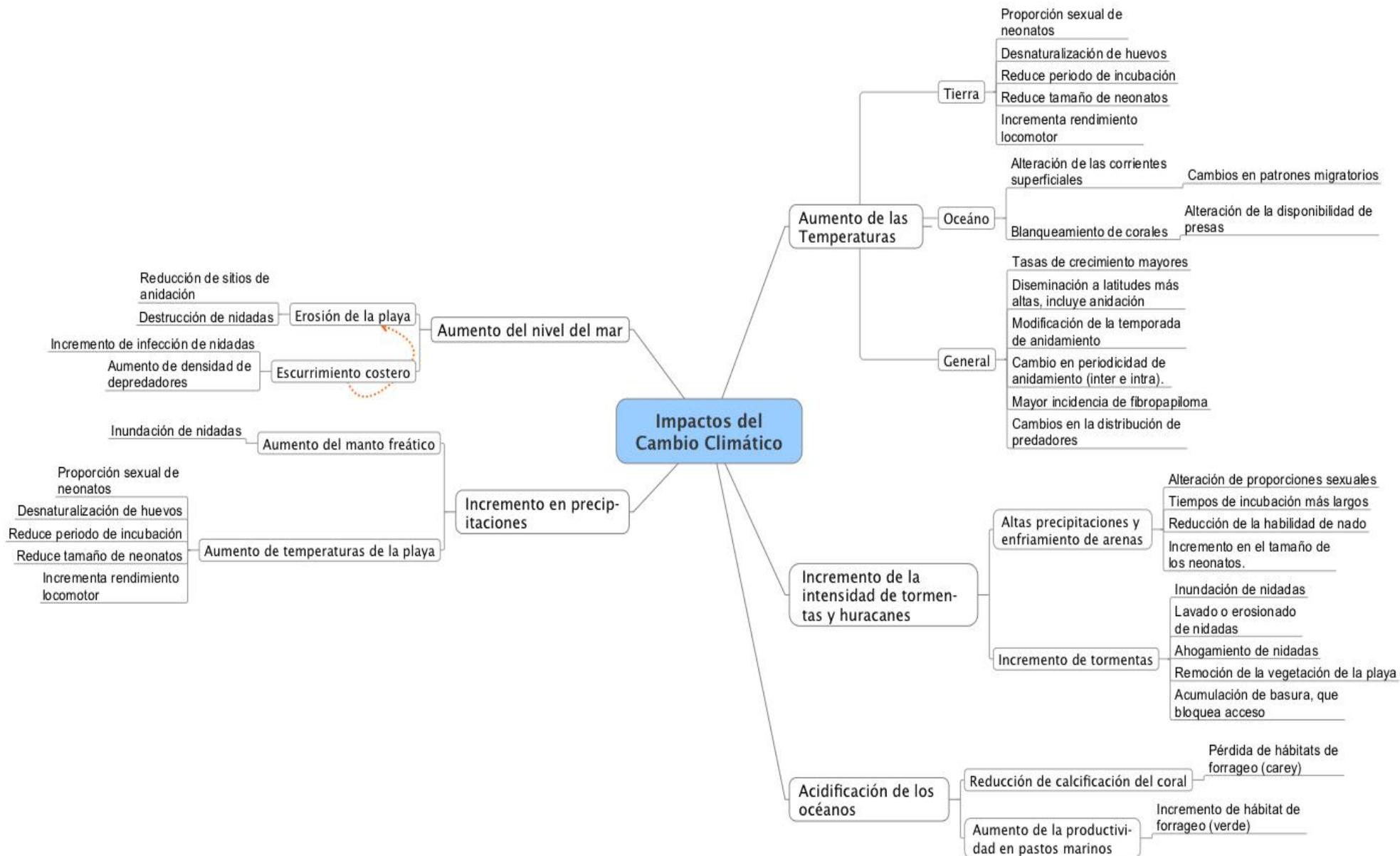


Figura 9: Análisis de los efectos del Cambio climático en Tortugas marinas, basado en Hawkes *et al.* (2009).

Preocupa que los contaminantes orgánicos puedan no solo cambiar la composición en la playa, sino por su descomposición general calor y afectar la proporción sexual en los embriones que se incuban.

Otras fuentes potenciales de contaminantes orgánicos derivan de los químicos utilizados para el mantenimiento de los hogares, la disposición de grasas y otros desechos domésticos sin el debido tratamiento, así como los fertilizantes utilizados en la jardinería de las propiedades privadas colindantes a la zona costera en el segmento estudiado y la zona de amortiguamiento de las AAPP.

### **C. SEDIMENTOS**

Se confirma la presencia de sedimentos en la zona baja del ecosistema costero (primeros 50 metros de la zona de rompientes), en condiciones de colmatación del bentos, la capa de sedimentos documentada superó 1 cm en las zonas aledañas a los esteros y las desembocaduras. Por la ausencia de un mecanismo previo y sistemático de observación no fue posible saber si el ecosistema de manglar (San San) en algunos de estos sitios todavía puede procesar estas cargas. La línea base acerca de estos impactos necesita ser creada, lo que puede ser una recomendación para el Programa Regional de USAID en vista de que no solo la depredación de las nidadas sea un vector de mortalidad de los huevos. Lo que es claro, es el transporte y deposición de estos desde las zonas preparadas para ser urbanizadas o cultivadas, puesto que el suelo ha sido descubierto y la parte baja del bosque ha sido removida, lo que provoca en periodos de lluvia el arrastre hacia la zona costera.

Preocupan los efectos de estos sedimentos: descenso en la disponibilidad de oxígeno para los neonatos al nacer; aumento de la temperatura por su degradación exotérmica, y la impermeabilización que pudieran causar de la superficie de la playa, en especial por sedimentos de orden arcilloso.

### **D. COMPUESTOS INORGÁNICOS**

Como se mencionó, bajo este acápite se enlistan todos los compuestos sintéticos que podrían llegar a la zona marino-costera y afectar las especies de tortugas marinas y su hábitats de anidamiento, alimentación y crianza.

Estos compuestos se derivan de sustancias químicas usadas por los habitantes de la zona en cuestión y el área de amortiguamiento. Además, dependiendo de su degradación, mecanismo de dispersión y latencia en el medio podrían venir de la parte más alta de la cuenca.

Los compuestos activos en detergentes, jabones y limpiadores (para vidrio, desengrasantes, quita manchas, etc) tienen la capacidad de disolver el mucus que recubre los huevos al ser depositados en los nidos, dañar la mucosa de los ojos de los neonatos,

irritar los tejidos de la zona umbilical de los neonatos, dañar el vitelino del huevo, entre otras alteraciones.

Es muy probable aunque no hay estudios particulares en la zona binacional que tal y como se reconoce las tortugas marinas usan la "huella química" para localizar la playa y desarrollar su comportamiento de regreso a playa natal, por lo tanto estos compuestos si se acumulan en concentraciones que podrían afectar el medio estarían afectando la orientación de las hembras anidadoras. Esta capacidad la tiene por el uso olfatorio del órgano vomeronasal (Southwood *et al.* 2008).

Preocupan las pinturas con plomo, con aditivos anti-fouling o aquellas que disuelven en derivados del petróleo, debido a que se conoce de la toxicidad del plomo como agente cancerígeno, así como del efecto del petróleo y sus derivados sobre la fertilidad y la salud en general de las tortugas marinas (Shigenaka, 2003). Estas pinturas son de uso común en áreas portuarias como Moín, en Costa Rica o Almirante, en Panamá.

En el medio marino, tanto en los estuarios como en la porción costera se registró la operación de embarcaciones para turismo, pesca deportiva y subsistencia, paseos náuticos y embarcaciones privadas todo dentro de los límites del segmento de estudio, lo que deja abierta la posibilidad de contaminación por hidrocarburos liberados en cambios de aceite, recarga de gasolina y emanados por los motores poco eficientes de dos tiempos. La zona Sur de Costa Rica no posee un muelle con seguridad para la carga de combustibles y la disposición correcta de aceites, para embarcaciones pequeñas.

Un mecanismo para estimar las consecuencias ecológicas de un derrame de hidrocarburos, se cimienta en el análisis de factores como la composición y forma de la costa, la energía con que las olas alcanzan la playa, la dirección predominante del viento, la velocidad de las corrientes marinas, la abundancia de especies biológicas y la cantidad y naturaleza de los hidrocarburos en cuestión. Según la categorización que hacen Acuña *et al.* (1997) acerca de la sensibilidad ambiental, le otorga una categoría baja o I (uno en número romano) de calificación a los acantilados rocosos donde la dispersión de derrames es contenida, mientras que en el otro extremo de la escala otorga un X (diez en número romano) a los ecosistemas de manglar y las áreas protegidas por su importancia intrínseca, tal como en el caso del Parque Nacional Cahuita, el Refugio Nacional de Vida Silvestre Gandoca/Manzanillo y el Humedal de Importancia Internacional San San Pond Sak. Acuña, *et al.* (2004), no encontraron trazas de hidrocarburos en muestras tomadas en aguas de la zona de Moín.

En esta zona binacional, el uso de químicos especialmente en el agro y el cuidado de las zonas verdes alrededor de desarrollos turísticos es intensivo. La lluvia, la escorrentía y el uso irresponsable de estos químicos producen en muchas ocasiones envenenamientos de los ríos y la llegada de estos químicos a las playas. Particularmente en el caso de ciertos cultivos por las múltiples plagas que le atacan se usan de manera intensiva el clorpirifós como insecticida, y el tiabendazol e imazalil como fungicidas sistémicos (Coll *et al.* 2004).

Fertilizantes así como una variedad de pesticidas, incluyendo insecticidas, fungicidas y nematocidas (e.g. parathion, clorpirifós, dithiocarbamates y bensimidazoles) son usados en los monocultivos (N. Schweigert, Com. Pers.).

Los clorpirifós son el tipo prevaeciente encontrado en los residuos de pesticidas analizados por estudios con ambientes marinos y dulceacuícolas en América Central (Abarca y Ruepert, 1992; Redman *et al.* 1992; Carvalho y Hance 1993; Carvalho *et al.* 2002).

Este insecticida no es de uso exclusivo de grandes plantaciones, sino que su uso es también doméstico e incluso es utilizado por agrupaciones comunitarias lo cual incrementa la dispersión y las descargas al medio. Un uso muy común de este tipo de pesticida es impregnarlo en las bolsas plásticas con que se cubren muchos tipos de frutas, en una concentración de 1-2% por peso, esas bolsas son cambiadas frecuentemente, ello significa un insumo constante del químico al medio, particularmente porque las bolsas en muchas ocasiones llegan a los cauces de ríos y el mar. Los clorpirifós son fuertemente bioacumulados en los organismos por su alta hidrofobicidad (N. Schweigert, Com. Pers.). El gran dilema acá es probar la presencia en la zona binacional, conocer su está en el medio o es pasado por la hembra al huevo, lo que conlleva ubicarlo en la yema, para luego medir los impactos sobre la supervivencia. Si pasa lo segundo, entonces el químico está en la cadena trófica de los organismos adultos.

Contaminantes orgánicos hidrofóbicos son adquiridos por organismos acuáticos y se concentran en sus tejidos, llegando a ellos por al menos dos mecanismos, desde el medio circundante o a través de la cadena trófica (Kucklick *et al.* 1996). Varios compuestos como los clordanos, PCB's, diclorodifenil-tricloroetano (DDT), dieldrin y toxafeno persisten en el ambiente y continúan contaminando las cadenas tróficas acuáticas hasta niveles de toxicidad para el hombre y la salud de los ecosistemas (Kucklick y Baker 1998).

Scott *et al.* (1999) determinaron que las actividades agrícolas dispersas resultan en descargas significativas de pesticidas, suspendidos en sedimentos y fertilizantes de hábitats estuarinos adyacentes a las cuencas hidrográficas, que provocan consecuentemente impactos sobre la vida estuarina y marina.

Las concentraciones de contaminantes que pueden afectar a las tortugas marinas están ampliamente dispersos a través de los diferentes tipos, localizaciones geográficas, especies y tejidos (Pugh y Becker 2001). Sin embargo, el impacto de estos tóxicos ambientales sobre la salud, sobrevivencia y reproducción de las tortugas marinas es pobremente conocido (Keller 2002), lo que amerita que el Programa Regional de USAID desarrolle una línea de trabajo no solo en la zona binacional Moín-Bocas del Toro, sino en todas las áreas agrícolas aledañas a las zonas de trabajo.

Recientemente, investigadores como Keller *et al.* (2004b), encontraron nexos entre los pesticidas organoclorados (OC) y el estatus de la salud de las tortugas marinas, afectando homeostasis de las proteínas, carbohidratos, iones, inmunidad y posible daño al hígado.

En las pasadas tres décadas pocos estudios han medido los organoclorados en tortugas marinas y particularmente los huevos (Hillestad *et al.* 1974; Thompson *et al.* 1974; Clark y Krynitsky 1980; Clark y Krinitzky 1985; Wood y Cobb 1994; Cobb y Word 1997; McKenzie *et al.* 1999; Alam y Brim 2000; Alava 2004), lo que . Hasta ahora no hay estudios de contaminación de este tipo en tejido graso o huevos de tortugas marinas en toda Centroamérica, en especial sobre su presencia en el tejido vitelino de los huevos.

## **E. DESECHOS SÓLIDOS URBANOS**

Una gran variedad de desechos sólidos llegan a la zona costera empujados por la fuerte escorrentía, las inundaciones y demás efectos causados por el cambio climático, entre ellos material orgánico o de origen vegetal predominando los troncos, ramas y hojarasca. Mientras que otra variedad de desechos del tipo inorgánico tal como plásticos, botellas de vidrio, papel, telas, llantas y otra enorme lista de artículos flotan o son arrastrados hasta quedar depositados en la playa (Véase Entregable 1.5 Informe de Limpieza de Playas).

Los plásticos, y en especial las bolsas, provocan la muerte al 35.5% de las tortugas baulas que los ingieren (Mrosovsky *et al.* 2009). La ingestión de las bolsas plásticas provoca taponamiento del sistema digestivo y luego la muerte. Este impacto ha sido ampliamente comentado por Balazs (1985) y CMC (1994). Se observó en la zona binacional una disposición frecuente de desechos de esta índole al medio natural.

Un tema que preocupa es que en el segmento de la zona binacional el manejo y disposición de los desechos sólidos no es la más adecuada. Muchos de éstos son quemados, lo que contribuye con gases de invernadero, o se entierran en la misma zona costera, lo que a la larga provoca que sean desenterrados por la misma erosión unos cuantos años después, y trasladados al mar con las consecuencias antes descritas.

## **F. DESARROLLO COSTERO**

Incluye la construcción de estructuras que alteran la morfología de la zona costera, en las cuales se instala iluminación, se incrementa la generación de ruidos y se promueve la llegada de visitantes, situación documentada en Moín, y una parte de Cahuita. La contaminación y la pérdida de biodiversidad son características de esta amenaza, pero además la imposibilidad de que la línea de costa puede retroceder con el aumento del nivel del mar, debido a que las construcciones en el margen del litoral detienen esta migración del hábitat costero, situación que aún es permisible en la zona costera en vista de que solo algunas edificaciones y la carretera en Moín y Puerto Vargas antagonizan con las áreas para retiro de la línea de costa.

La conversión de una zona costera en área turística de alto desarrollo urbanístico es un elemento predominante en el Caribe y un problema en vista que los gobiernos locales no poseen planificadores costeros o planes reguladores que incluyan esta variable.

Choi y Eckert (2008) asocian el desarrollo costero y en particular el desarrollo del frente

de playa con iluminación, erosión, minería de la arena, obstrucciones, tránsito sobre la playa, depredación, basura marina, drenajes, anclajes indiscriminados, pesca química, contaminación, derrame de hidrocarburos entre otros.

McClenachan *et al.* (2006) establecieron en una revisión exhaustiva del Caribe que cerca del 20% de los sitios históricos de anidación se perdieron completamente y el 50% de los remanentes está impactando peligrosamente de tal manera que amenaza a las especies con una extinción ecológica.

Harewood & Horrocks (2008) encontraron efectos negativos sobre el tamaño de los neonatos provenientes de nidadas en playas con desarrollo, sobre la capacidad de arrastrarse hacia el mar, de orientarse cuando alcanzaron las aguas debido a que pasaron más tiempo sobre la playa o fueron atraídos por la iluminación costera, estos neonatos de carey mostraron mayores índices de mortalidad. Esta variable debería ser estudiada en el marco del Programa de USAID a nivel regional, en busca de encontrar otros criterios regionales para diagnosticar los efectos del Cambio Climático y de la alteración de los hábitat críticos.

Una de las variables asociadas al desarrollo costero es el cambio del uso del suelo, especialmente la transformación de los bosques nativos por pastizales, jardines, plantaciones exóticas y en el caso más radical la construcción. Kamel & Mrosovsky (2006) establecieron en la Isla de Guadalupe que las áreas de anidación expuestas a la deforestación mostraron temperaturas más altas, de manera tal que las áreas con cobertura boscosa fueron importantes para la producción de machos. Además los mismos autores señalan los posibles impactos de los cambios de parches boscosos nativos por plantaciones de cocos, en especial porque algunas especies de tortugas usan la arena bajo la vegetación o en la zona del borde de la vegetación como sitio de anidación (Kamel & Mrosovsky 2006). Según Guzmán *et al.* (1993), citado por Guzmán y Ortiz (2007), cuando hubo cobertura vegetal en la costa las careyes anidaron 63% preferentemente debajo de la sombra y lo hacían en menor proporción fuera de la zona sombreada; además Escanero *et al.* (1991) indicaron una diferencia de hasta 3 °C en Isla Aguada entre la zona con cobertura y sombra y la zona al descubierto.

Basado en lo anterior, preocupan los efectos de la carretera en Moín y en Puerto Vargas sobre los ciclos, la estructura y la función de la playa colinante como ecosistema de incubación de las nidadas.

Bolongaro *et al.* (2007) documentaron la pérdida de hábitat de anidación de la tortuga marina en las costas por la instalación de infraestructura como rompeolas, gaviones y tetrápodos; que provocaron importantes alteraciones en el patrón de distribución de la anidación en la zona caribeña en general. Uno de los problemas más importantes es la erosión de la playa causada especialmente por efectos de las actividades antrópicas tales como el cambio en las corrientes costeras por infraestructura, construcción de presas, deposición de sedimentos en el lecho marino, entre otros.

Campbell *et al.* (2007) describen la creciente ocupación humana en la zona costera del

Caribe nicaraguense, en especial, la alteración de la línea costera para la edificación de infraestructura, registrándose tala de vegetación costera, minería de arena, cobertura de la superficie con cemento, construcción de pozos para agua, alteración de la morfología costera, colocación en objetos en la zona de anidación, compactación de la arena por tránsito excesivo, entre otros impactos.

## G. LUZ

Según Witherington y Martin (2003) *“la luz proveniente de fuentes artificiales difiere de otros contaminantes tanto en su forma—la luz es energía en vez de sustancia—como en su efecto sobre las tortugas marinas. Mientras los metales pesados, el petróleo, y otros contaminantes químicos ocasionan efectos mayormente de tipo físico o fisiológico, el efecto que ocasiona la contaminación por luz artificial en las tortugas es esencialmente psicológico. Para las tortugas marinas, la luz artificial no constituye un material tóxico, sino información errónea. La luz artificial puede tener un efecto nefasto en la supervivencia de las tortugas marinas ya que tiene el potencial de interferir con su comportamiento, el cual depende de la recepción de información correcta. Algunos de los comportamientos mayormente afectados por la iluminación artificial son la selección de áreas de anidamiento por las tortugas anidadoras y el retorno al mar de éstas y sus neonatos.”*

Las tortugas marinas seleccionan el área del nido cuando deciden dónde van a salir del agua y dónde en la playa van a poner sus huevos. El efecto más claramente demostrado de la iluminación artificial en la anidación es que provoca que las tortugas desistan de salir del agua. La iluminación artificial en playas de anidamiento puede ser considerada como un tipo de pérdida de hábitat. Cuando las luces alejan a las tortugas que vienen a anidar en las playas, éstas se ven forzadas a buscar otras áreas de anidamiento menos apropiadas.

Aunque algunos estudios sugieren que los neonatos podrían responder a la pendiente de la playa, estas señales no visuales parecen tener muy poca influencia en la dirección del movimiento y probablemente no tienen ningún efecto cuando están operando señales luminosas.

Una gran cantidad de evidencia sugiere que la luminosidad es una de las señales más importantes usada por los neonatos en su búsqueda del océano. El papel que juega la luminosidad en la búsqueda del océano tiene dos vertientes básicas. La primera consiste en el mecanismo mediante el cual los neonatos usan sus ojos y cerebro para orientarse hacia la dirección más brillante—cómo giran hacia la luminosidad. La segunda vertiente consiste en un modelo que describe las propiedades de la luminosidad que son importantes para los neonatos—cómo podemos predecir hacia dónde se dirigirán.

Se ubicaron más de 50 accesos directos desde la zona detrás de los 50 metros en la playa hacia la costa mediante los cuales se filtra luz, esto para Para Witherington y Martin (2003), en estas playas iluminadas, el número de crías producidas y de sobrevivientes puede ser menor, y la proporción de sexos puede verse alterada. Es posible también que

las tortugas que no desoven expulsan sus huevos en alta mar (especialmente en los segmentos de Moín y Cahuita).

## **H. AFLUENCIA Y COMPORTAMIENTO DE TURISTAS**

En áreas donde la afluencia del turismo es numerosa, éste puede ser una amenaza en la medida en que las personas realicen acciones que impidan el desove tranquilo de las tortugas o interactúen con ellas al bucear en las zonas donde habitan. Toda acción humana que provoque una alteración del comportamiento natural podría afectar y ser una amenaza para la supervivencia de la especie.

Según Herzog y Gerrand (1992), la visitación descontrolada de turismo a playas de anidamiento, tal como se observó en Playa Moín y el sector al sur del Parque Nacional Cahuita, afectaron la anidación porque manipularon neonatos, los iluminaron, los cargaron interrumpiendo el proceso natural de impronta, así como las huellas de estas ordas de visitantes crearon zonas de obstáculos para los neonatos cuando desearon llegar al mar interviniendo de manera significativa en el movimiento y orientación de éstos.

El tráfico de los transeúntes en la playa afecta la salida de los neonatos, debido a que la compacta. En un nido no alterado, después de la eclosión la arena sobre la masa de huevos se colapsa volviéndose más suelta o menos compacta, lo que facilita la salida de las tortuguillas, pero al ser compactada por los visitantes no solo evita el intercambio gaseoso, compacta la arena reduciendo el número de neonatos que podría alcanzar la superficie cuando las temperaturas son bajas (en la noche) y así favoreciendo la mortalidad.

La misma visitación diurna provoca impacto debido a que los turistas desarrollan actividades de alteración de la superficie de la arena, tales como enterrarse en ella, huecos que llenan con agua de la marea, zonas de deportes de playa, etc.; todo ello significa una serie de irregularidades que para Cornelious (1986) representan trampas mortales, debido que al caer y no salir antes de la siguiente mañana son víctimas de sobrecalentamiento de sus fluidos corporales lo que les causa la muerte.

Herzog y Gerrand (1992), recomendaron cerrar los accesos libres a la playa, por donde los visitantes sin control accesan la playa desarrollando toda clase de impactos, con la finalidad de reducir sus efectos y facilitar la sobrevivencia.

Las observaciones actuales dejan ver que ya existe una modificación de la berma por el arrastre mecánico de turistas diurnos y nocturnos que visitan la playa, algunos de ellos incluso con vehículos motorizados (Moín y Cahuita al sur de la desembocadura del Hone Creek).

## **I. EMISIÓN DE RUIDO**

Las tortugas marinas carecen de oído externo, pero según Lenhardt *et al.* (1985) con el diseño interno del oído las tortugas pueden localizar la dirección del sonido bajo el agua.

Según Wyneken (2004), los oídos de las tortugas marinas son responsables de la audición y el equilibrio. El oído medio es funcional en la transducción del sonido, mientras que el oído interno es funcional en la recepción del sonido y en la detección de posición y aceleración.

Ridgway *et al.* (1969) establecieron que las tortugas marinas escuchan en un rango entre 30 y 700 Hz., y la tortuga verde refleja mayor sensibilidad entre 300 y 500 Hz, con un palmo útil de audición entre 60-1000 Hz, aunque los umbrales de audición fueron difíciles de determinar. Lo que coincide con Streeter y Sherrie (2000), quienes registran reacciones conductuales entre 280 Hz y 640 Hz, para tortugas verdes.

Moein *et al.* (1999) probaron el oído de tortugas cabezonas y establecieron que escuchan bien en el rango de 250-1000 Hz, con alta sensibilidad en los 250 Hz, aunque no se realizaron pruebas con esta frecuencia. Los autores así como Moulton y Richardson (2008) indicaron que tanto el tiempo del pulso de sonido, así como la distancia entre la tortuga y la fuente, son variables importantes para definir la posible afectación de la emisión sobre el oído de la tortuga y su conducta.

En resumen, los datos disponibles indican que el rango de frecuencia de mejor sensibilidad del oído por tortugas se extiende de 250–300 Hz a 500–700 Hz. Ésta se deteriora cuando se mueve lejos de este rango aunque hay un poco de sensibilidad a frecuencias tan bajas como 60 Hz y, probablemente, tan bajo como 30 Hz.

Southwood (2008) también encontró que la sensibilidad auditiva de las tortugas marinas se da entre los 100 y 1000 Hz con un pico entre 200-400 Hz.

Las frecuencias a las que las tortugas tienen mejor audición se sobrelapan con las frecuencias de las pistolas de aire comprimido que se utilizan en estudios sísmicos comúnmente usados en la exploración petrolera. La mayoría de las pistolas de aire para estos estudios trabajan en frecuencias bajas entre los 10-120 Hz. Sin embargo, los pulsos contienen un poco de energía entre 500-1000 Hz. La onda emitida se caracteriza por la salida de una onda expansiva que luego se desploma, seguida ésta de ondas causadas por la oscilación de la burbuja aérea emitida.

Según los estudios desarrollados por Magyar y Riede (2006) el sonido natural emitido por la zona de rompiente de olas tiene una magnitud de 35 dB, mientras que el sonido emitido de una discoteca y medido a 50 m puede alcanzar hasta 63 dB. Ambos sonidos, el de la rompiente de las olas y el emitido desde la discoteca estuvieron en el espectro audible de las tortugas marinas (approx. < 1000 Hz), un análisis de la frecuencia reveló la similitud entre ambos espectros.

Los resultados de estos autores sugieren que además de los estímulos visuales usados para orientarse los neonatos presumiblemente utilizan la vibración del substrato para encontrar su dirección al mar y que las vibraciones inducidas por la música provocaron una merma en la orientación de los neonatos. Aunque no se ubicaron establecimientos de este tipo en la zona de estudio, es muy posible que al menos tres lugares en Moín

pudieran generar sonidos que pongan en peligro la orientación de los neonatos.

Cabe destacar que este problema se acrecenta en la medida en que el cambio del nivel del mar, la erosión y otras variables del cambio climático lleven las tortugas más y más cerca de las edificaciones muchas de ellas dedicadas al comercio, donde el sonido de las discotecas y la operación de los hoteles van a perjudicar el anidamiento, e.g. Puerto Viejo, Cahuita, Moín y Manzanillo.

## J. PLANTAS RASTRERAS

Conrad, *et al.* (2008) y Conrad *et al.* (2011), analizaron el papel de las plantas rastreras sobre la playa y encontraron que las raíces de estas deshidratan los huevos y atrapan a los neonatos, además encontraron que proactivamente las plantas invadieron nidos en zonas donde estuvieron presentes. Estas plantas son una constante en la zona binacional y particularmente en las AAPP. No se encontraron acciones particulares fuera de las gestadas por el proyecto (Fig. 10), para controlar esta vegetación que se ve especialmente favorecida por la llegada de sedimentos, lo que estimula su crecimiento.

La distribución normal y ecológica de esta planta es la parte superior de la playa pero por afectación antrópica y fertilización accidental, la planta puede invadir otras porciones de la playa y afectar los nidos o ser removida, lo que implica un calentamiento directo de la arena.



Figura 10: Gramíneas y cocos, plantas invasoras no nativas de las playas en América Central. Nótese al personal removiéndolas para evitar sus efectos sobre las nidadas.

Estas plantas (e.g. *Ipomoea pes-caprae*) presentes en muchas playas del Sitio, incluyendo el Parque Nacional Cahuita, el Refugio Nacional de Vida Silvestre Gandoca Manzanillo y el Humedal de Importancia Internacional San San Pond Sak, son diseminadas por la

dispersión mecánica que hacen los transeúntes en la zona sobre la línea de marea alta, además ven estimulado su crecimiento por la llegada de sedimentos orgánicos con la corriente marina y los aportes de materia orgánica que dejan los visitantes (heces y orina). Varias playas públicas como Moín no tienen facilidades públicas para disponer los desechos humanos, lo que causa evidentemente desequilibrios en la función de esta vegetación en la playa.

En vista que varias áreas de las playas en cuestión son frentes de infraestructura (e.g. sur de Puerto Vargas, frente de Moín y norte de Cahuita), la operación de estos edificios y el constante tránsito de visitantes han afectado la distribución natural de estas plantas pues se les remueve para hacer áreas de asoleado, vías de acceso y descanso para el turismo. Acción que particularmente no las controla porque a veces las disemina.

## K. DEPRADADORES

Durante las caminatas en la zona de trabajo y la zona de amortiguamiento se pudo evidenciar la presencia de depredadores naturales de las nidadas de tortuga marina, entre ellos el zorro hediondo (*Conepatus semistriatus*), el mapache (*Procyon lotor*, Fig. 11) y el pizote o gato solo (*Nasua narica*). Además pudieron ser detectados perros al parecer cimarrones o ferales que pudieran depredar nidadas de tortuga marina. En particular, debe llamarse la atención de los impactos de la población de mapache en el PN Cahuita sobre el anidamiento de Carey y verde, por ser nidos más someros.



Figura 11: Mapache depredando una nidada de Carey.

Es muy posible que durante la temporada de anidamiento algunas aves rapaces y marinas depreden neonatos, especies tales como la fragata (*Fregata magnificens*), el zopilote o gallinazo (*Coragyps atratus*) y el gavián cangrejero (*Buteogallus anthracinus*). No existe evidencia ni documentación acerca de

depredación por parte de lechuzas o búhos durante la salida de neonatos por la noche.

Otro grupo de depredadores son los cangrejos fantasma (*Ocypode sp.*). En el mar no hay duda de la presencia de especímenes grandes de peces pelágicos tales como jureles (*Caranx sp.*), róbalo (*Centropomus sp.*), sábalo (*Megalops atlanticus*) y tiburón toro (*Carcharhinus leucas*) que se acercan a la costa y que podrían ser depredadores de neonatos que emerjan durante el día.

Finalmente, es meritorio decir que en la zona binacional es necesario crear la línea de base para documentar directamente muchos de los impactos anotados en este informe, con la idea de valorar y cuantificar los vectores que contribuyen en la vulnerabilidad de la especie. Así contribuir en mejorar el planteamiento correctivo propuesto acá, sobre la base de lo que se conoce, y los cambios que se documenten.

## 4. RECOMENDACIONES

Según Baker *et al.* (2009), las medidas de adaptación se pueden agrupar en:

1. Protección de la tierra y el manejo.
2. Manejo directo de la especie.
3. Monitoreo y planificación
4. Legislación y regulaciones
5. Aumento de la conciencia y construcción de la capacidad de acción.

Para lo cual el equipo de WIDECAST generó una serie de recomendaciones que podrían reducir la vulnerabilidad de la especie y mejorar su estado de conservación. Tomando en cuenta no solo las variables de la temperatura, cambio del perfil costero y el incremento del nivel del mar, sino que un análisis holístico basado en el mapa conceptual desarrollado en la figura 9.

### A. ESCENARIO RECOMENDADO

El escenario ideal deberá ser mantener en las zonas de alta anidación las dimensiones correctas según la legislación (125 m medidos desde la pleamar tierra adentro, Zona Marítimo Terrestre-ZMT, vea que en Panamá esta zonificación no se presenta de manera que se recomienda el criterio metrico un retiro del 125 m), eliminando todas las fuentes de interferencia ambiental, focos de contaminación y el desarrollo que amenaza el ecosistema.

Para ello, los Estados costarricense y panameño deberán tomar las acciones del caso que permitan dejar esas tierras con un único uso: la conservación. No sólo por ser zonas de recarga de agua, remanente de bosque costero, remanentes de manglar y palmales de yolillo o matumba (*Raphia taedigera*), sino por ser zonas vitales que soportan el ecosistema costero, su dinámica biológica y el anidamiento de tortugas marinas, con altísima fragilidad. Por ellos se puede asegurar que cumplen un rol regional irremplazable.

Es importante incluir varias áreas costeras dentro de alguna categoría de manejo o de protección, aún cuando solo se incluya la zona ecosistémica inmediata, tal como el área desde la desembocadura del río La Estrella hasta el límite norte del pueblo de Cahuita, o desde la boca del río Hone Creek hasta Puerto Viejo, dos zonas con importante anidación de tortuga baula. Otro sitio de interés es la zona de Punta Mono a Manzanillo (ver anexo #4), de anidación exclusivamente de carey, y en la cual se hace poco por su conservación.

## **B. UNIDAD IDEAL DE MANEJO PARA LA ZONA DE AMORTIGUAMIENTO FUERA DE LA ZONA MARITIMO TERRESTRE O DE RETIRO DE 125 M**

Estas recomendaciones son incluyentes para toda la zona binacional en estudio.

- El retiro mínimo entre el perímetro de la propiedad y la pleamar deberá ser no menor a 375 m en las zonas que no sean AAPP, el segmento entre este perímetro y la pleamar deberá estar cubierto de vegetación nativa, denominada un bosque costero estructuralmente sano y por ningún motivo cultivos de coco, jardines o cualquier otro paisaje que altere la estructura y función de la zona costera, permita la dinámica costera y la recarga acuífera.
- La unidad de manejo recomendada para la zona de amortiguamiento va desde 1 hectárea, con 40% de desarrollo del área lo que incluirá zonas de rodamiento, jardines, tapias, piscinas y área techada, planta de tratamiento -no tanque séptico-, tanque de acumulación de aguas pluviales para la reducción de la escorrentía, trampas de sedimentos, iluminación correcta de interiores y exteriores; hasta unidades de 1,250 m<sup>2</sup> con las mismas normas de desarrollo.
- Desde un punto ubicado a 375 m de la pleamar tierra adentro y hacia el continente, se permitirán edificaciones de dos pisos con iluminación correcta. Se recomienda no permitir edificios de más de un piso en zonas con pendientes pronunciadas y a distancias menores de 750 m de las playas, por ejemplo en la zona cercana al Puerto de Moín, la zona sur de Manzanillo y Punta Mona.
- La iluminación correcta se deberá basar en un plan de manejo de la contaminación lumínica en la zona de alto anidamiento y la zona de amortiguamiento de las AAPP con anidamiento importante, lo que deberá incluir actos correctivos inmediatos en las comunidades de Moín, Cahuita y Puerto Viejo, tomando en cuenta:
  - Uso de lámparas de sodio a baja presión tanto en instancias privadas como en la iluminación pública, para lo que se recomienda una alianza con el Instituto Costarricense de Electricidad.
  - Uso de cobertores para luces exteriores o reflectores cubiertos enfocados hacia el piso.
  - Uso de pantallas para ventanales orientados hacia el mar.
  - Uso de tecnología LED, en la longitud de onda de la luz que no provoque la contaminación psicológica de las hembras y la atracción de los neonatos.
  - Instalación de luces exteriores en ángulos y alturas que no provoquen daño a las tortugas marinas.

- Desarrollo de manuales de buenas prácticas para aquellos arrendatarios de las instalaciones de descanso en la zona costera, por ejemplo Choi & Eckert (2009).
- Instituir la norma para futuros desarrollos en la zona, mediante planes reguladores

## **C. PLAN DE MONITOREO PARA LA CREACIÓN DE LA LÍNEA DE BASE**

Se recomienda diseñar e implementar un plan que monitoree mensualmente las siguientes variables;

- Luz
- Accesos
- Sonido
- Sedimentos
- Contaminantes sólidos y líquidos
- Materia Fecal
- Bioquímica del agua en esteros y zona marina
- Parámetros en pozos y manto freático
- Animales domésticos

Esta evaluación deberá responder como mecanismo para basar acciones inmediatas correctivas que detengan los daños ambientales en las zonas de anidamiento tanto dentro como fuera de AAPP en la zona binacional. Recordando que todos los impactos diseminados por la cuenca binacional del Sixaola y la cuenca del río Estrella y generados desde la costa llegan a aguas bajo jurisdicción de Panamá por los efectos de la corriente marina.

## **D. CONTROL DE AMENAZAS**

Se recomienda no solo actualizar y o publicar herramientas de manejo como planes para las AAPP y planes reguladores para las playas públicas, sino también integrar aquellas recomendaciones para el control de las amenazas e impactos desglosadas de seguido:

1. En la zona de la playa se debe prohibir la iluminación directa al mar y la playa.
2. Las zonas de parqueo y circulación de vehículos deberán estar lo más lejos posible de la playa, lo que incluye especialmente las zonas de giros, áreas aledañas a bares, cantinas, discotecas o cabinas.
3. En las áreas adyacentes a las playas, de requerirse iluminación artificial, ésta será ámbar, para garantizar la llegada de las tortugas, debiendo restringirse alturas e inclinación en función de estudios específicos (vea otras recomendaciones supra citadas).

4. Las edificaciones no deberán rebasar la altura promedio de la vegetación arbórea del bosque costero.
5. Solo se permite la práctica del campismo, rutas interpretativas, observación de flora y fauna y paseos fotográficos, en aquellas áreas que la administración de las AAPP lo determine y en la época correcta. Pero para el caso de Cahuita se recomienda revisar profundamente el efecto de las zonas de acampado, camino y electrificación.
6. La construcción de hoteles, muelles e infraestructura en frente de playas públicas asociada ocupará la zona definida como área de amortiguamiento y no la zona inmediata al ecosistema reproductivo.
7. Los usos del suelo en las áreas adyacentes a las zonas de alta anidación estarán sujetos a autorización de impacto ambiental que demuestre la no afectación del mismo.
8. Se hará todo lo necesario para reducir las tasas de sedimentación y el arrastre de material en las cuencas aledañas.
9. Se prohíbe la introducción de especies de flora y fauna exóticas invasivas en la zona de amortiguamiento y se propone un plan de control para aquellas que están dentro de las AAPP, tal como las poblaciones de mapaches.
10. Las zonas costeras alteradas deberán de recuperarse, especialmente aquellas en el área inmediata a la playa, reducir las zonas de cocales, las áreas de plantas rastreras, los jardines y zonas alteradas por potreros.
11. Las actividades recreativas sólo podrán realizarse en los sitios establecidos de acuerdo con la zonificación en las AAPP y su plan de manejo y los planes reguladores. No se debe de permitir el tránsito de vehículos motorizados o el desarrollo de deportes en la playa durante la temporada de anidamiento.
12. Las cifras de la Capacidad de Carga Turística deberán de ser establecidas y revisadas cada dos años en razón al cambio de las variables.
13. Solo se permite la utilización de sustancias de uso humano biodegradables anotadas en un anexo que para este fin deberá ser creado por la administración de las AAPP. Se recomienda educar a las personas de la zona costera para hacer lo mismo, incluyendo usuarios de hoteles en la región.
14. Todo visitante es responsable de sacar del área de las AAPP los desechos que genere, pero la administración velará por mantener un sistema de recolecta eficiente.

15. Los tours deberán ser permitidos después de un estudio de capacidad de carga, siguiendo la normativa y cumpliendo en los estándares de seguridad ambiental especialmente por el vertimiento de hidrocarburos, la generación de ruido y desechos sólidos.
16. El uso de la zona marina de las AAPP y en especial el anclaje deberá ser regulado, por los efectos que cause sobre el arrecife coralino y los pastos marinos.
17. No se permitirá la pesca con cualquier aparejo durante la temporada de anidamiento. Poner atención a este tópico en el Refugio Gandoca/Manzanillo y el Humedal San San Pond Sak.
18. No se permite el tránsito marítimo enfrente de las zonas de alta anidación durante la época de reproducción.
19. El acceso nocturno a las playas está restringido y normado por una capacidad de carga durante la temporada de anidamiento usando como base 4 metros lineales de playa por visitante.
20. Remover el anidamiento de 500 m a la redonda de las desembocaduras de los ríos, para reducir los efectos de la deposición de madera y los contaminantes sobre los nidos. Estas nidadas serán relocalizadas o mudadas a un vivero siguiendo protocolos científicos revisados y autorizados.
21. Todo el personal en contacto con las hembras y sus anidaciones deberá seguir un estricto control sanitario para evitar la contaminación de las nidadas.
22. Deberá hacerse una limpieza mecánica de la playa para reducir el impacto de la madera y la putrefacción de ésta.
23. Las nidadas que se manejen deberá hacerse con el estricto control técnico que medirá el éxito de eclosión y la temperatura de incubación.

## ANEXOS

ANEXO # 1: PERFIL DE LA PLAYA MOIN, REFERENCIA DE PUNTOS M1, M2, M3. (FUENTE: GOOGLE EARTH, 2009)



**ANEXO # 2: PERFIL DE LA PLAYA CAHUITA, REFERENCIA DE PUNTOS C1, C2, C3. (FUENTE: GOOGLE EARTH, 2009)**



**ANEXO # 3: PERFIL DE LA PLAYA SAN SAN, REFERENCIA DE PUNTOS SS1, SS2, SS3.  
(FUENTE: GOOGLE EARTH, 2009)**



**ANEXO # 4: MAPA DE LA ZONA COMPRENDIDA ENTRE PUNTA MONO Y MANZANILLO, DENTRO DEL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE GANDOCA-MANZANILLO. (FUENTE: GOOGLE EARTH, 2009)**



## **ANEXO # 5: DETERMINACIÓN DEL PERFIL DE PLAYA (BASADO EN WWF 2009):**

Los perfiles de las playas se midieron a partir de un punto fijo (e.g. árbol, palmera o roca) en la parte posterior de la playa hacia el océano, desde el borde de la vegetación o más adentro pero nunca desde la playa abierta. El perfil se midió en segmentos de longitud fija o la distancia pudo variar dependiendo del perfil de la playa, es decir, cada cambio en la pendiente fue el comienzo de un nuevo segmento.

**Paso 1:** Determinación de la frecuencia de muestreo y el establecimiento de los perfiles

El número de perfiles utilizados para el monitoreo de las playas dependió de la longitud de la playa, la razón para el monitoreo y los recursos disponibles, por ello se fijaron 3 puntos en cada playa y una frecuencia de monitoreo mensual. Aunque la recomendación en la literatura, es que las primeras observaciones significativas de cambio pudieran verse después de los tres meses o después de un evento substancial tal como una tormenta.

**Paso 2:** Establecimiento de los puntos de referencia

Se seleccionaron tres lugares en cada playa al norte, en medio y al sur, y se fijaron los transeptos para hacer las lecturas mensuales que fueron perpendiculares a la línea de costa siempre. Este ángulo de lectura se fijó con una brújula.

**Paso 3:** Método de lectura del perfil

Pasos del método Abney:

- a) Con el observador y la vara en posición vertical sobre una superficie plana, se midió y se marcó la altura del ojo del observador en la vara (usamos una vara periscópica para pintar paredes altas).
- b) Se localizó la primera marca de referencia en el transepto escogido o estación de observación.
- c) Se determinó la orientación del perfil (debe ser perpendicular a la orilla del mar) y se trazó el perfil hasta la marca de marea baja usando una cuerda o una cinta métrica.
- d) Se registró la orientación del perfil con una brújula (Fig. 2).
- e) Se midió la altura de la marca de referencia con una precisión de un centímetro.
- f) Se colocó la vara en el primer cambio de pendiente, o a la distancia determinada, asegurando de que esté recta y no se ha hundido en la arena, pues se pierde información o se comenten sesgos.

g) Se anotó la distancia a lo largo de la superficie de playa, 'z', de la marca de referencia a la vara.

h) El observador junto a la marca de referencia, utilizó el nivel Abney para avistar la marca del nivel del ojo en la vara. Alineó la marca del nivel del ojo y la línea del nivel, y manteniendo la coherencia entre los dos, ajustó el nivel hasta que la burbuja se centró, importante siempre debió ser el mismo observador.

i) Se anotaron los grados y minutos del ángulo de la pendiente. Los números a la izquierda del 0 son negativos y a la derecha son positivos. Si se está midiendo desde la parte trasera de la playa hacia el agua, la mayoría de las medidas serán negativas. Con pendientes negativas, mire en las líneas a la izquierda y con pendientes positivas las líneas a la derecha de la flecha. Determinamos cuál de las líneas se alinea mejor con una de las líneas de grado por debajo. Este es el número de minutos.

j) Luego, el observador debió moverse hacia la vara y la vara debe trasladarse al siguiente cambio en la pendiente o distancia fija.

l) Se repetimos hasta el final del perfil, en el gamellón o en la marca de marea baja.

#### **Paso 4: Método Abney**

Si se utiliza el método de nivel Abney se puede calcular la elevación (y) utilizando el  $\sin(\text{ángulo} * \text{anchura}$  siguiendo el contorno de la playa). En el ejemplo, esto sería:

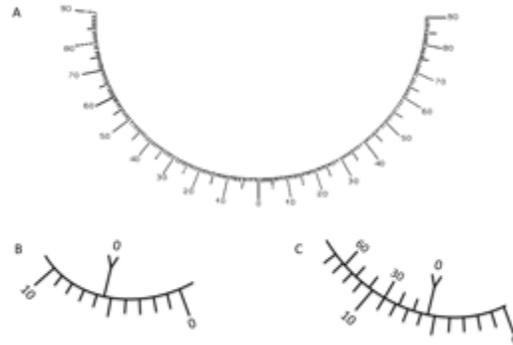


Figura 2: Forma de hacer las lecturas en un clinómetro Abney.

Para crear un perfil, usted tendrá que calcular la elevación y la anchura horizontal acumulada de los segmentos desde la marea de baja. Tome la elevación en la bajamar como cero y calcule los cambios en la elevación desde aquí, garantizar que se hagan los cambios necesarios en los signos + o - .

Si está utilizando Microsoft Excel tendrá que trabajar en radianes por lo que se necesita convertir grados a radianes a la hora de calcular el elevación.

#### **Ejemplo**

Angulo en grados y minutos =  $3^{\circ}20'$

Para calcular la elevación en Excel:

$$y = \text{SIN}(\text{RADIANES}(-3.33)) * 7.3$$

Los datos de la temperatura se tomaron con la instalación de dataloggers programados para hacer lecturas cada 6 horas, instalados en nidos, playa y viveros.

## BIBLIOGRAFÍA

Abarca, L. y C. Ruepert. 1992. Plaguicidas encontrados en el Valle de la Estrella: estudio preliminar. *Tecnología en Marcha* 12: 31-38.

Abreu, A., Cuevas, E. & V. Guzmán. 2008. Advances and obstacles for the conservation of the Yucatán Peninsula Hawksbill population –Lessons learned and why we should still worry. Proceedings of the twenty-seventh annual symposium on Sea Turtle biology and conservation. Compiled by: Rees, A., Frick, M., Panagopoulou, A., & K. Williams. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-569, 262 p.

Ackerman, R. 1997. The nest environment and the embryonic development of Sea Turtles. En: *The biology of Sea Turtles*, edited by: Lutz, P. & J. Musick. CRC Marine Science Series.

Acuña, J.; Cortés, J. y M. Murillo. 1997. Mapa de sensibilidad ambiental para derrames de petróleo en las costas de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 44 (3)/45 (1): 463-470.

Acuña, J., Vargas, J., González, E., y García, J. 2004. Hidrocarburos de petróleo, disueltos y dispersos en cuatro ambientes costeros de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical.* 52 (2).

Acuña, J.; Vargas, J.; Gómez, E. y J. García. 2004. Hidrocarburos de petróleo, disueltos y dispersos en cuatro ambientes costeros de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 52 (2):43- 50.

Alam, S. y M. Brim. 2000. Organochlorines, PCB, PAH and metals concentrations in eggs of loggerheads sea turtles (*Caretta caretta*) from Northwest Florida, USA. *J. Environ. Sci. Health.* B35(6): 705-724.

Alava, J.J. 2004. Assessment of persistent organochlorine Pollutants in loggerhead sea turtle eggs *Caretta caretta* (Chelonii: Cheloniidae) from Florida, USA. Thesis for the Degree of Master of Earth and Environmental Resources Management Program in the School of the Environment. University of South Carolina.

Amorocho, D. 2006. Monitoring nesting sea turtles in the Central Caribbean coast of Colombia. Proceedings of the Twenty-First Annual Symposium on Sea Turtles Biology and Conservation. M. Coyne and R. Clark (compilers). NOAA Technical memorandum NMFS-SEFSC-528. 368 p.

Arauz, R. 1994. Hatching success of leatherback turtles (*Dermochelys coriacea*) in the leatherbacks of Guanacaste Marine National Park, Costa Rica. Proceedings of the Thirteenth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. Compilers: Schoeder, B. & Witherington, B. 1994. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-341. 281 p.

Baillie, J. y Groombridge, B. 1996. *IUCN Red List of Threatened Animals*. Gland, Switzerland, IUCN.

Baker, J., Fuchs, E. & A. Fonseca. 2009. Analysis of temperature data from Ostional and Junquillal beaches, WWF-LAC Marine and Species Program, San José, Costa Rica, [www.panda.org/lac/marineturtles/](http://www.panda.org/lac/marineturtles/).

Balazs, G. 2000. Factores a considerar en el mercado de las tortugas marinas. 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 de Especialistas en Tortugas Marinas. UICN/CSE. Publicación N° 4.

Balazs, G. H. 1985. Impact of ocean debris on marine turtles: entanglement and ingestion, p.387-429. En: R. S. Shomura y H. O. Yoshida (eds.), Proc. Workshop on Fate and Impact of Marine Debris. NOAA Tech. Memo. NMFS-SWFC- 54. U. S. Department of Commerce.

Bilinski, J. & F. Paladino. 2000. The effects of nest-site environment on leatherback turtle embryos (*Dermochelys coriacea*): Development success and mobilization of calcium during development. In: Kalb, H. & T. Wibbels. Proceedings of the nineteenth annual symposium on sea turtle conservation and biology. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-443. 291 p.

Binckley, C., Spotila, J., Wilson, K. y F. Paladino. 1998. Sex determination and sex ratio of Pacific Leatherback Turtles, *Dermochelys coriacea*. *Copeia*. 2: 291-300.

Bologaro, A., Torres, V., Márquez, A., García, A. y Guzmán, V. 2007. Construcción y localización de estructuras en la línea de costa tramo Isla del Carmen-Chenkan, Campeche, México. Guzmán, V., Cuevas, E., Abreu-Grobois, A., González, B., García, A. y Huerta, P (compiladores). 2008. Resultados de la reunión del grupo de trabajo de la tortuga de carey en el Atlántico mexicano. Memorias. CONANP/EPC/APFFLT/PNCTM/ix + 244 pp.

Browne, D., Abreu, A., King, R., Lloyd, C., Issac, C., & J. Horrocks. 2008. Population structure of Hawksbill Turtles (*Eretmochelys imbricata*) at rookeries and foraging areas in Grenada, West Indies, based on mitochondrial DNA sequences. Proceedings of the twenty-seventh annual symposium on Sea Turtle biology and conservation. Compiled by: Rees, A., Frick, M., Panagopoulou, A., & K. Williams. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-569, 262 p.

Browne, D., Horrocks, J. & Abreu-Grobois, A. (en prensa). Population subdivision in hawksbill turtles nesting on Barbados, West Indies, determined from mitochondrial DNA control region sequences. *Conserv. Genet.* DOI 10.1007/s10592-009-9883-3

Campbell, C., Lagueux, C. & Huertas, V. 2007. 2006 Pearl Cays Hawksbill Conservation Project, Nicaragua. Wildlife Conservation International. Final Report. 20 p.

Carvalho, F. y R. Hance. 1993. Pesticides in tropical marine environments: assessing their fate. IAEA Bulletin 2: 14-19.

Carvalho, F., González, J. Villeneuve, C. Cattini, M. Hernández, L. Mee y S. Fowler. 2002. Distribution, fate and effects of pesticide residues in tropical coastal lagoons of Northwestern Mexico. Environ. Tech. 23: 1257-1270.

Center for Marine Conservation. 1994. A Citizen's Guide to Plastics in the Ocean: More Than a Litter Problem. Edited by: OHara, K., Ludicello, S. y J. Zillegen. Washington, DC. 128 p.

Choi, Ga-Young and Karen L. Eckert. 2008. Manual of Best Practices for Safeguarding

Clark Jr, D. y A. Krynitsky. 1980. Fish, wildlife, and estuaries: organochlorine residues in eggs of loggerhead and green sea turtles nesting at Merritt Island, Florida- July and August 1976. Pestic. Monit. J. 14: 7-10.

Clark Jr, D. y D A. Krynitsky. 1985. DDE residues and artificial incubation of loggerhead sea turtle eggs. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 34 (121-125).

Clark, J. 1977. Coastal Ecosystem Management: A technical manual for the conservation of coastal zone resources. Wiley Interscience Publication. USA. 928 p.

Cobb, G. y P. Wood. 1997. PCB concentration in eggs and chorioallantoic membranes of loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) from the Cape Romain National Wildlife Refuge. Chemosphere 34: 539-549.

Coll, M.; Cortés, J. y D. Sauma. 2004. Características físico-químicas y determinación de plaguicidas en el agua de la laguna de Gandoca, Limón, Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 52(2): 33-42.

Conrad, J.; Wyneken, J.; Garner, S.; & J. Garner. 2008. Pulling weeds for Leatherbacks: An experimental test of invasive beach plant removal on (*Dermochelys coriacea*) nest productivity. In: Rees, A.; Frick, M.

Cornelious, S. 1986. The Sea Turtles of Santa Rosa National Park. Fundación de Parques Nacionales de Costa Rica. San José, Costa Rica. 64 pp.

Davenport, J.; Holland, D.; Wrench, J.; McEvoy, J.; East, J. & V. Camacho. 1990. Chemical and biochemical análisis of the tissue of a beached leatherback turtle (*Dermochelys coriacea*). In: Richardson, T.; Richardson J. & M. Donnelly. Proceedings of the tenth annual workshop on sea turtle biology and conservation. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFC-278. 286 p.

Dobbs, K. A., Miller, J. D., Limpus, C. J. y Landry Jr., A. M. 1999. "Hawksbill turtle, *Eretmochelys imbricata*, nesting at Milman Island, Northern Great Barrier Reef, Australia", en *Chelonian Conservation and Biology* 3 (2): 344-361.

Dow, W., K. Eckert, M. Palmer & P. Kramer. 2007. An Atlas of Sea Turtle Nesting Habitat for the Caribbean Region. The Wider Caribbean Sea Turtle Conservation Network and the Nature Conservancy. WIDECASST Technical Report N° 6. Beaufort, North Carolina. 267 pages.

Drews C. y A. Fonseca 2009. Aumento del nivel del mar por cambio climático en Playa Grande, Parque Nacional Las Baulas, Costa Rica. Simulación de Inundación de elevación digital de alta resolución. Informe técnico, WWF, San José, Costa Rica.

Escanero, F., S. Vigilante and R. Gómez. 1991. Informe anual del programa de protección y estudio de las tortugas marinas en isla Aguada-Sabancuy, Campeche, temporada 1990, p. 77-89. In: J. Frazier (Editor), Memorias del IV taller regional sobre programas de conservación de tortugas marinas en la península de Yucatán. 11-13 de Marzo de 1991, Mérida, Univ. Autónoma de Yucatán, México, 1993.

Fish, M., Coté, I., Gill, J., Jones, A., Renshoff, S., Watkinson, A. 2005. Predicting the impact of Sea Level Rise on Caribbean Sea Turtle Nesting Habitat. *Conservation Biology*. 19 (2): 482-491

Fish, M., Coté, I., Horrocks, J., Mulligan, B., Watkinson, A. & A. Jones. 2007. *Ocean & Coastal management*. 51: 330-341.

García, J., Acuña, J. y Vargas, J. 2004. Metales traza en sedimentos costeros de Costa Rica. Giroto, P. y Jiménez, A. 2003. Marco regional de adaptación al cambio climático para los recursos hídricos de Centro América. The World Conservation Union, Moravia (UICN), San José Costa Rica.

Guzmán, V. & García, P. 2007. Identificación de focos rojos en el consumo de tortugas marinas en comunidades costeras del Estado de Campeche. Guzmán, V., Cuevas, E., Abreu-Grobois, A., González, B., García, A. y Huertas, R (compiladores). 2008. Resultados de la reunión del grupo de trabajo de la tortuga de carey en el Atlántico mexicano. Memorias. CONANP/EPC/APFFLT/PNCTM/ ix + 244 pp.

Guzmán, V. & Ortiz, A. 2007. El amarillamiento letal del cocotero, la vegetación costera y su relación con las zonas preferenciales de anidación de la tortuga carey en Campeche.

Guzmán, V., Cuevas, E., Abreu-Grobois, A., González, B., García, A. y Huertas, R (compiladores). 2008. Resultados de la reunión del grupo de trabajo de la tortuga de carey en el Atlántico mexicano. Memorias. CONANP/EPC/APFFLT/PNCTM/ ix + 244 pp.

Guzmán, V. 2001. Evaluación de las poblaciones de tortugas marinas de Campeche. Informe Técnico de Investigación n° 12 (2001). Centro Regional de Cultura Económica.

Guzmán, V., García, P. & Huerta, P. 2007. Análisis sobre la pérdida de nidos de carey ocasionados por factores naturales y antropogénicos en playas tortugueras del estado de Campeche. Guzmán, V., Cuevas, E., Abreu-Grobois, A., González, B., García, A. y Huertas, R (compiladores). 2008. Resultados de la reunión del grupo de trabajo de la tortuga de carey en el Atlántico mexicano. Memorias. CONANP/EPC/APFFLT/PNCTM/ ix + 244 pp.

Guzmán, V., Rejón, J.C., Gómez, R. y Silva, S. J. 1995. Informe final del Programa de Investigación y Protección de las Tortugas Marinas del Estado de Campeche, México. Temporada 1994. Situación actual. Ciudad del Carmen, Campeche, Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.

Google Inc. (2009). Google Earth (versión 5.1.3533.1731)

Harewood, A. & J. Horrocks. 2008. The impacts of beach development on hatchling survival in hawksbill turtles (*Eretmochelys imbricata*). Proceedings of the Twenty-Fourth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. 2004. Mast, R., Hutchinson, B., & A. Hutchinson (compilers). NOAA Tech. Mem. NMFS-SEFSC-567.

Harewood, A. & J. Horrocks. 2008. The impacts of beach development on hatchling survival in hawksbill turtles (*Eretmochelys imbricata*). Proceedings of the Twenty-Fourth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. 2004. Mast, R., Hutchinson, B., & A. Hutchinson (compilers). NOAA Tech. Mem. NMFS-SEFSC-567.

Harrison, E., Evans, D., Pemberton, E. & Godfrey, D. 2008. New tracking project provides interesting data on migratory behaviour and habitat use of eastern Caribbean hawksbill turtles. 28<sup>th</sup> Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation.

Hawkes, L.A., A.C. Broderick, M.H. Godfrey, B.J. Godley. 2007. Investigating the potential impacts of climate change on a marine turtle population. Glob. Chan. Bio. 13: 923-932.

Herzog, P. y M. Gerrand. 1992. An Assessment of Ecotourism and its impact on Leatherback Sea Turtles at Playa Grande, Costa Rica. Programa Regional en Manejo de Vida Silvestre. Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica. 44 p.

Hill, M. 1998. "Spongivory on Caribbean reefs releases corals from competition with sponges", en *Oecologica* (1998) 117:143-150.

Hillestad, H. O., Reimhold, R. J., Stickent, R. R., Windom, H. L., y Jenkins, A. H. 1974. Pesticides, heavy metals, and radionucleide uptake in Loggerhead sea turtles from Georgia and South Carolina. *Herp. Rev.* 5: 75.

Houghton, J. & G. Hays. 2002. Patterns of eggs failure: timing and implications for sea turtle populations. In: Seminoff, J. Proceedings of the twenty-second annual symposium on Sea Turtle biology and Conservation. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-503. 308 p.

Jackson, J. B. C., Kirby, M., Berger, W., Bjorndal, K., Botsford, L., Bourque, B., Bradbury, R., Cooke, R., Erlandson, J., Estes, J., Hughes, T., Kidwell, S., Lange, C., Lenihan, H., Pandolfi, J., Peterson, C., Steneck, R., Tegner, M. y Warner, R. 2001. "Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems", en *Science* 293: 629-638.

Kamel, S. & N. Mrosovsky. 2006a. Deforestation: Risk of Sex ratio Distortion in Hawksbill Sea Turtles. *Ecological Applications*. 16(3): 923-931.

Kamel, S. & N. Mrosovsky. 2006b. Inter-seasonal maintenance of individual nest site preferences in hawksbill sea turtle. *Ecology*. 87(11) 2947-2957.

Keller, J. M. 2002. Occurrence and effects of organochlorines contaminants in sea turtles. Beaufort, NC, USA, Duke University Marine Laboratory.

Keller, J. M., J. R. Kucklick, J.; Stamper, M.; Harms C. y McClellan-Green. 2004. Associations between Organochlorine Contaminant Concentrations and Clinical Health Parameters in Loggerhead Sea Turtles from North Carolina, USA. *Environmental Health Perspectives* 112(10): 1074-79.

Kucklick, J. y J. Baker. 1998. Organochlorines in Lake Superior's food web. *Environmental Science and Technology* 32: 1192-1198.

Kucklick, J.R.; Harvey, H.R.; Ostrom, P.H.; Ostrom, N.E. y J.E. Baker. 1996. Organochlorine dynamics in the pelagic food web of Lake Baikal. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 15.1388-1400. p.

Leighton, P., Horrocks, J., Krueger, B. Beggs, J. & D. Kramer. 2008. Predicting species interactions from edge responses: mongoose predation on hawksbill sea turtle nests in fragmented beach habitat. *Proc. R. Soc. B*. 275, 2465-2472.

Lewison, R. L. Crowder. 2007. Putting longline bycatch of Sea Turtles into Perspective. *Conservation Biology*. 21 (1): 79-86

Lewison, R., Crowder, L., Read, A. & Freeman, S. 2004b. Understanding impacts of fisheries bycatch on marine megafauna. *TRENDS in Ecology and Evolution*. 19 (11): 598-604.

Lewison, R., Freeman, S. & L. Crowder. 2004a. Quantifying the effects of fisheries on threatened species: the impact of pelagic longlines on loggerheads and leatherbacks sea turtles. *Ecology Letters*. 7: 221-231.

Limpus C. J., Couper, P. J. y Reed, M. A. 1994a. "The green turtle, *Chelonia mydas*, in Queensland: population structure in a warm temperate feeding area", en *Memoirs of the Queensland Museum* 37 (1): 139-154.

Limpus C. J., Couper, P. J. y Reed, M. A.. 1994b. "The loggerhead turtle, *Caretta caretta*, in Queensland: population structure in a warm temperate feeding area", en *Memoirs of the Queensland Museum* 37(1): 195.

Limpus, C. 2006. Migratory species and Climate Change: Impacts of a Changing Environment on Wild Animals. Chapter 5: Impacts of Climate Change on Marine Turtles: a case study. UNEP-CMS, 64 p.

Limpus, C. J. 1992a. "The hawksbill turtle, *Eretmochelys imbricata*, in Queensland: Population structure within a southern Great Barrier Reef feeding ground", en *Wildlife Research* 19: 489-506.

Limpus, C. J. 1992b. "Estimation of tag loss in marine turtle research", en *Wildlife Research* 19: 457-469.

Limpus, C. J. 1994. "Current declines in South East Asian turtle populations", en Schroeder, B. A. y Witherington, B. E. (compilers). Proceedings of the Thirteenth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. US Department of Commerce, National Oceanographic and Atmospheric Administration, National Marine Fisheries Service, Southeast Fisheries Center, Miami, Florida, NMFS-SEFSC-341.

Limpus, C. J. 1995. "Global overview of the status of marine turtles: a 1995 viewpoint", en Bjorndal, K. (ed.). *The Biology and Conservation of Sea Turtles*. Segunda edición. Washington, D.C., Smithsonian Institution Press.

Limpus, C. J. 1997. "Marine turtle populations of Southeast Asia and the western Pacific Region: Distribution and status", en Noor, Y. R., Lubis, I. R., Ounsted, R., Troëng, S. y Abdullah, A. (eds.). Proceedings of the Workshop on Marine Turtle Research and Management in Indonesia. Bogor, Indonesia, Wetlands International, PHPA/Environment Australia.

Lorne, J.; Mustakas, A. & M. Salmon. 2006. Can Hatchlings exposed to beach lighting recover, and orient normally offshore?. In: Frick, M.; Panagopoulou, A.; Rees, A. & K. Williams. Book of abstracts of 26th Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. Athens, Greece. 376 p.

Luschi, P., G. Hays, & F. Papi. 2003. A review of long-distance movements by marine turtles, and the possible role of ocean currents. OIKOS 103: 293-302.

Lutz, P. L. y Musick, J. A. (eds.). 1997. *The Biology of Sea Turtles*. New York, CRC Press.

- Mack, D., Duplaix, N., y Wells, S. 1979. "The sea turtle: an animal of divisible parts. International trade in sea turtle products", en *World Wildlife Fund Report* 1: 1-86.
- Mack, D., Duplaix, N., y Wells, S. 1982. "Sea turtles, animals of divisible parts: international trade in sea turtle products", en K. Bjorndal (ed.). *Biology and Conservation of Sea Turtles*, pp. 545-563. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
- Magyar, T. y K. Riede. 2006. A possible effect of low frequency noise on the orientation of loggerhead hatchlings. En: Frick, M., Panagopoulou A., Rees A. F. and K. Williams (compilers). 2006. Book of Abstracts. Twenty Sixth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. International Sea Turtle Society, Athens, Greece. 376 pp.
- Marco, A.; Patiño, J. & L. Quinones. 2006. Field and experimental evidence about the influence of substrate water content on hatchling success of leatherback turtle eggs. In: Frick, M.; Panagopoulou, A.; Rees, A. & K. Williams. Book of abstracts of 26th Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. Athens, Greece. 376 p.
- McClenachan, L., Jackson, L., & M. Newman. 2006. Conservation implications of historic sea turtle nesting beach loss. *Frontiers in Ecology and the Environment* 4 (6): 290-296.
- McGowan, A., Broderick, A., Frett, G., Gore, S. Hastings, M., Pickering, A., Wheatley, D., White, J. Witt, A. & B. Godley. 2008. Down but not out: marine turtles of the British Virgin Islands. *Animal conservation*. 11: 92-103.
- Mckenzie, C., Godley B.; Furness, R. y D. Wells. 1999. Concentrations and patterns of organochlorine contaminants in marine turtles from Mediterranean and Atlantic water. *Marine Environmental Research* 47(2): 117-135.
- Meschede, M., WeiB, R. y C. Hemleben. 2000. Subduction erosion a the Costa Rica convergent margin: evidence from various disciplines indicate strong subsidence. ODP Europeam Forum.
- Miller, J. 1997. Reproduction in Sea Turtles. *The biology of Sea Turtles*, edited by: Lutz, P. & J. Musick. CRC Marine Science Series
- Mrosovsky, N. Ryan, G., and M. James. 2009. Leatherback Turtles: The Menace of Plastic. *Marine Pollution Bulletin*.
- Mrosovsky, N., P. H. Dutton & C. P. Whitmore. 1984. Sex ratios of two species of sea turtles.
- Naranjo, I. & R. Arauz. 1994. Local guides in the Leatherbacks of Guanacaste Marine National Park: Sustaine Development and Sea Turtle Conservation. Proceedings of the Thirteenth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. Compilers: Schoeder, B. & Witherington, B. 1994. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC 341. 281 p.

Pugh, R. S. y P. R. Becker. 2001. Sea Turtles Contaminants: a review with annotated bibliography, National Institute of Standards and Technology.

Readman, J., L. Liong Wee Kwong, Mee, L.D.; Bartocci, J.; Nilve, G.; Rodriguez, J. y F Gonzalez. 1992. Persistent organophosphorus pesticides in tropical marine environments. Mar. Poll. Bull. 24(8): 398-402.

Reina, R.; Spotila, J.; Dunhan, A. & F. Paladino. 2001. New developments in the population dynamics of Pacific Leatherbacks: What can population models tell us?. In: Coyne, M. & R. Clark. Proceedings of the Twenty-First annual symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-528. 368 p.

Rimblot-Baly, F., J. Lescure, J. Fretey, and C. Pieau, 1987. Sensibilité à la Température de la Différenciation Sexuelle Chez la Tortue Luth, *Dermochelys coriacea* (Vandelli, 1761), Application des Données de l'Incubation Artificielle à l'Étude de la Sex-ratio dans la Nature. Annales des Sciences Naturelles- Zoologie et Biologie Animale 8:277-290

Runemark, A.; Troeng, S.; Bjorklund, M. & A. De Haro. 2008. Spatial distribution and temperature effects on hatching success in Leatherback Turtle *Dermochelys coriacea*: implications for conservation. In: Rees, A.; Frick, M.; Panagopoulou, A. & K. Williams. Proceedings of the Twenty-Seventh Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. NOAA Technical Memorandum NMFSSEFSC- 569. 262 p.

Shigenaka, G. 2003. Oil and Sea Turtles: Biology, Planning and Response. NOAA's National Ocean Service/Office of Response and Restoration/ Hazardous Materials Response Division. 116 p.

Sill, N. & F. Paladino. 2005. Toxicants present in the unhatched eggs and dead hatchlings of leatherback sea turtles in Playa Grande, Costa Rica: Are they the culprits?. In: Kalb, H.; Rodhe, A.; Gayheart, K. & K. Shanker. Proceedings of the twenty-fifth annual symposium on sea turtle biology and conservation. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-582. 204 p.

Sill, N. 2004. The effects of heavy metals on hatchling success of remigrant and new nesting leatherbacks females in Costa Rica: Are experienced females better?. A thesis submitted to the Faculty of Purdue University. In partial fulfillment of the requirements for the degree of Master in Science. 64 p.

Southwood, A., Fritsches, K., Brill, R., y Y. Swimmer. 2008. Sound, chemical, and light detection in sea turtles and pelagic fishes: sensory-based approaches to bycatch reduction in longline fisheries. Endangered Species Research.

Southwood, A.; Andrews, R.; Jones, D.; Lutcavage, M.; Paladino, F. & N. West. 1998. Heart rate and dive behaviour of the leatherback sea turtle during the interesting

interval. In: Rees, A.; Frick, M.; Panagopoulou, A. & K. Williams. Proceedings of the Twenty-Seventh Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-569. 262 p.

Stancyk, S. E. 1982. "Non-human predators of sea turtles and their control", en Bjorndal, K. A. (ed.). *The Biology and Conservation of Sea Turtles* (reprinted in 1995). Washington, D. C., Smithsonian Institution Press.

Sutherland, P.; Wallace, B.; Spotila, J.; Ralph, C. & Muir, T. 2004. Tidal movement of the water table and its effect on oxygen levels in leatherback turtle (*Dermochelys coriacea*) nests at Parque Nacional Las Baulas, Costa Rica. In: Mast, R.; Hutchinson, B. & A. Hutchinson. Proceedings of the twenty-fourth annual symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-567. 205 p.

Thompson, N.P., P.W. Rankin y D.W. Johnston. 1974. Polychlorinated biphenyls and p,p'DDE in green turtle eggs from Ascension Island, South Atlantic Ocean. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 11:399-406.

Wallace, B.; Franks, B.; Sotherland, P.; Reina, R. & J. Spotila. 2002. The importance of eggs position and clutch metabolism in leatherback turtle nests. In: Seminoff, J. Proceedings of the twenty-second annual symposium on Sea Turtle biology and Conservation. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-503. 308 p.

Wood, L. 2008. Population Structure, Movements and growth rates of Hawksbill turtles (*Eretmochelys imbricata*) in Palm Beach County waters, Florida, USA. Proceedings of the twenty-seventh annual symposium on Sea Turtle biology and conservation. Compiled by: Rees, A., Frick, M., Panagopoulou, A., & K. Williams. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-569, 262 p.

Wood, P. and G. Cobb (1994). Aroclor and Coplanar PCB determination in eggs of loggerheads sea turtles and American alligators from South Carolina. 207<sup>th</sup> National Meeting of the American Chemical Society., American Chemical Society.

WWF. Developing an approach for adaptation to climate change in the insular Caribbean; the hawksbill turtle as an indicator species. 10-12 December, 2007. WWF-MacArthur Workshop, Florida, USA. 21 pp.