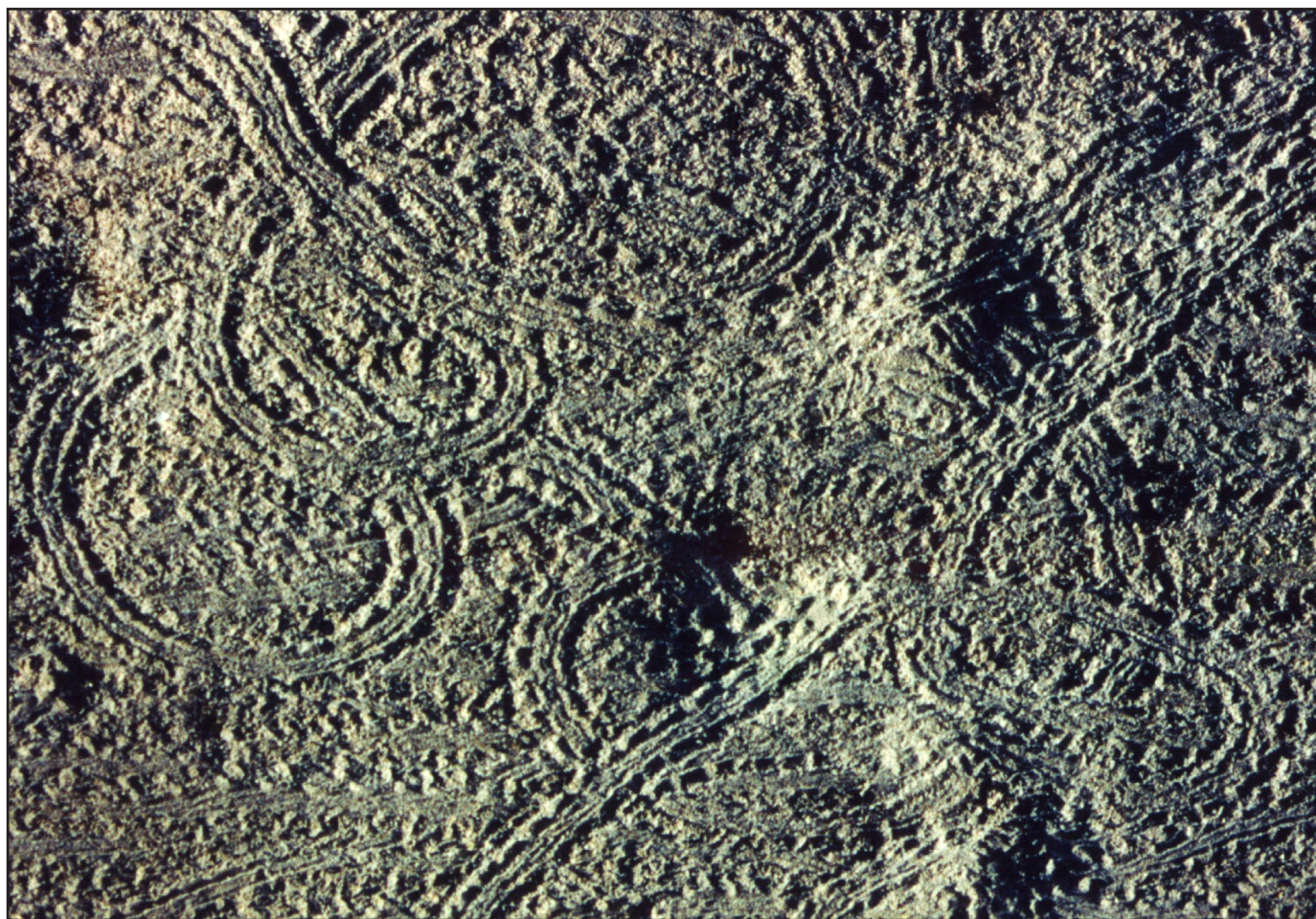


FLORIDA MARINE RESEARCH INSTITUTE TECHNICAL REPORTS

Entendiendo, Evaluando y Solucionando los Problemas de Contaminación de Luz en Playas de Anidamiento de Tortugas Marinas

Blair E. Witherington y R. Erik Martin



Florida Fish and Wildlife
Conservation Commission





Jeb Bush
Gobernador de La Florida

Florida Fish and Wildlife Conservation Commission

Kenneth D. Haddad
Director Ejecutivo



El Florida Marine Research Institute (FMRI) es una división del Florida Fish and Wildlife Conservation Commission (FWC). La FWC está a cargo de la "administración de los recursos pesqueros y vida salvaje para su bienestar y el beneficio del pueblo". El FMRI realiza investigación aplicada pertinente al manejo de los recursos de pesquerías marinas y de especies marinas de interés especial en la Florida.

Los programas del FMRI se enfocan a temas de manejo de los recursos tales como: manejo de peces deportivos y poblaciones de mariscos, restauración de los stocks pesqueros disminuidos y de los habitats que los sostienen, protección de arrecifes coralinos, prevención y mitigación del daño de derrames de petróleo, protección de las especies amenazadas y en peligro y manejo de la información sobre los recursos costeros.

El FMRI publica tres series: *Memoirs of the Hourglass Cruises*, *Florida Marine Research Publications* y *FMRI Technical Reports*. *FMRI Technical Reports* contienen información relevante a las necesidades inmediatas del manejo de los recursos.

Gil McRae, *Jefe de Investigación*

James F. Quinn, Jr., *Editor Científico*

Editores

Theresa M. Bert, Paul R. Carlson, Mark M. Leiby,
Anne B. Meylan, Robert G. Muller,
Ruth O. Reese

Judith G. Leiby, *Editor*

Llyn C. French, *Producción de Publicaciones*

Entendiendo, Evaluando y Solucionando los Problemas de Contaminación de Luz en Playas de Anidamiento de Tortugas Marinas

Blair E. Witherington

Florida Fish and Wildlife Conservation Commission
Florida Marine Research Institute
9700 South A1A
Melbourne Beach, Florida 32951

y

R. Erik Martin

Ecological Associates, Inc
P. O. Box 405
Jensen Beach, Florida 34958

**Florida Fish and Wildlife Conservation Commission
FMRI Technical Report TR-2**

Traducción al Español
de la
Tercera Edición Inglesa, Revisada
2003

Fotografía de la Portada

Huellas de neonatos de la tortuga cahuama (*Caretta caretta*)
en Melbourne Beach, Florida. Fotografía por Blair Witherington.

Para obtener copias de este documento, diríjase a:

Florida Marine Research Institute
100 Eighth Ave. SE
St. Petersburg, FL 33701-5095
Attn: Librarian

o ver www.floridamarine.org

Didiher Chacón Chaverri
WIDECast Country Coordinator
c/o Asociación ANAI
Apartado Postal 170-2070
Sabanilla, San José, Costa Rica
tortugas@racsacosta.cr

Cita de Documento

Witherington, B. E., and R. E. Martin. 2003. Entendiendo, evaluando y solucionando los problemas de contaminación de luz en playas de anidamiento de tortugas marinas. Florida Marine Research Institute Technical Report TR-2, traducción de la Tercera Edición inglesa, revisada. 75 p.

La traducción e impresión de esta edición en español fue patrocinada por el U.S. Department of Commerce, National Oceanographic and Atmospheric Administration, National Marine Fisheries Service y Office of Protected Resources.

Producción del Documento

Este documento fue diseñado en WordPerfect y Microsoft Word. Los diagramas se prepararon con QuarkXPress® en computadoras Apple Power Macintosh®. Las figuras se hicieron en Harvard Graphics® y Adobe Illustrator®. La tipografía de los títulos es Adobe Avant Garde, el texto es Adobe® Palatino, y el título en la portada es Adobe® Gill Sans. Llyn C. French, Florida Marine Research Institute, estuvo a cargo de diagramación, presentación, y producción.

Dibujo de un neonato, pagina vii: © 1987 por Flying Turtle Productions.



La portada y el papel de esta publicación cumplen con los requisitos de durabilidad del papel utilizado en documentos impresos en bibliotecas de los U.S.A. (American National Standard for Permanence of Paper for Printed Library Materials Z39.48—1992).

Indice

AGRADECIMIENTOS	iv
RESUMEN EJECUTIVO	v
INTRODUCCION	1
PROBLEMAS: LOS EFECTOS DE LA ILUMINACION ARTIFICIAL EN LAS TORTUGAS MARINAS	2
<i>Anidamiento de las Tortugas Marinas</i>	2
El Proceso de Anidamiento	2
Perturbación de la Selección del Sitio de Anidamiento	2
Abandono y Acortamiento de Anidamiento	4
Perturbación del Encuentro del Mar	5
Luminarias de Vapor de Sodio a Baja Presión (LPS)	5
<i>Orientación de los Neonatos de Tortugas Marinas</i>	6
El Acto de Buscar el Mar	6
Cómo los Neonatos Reconocen el Mar	6
Señales de la Luminosidad	7
Giro Hacia la Luminosidad	7
Un Modelo para Medir la Luminosidad	7
Propiedades espectrales del detector de luminosidad	7
Propiedades direccionales del detector de luminosidad	9
Señales de Colores	10
Señales de las Siluetas	12
Otras Señales de la Luz	13
Cuando las Señales Están en Conflicto	13
Perturbación en el Encuentro del Mar	13
Observaciones sobre la Perturbación en Encontrar el Mar	13
Mala Orientación y Desorientación	14
Diferencias Entre la Iluminación Natural y la Artificial	14
Efectos de la Fase y la Luz de la Luna	15
Orientación al Nadar	15
EVALUACIONES: DISTINCION DE LOS PROBLEMAS CAUSADOS POR LA ILUMINACION ARTIFICIAL	17
<i>Inspección del Alumbrado</i>	17
¿Qué Son las Inspecciones del Alumbrado?	17
¿Cuáles Luces Causan los Problemas?	17
¿Cómo Deben Conducirse las Inspecciones del Alumbrado?	17
Obtención de Antecedentes	17

Inspecciones Preliminares Diurnas	17
Inspecciones Nocturnas	18
¿Cuándo Debieran Realizarse las Inspecciones del Alumbrado?	18
¿Quién Debiera Realizar las Inspecciones del Alumbrado?	18
¿Qué Debiera Hacerse con la Información de las Inspecciones del Alumbrado?	19
<i>Monitoreo de la Conducta de las Tortugas Marinas</i>	19
Anidamiento de las Tortugas Marinas	19
Orientación de los Neonatos	19
Inspecciones de la Orientación de los Neonatos	19
Reportes de Desorientación de Los Neonatos	19
SOLUCIONES: RESOLVIENDO LOS PROBLEMAS CAUSADOS POR LA ILUMINACION ARTIFICIAL	21
<i>La Luz como Contaminante</i>	21
Uso de la Mejor Tecnología Disponible	21
<i>Métodos Efectivos para Manejar la Luz</i>	22
Apagar las Luces Problemáticas	22
Reducir la Iluminación de la Playa por Fuentes Exteriores	22
Reducir la Iluminación de la Playa por Fuentes Interiores	23
Uso Alternativo, Fuentes de Luz de Longitud de Onda Amplia	24
Luces de Vapor de Sodio a Baja Presión	24
Filtros Amarillos, Luces contra Insectos, y LEDs Rojos	24
Cómo Seleccionar una Fuente de Luz Alternativa	25
Use Mallas de Luz y Mejore el Perfil de la Duna	25
Una Estrategia Completa para Reducir los Efectos de la Iluminación Artificial	25
<i>Ordenanzas Sobre Alumbrado: Cómo una Idea Llega a Convertirse en Ley</i>	26
1. Familiarizese con los Puntos a Discutir	27
2. Desarrolle un Documento que Resuma los Tópicos Locales Pertinentes	27
3. Desarrolle una Presentación	27
4. Escriba un Borrador del Proyecto de Ley	27
5. Solicite Apoyo para el Proyecto de Ley	27
6. Eduque al Personal Gubernamental	28
7. Eduque a los Funcionarios Gubernamentales Electos	28
8. Haga una Recomendación Formal para Adoptar el Proyecto de Ley	28
9. Después que el Proyecto de Ley Ha Sido Adoptado	29
Disemine la Información	29
Conduzca Inspecciones del Alumbrado y Aplique las Regulaciones	29
Mantengase Involucrado	29
LITERATURA CITADA	30
APENDICE A. Valoración de las fuentes de luz de acuerdo a sus efectos en las tortugas marinas	39

APENDICE B.	Tipos de lámparas y su eficiencia	41
APENDICE C.	Lámparas incandescentes que afectan menos a las tortugas marinas	42
APENDICE D.	Estilos de artefactos de alumbrado que afectan menos a las tortugas marinas	43
APENDICE E.	Diagramas de las luminarias más comúnmente disponibles	51
APENDICE F.	Soluciones de los problemas comunes de iluminación	58
APENDICE G.	Distribuidores de productos de alumbrado	60
APENDICE H.	Un modelo de una ordenanza sobre alumbrado para proteger a las tortugas marinas	62
APENDICE I.	Organizaciones conservacionistas	67
APENDICE J.	Respuestas a preguntas comunes	69
APENDICE K.	Glosario	73

Agradecimientos

Este trabajo fue realizado con fondos del Florida Marine Turtle Protection Trust Fund, donaciones del U.S. Fish and Wildlife Service y la Florida Game and Fresh Water Fish Commission. Parte de los gastos de imprenta y publicación fueron sufragados por un benefactor anónimo. Le damos las gracias a Anne Meylan, Barbara Schroeder, y Mike Sole por su asistencia en la revisión del documento y a Alan Huff y David Arnold por su cooperación durante el proceso de publicación. Agradecemos profundamente la información proporcionada por las compañías incluidas en el Apéndice G. En el texto y los apéndices se mencionan productos eléctricos cuyo uso cerca de playas de anidamiento es aceptable. Esta lista de productos y compañías no es exhaustiva y no debe considerarse completa. Barbara Courtney, Florida Marine Research Institute Melbourne Beach Field Laboratory, revisó Apéndices G e I. La traducción al español fue hecha por Yolanda León, Grupo Jaragua de la Republica Dominicana, y el Dr. Ramón Ruiz-Carus, Florida Marine Research Institute, con asistencia adicional de la Dra. María del Carmen Uribe Aranzabal, Universidad Nacional Autónoma de México.

Nota para la Edición en Español

En este reporte los nombres científicos y comunes fueron tomados de las Hojas para Identificación de Especies de la Food and Agriculture Organization of the United Nations.*

Tortuga verde	<i>Chelonia mydas</i> (Linnaeus, 1758)
Tortuga cahuama	<i>Caretta caretta</i> (Linnaeus, 1758)
Tortuga de carey	<i>Eretmochelys imbricata</i> (Linnaeus, 1766)
Tortuga lora	<i>Lepidochelys kempii</i> (Garman, 1880)
Tortuga golfina	<i>Lepidochelys olivacea</i> (Eschscholtz, 1829)
Tortuga laud	<i>Dermochelys coriacea</i> (Linnaeus, 1758)

Es importante notar que los nombres comunes de las tortugas marinas difieren en diferentes regiones de Latinoamérica. Por ejemplo, en algunas regiones se usa tortuga blanca o peje blanco en lugar de tortuga verde. En otras se usa cabezona, caballera o caguama en lugar de cahuama. En algunos lugares se usa lora en lugar de golfina. La tortuga laud es conocida también como baula, tinglado, tinglar o cardón. Existen muchos ejemplos más, pero lo fundamental es el conocer el nombre común dado a cada especie de tortuga en la región de su interés.

*Fischer, W., ed. 1978. FAO species identification sheets for fishery purposes—Eastern Central Atlantic. Fishing areas 34 and 47 (in part), FAO, Rome. Vol. VI incluye tortugas marinas.

Cervigon, F., R. Cipriani, W. Fischer, L. Garibaldi, M. Hendriky, A. J. Lemus, R. Marquez, J. M. Poutiers, G. Robaina, and B. Rodriguez. 1993. Marine Turtles. Pp. 457–461 in FAO species identification sheets for fishery purposes. Field guide to the commercial marine and brackish-water resources of the northern coast of South America. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. 513 pp. + 40 plates.

Entendiendo, Evaluando y Solucionando los Problemas de Contaminación de Luz en Playas de Anidamiento de Tortugas Marinas

Resumen Ejecutivo

Las poblaciones de tortugas marinas han disminuído mundialmente y su recuperación dependerá en gran parte del control de los efectos de expansión de la población humana. Uno de estos efectos es la contaminación con luz, es decir, la presencia perjudicial de iluminación artificial en el medio ambiente. Dentro de las múltiples perturbaciones ecológicas creadas por los seres humanos, la contaminación con luz es uno de las más comunes y fáciles de controlar. La contaminación con luz artificial de las playas de anidamiento es dañina a las tortugas marinas porque altera su comportamiento nocturno, particularmente el proceso de la selección del sitio de anidamiento, del retorno al mar después del anidamiento, y de cómo los neonatos encuentran el mar después de emerger de sus nidos.

Tanto las observaciones ocasionales como la evidencia experimental demuestran que la luz artificial en las playas puede impedir la salida al mar de las tortugas para anidar. Por este motivo, los efectos del alumbrado artificial no pueden ser detectados a partir de la tasa de nidos a rastros falsos (huellas indicando que los intentos por anidar en la playa fueron abandonados).

Aunque hay la tendencia en las tortugas de preferir playas oscuras, muchas de ellas anidan en costas iluminadas, pero al hacerlo ponen en peligro la vida de los neonatos. Este peligro es causado por el modo en que la iluminación artificial interfiere con la conducta nocturna crítica de los neonatos—su rastro desde el nido al mar. En playas iluminadas naturalmente los neonatos muestran una orientación claramente dirigida hacia el agua. Esta robusta conducta innata es guiada por señales visuales que incluyen luminosidad, forma, y (en algunas especies) color. En playas iluminadas artificialmente los neonatos son mal orientados por las fuentes de luz artificial, ocasionando que no puedan encontrar el agua e incurrir en un aumento en la mortalidad por deshidratación y por depredadores. Los neonatos son desorientados por su tendencia a dirigirse hacia la dirección más brillante del horizonte, sobre todo cuando una dirección se presenta muchísimo más brillante que las demás, una

condición frecuentemente creada por las fuentes de luz artificial. La iluminación artificial de playas atrae fuertemente a los neonatos, pudiendo causar que éstos se desplacen en dirección equivocada (mala-orientación), como también interferir con su habilidad de orientarse en una dirección fija (desorientación).

El entendimiento de cómo las tortugas marinas interpretan las señales luminosas para escoger los sitios de anidamiento y de la localización del mar en un ambiente con iluminación variable ha ayudado a los conservacionistas a establecer normas para identificar y reducir los problemas causados por la contaminación de luz. Parte de este entendimiento es sobre la complejidad de las condiciones de iluminación en las playas de anidamiento y la dificultad para medir con instrumentos la contaminación de luz artificial. Afortunadamente, no es preciso cuantificar la contaminación de luz para diagnosticar un problema en potencia. Ofrecemos una regla sencilla: si la luz de una fuente artificial es visible a una persona de pie en cualquier punto de la playa, esta luz probablemente causará problemas a las tortugas marinas que aniden allí.

Debido a que no existe un nivel único mensurable de luminosidad artificial en playas de anidamiento que es aceptable para la conservación de tortugas marinas, la estrategia de conservación más efectiva es simplemente usar la “mejor tecnología disponible” (MTD: estrategia común para reducir otros tipos de contaminación que consiste en usar la mejor tecnología disponible para reducir los efectos de la iluminación tanto como sea práctico. La mejor tecnología disponible incluye diversas opciones para control de la luz que han sido utilizadas por ingenieros eléctricos durante décadas, así como otras que son únicamente para la protección de tortugas marinas. Para proteger a las tortugas marinas, las fuentes de luz pueden simplemente ser apagadas o reducirse en número o watts, posicionarse detrás de estructuras, escudadas, cambiarse de dirección, desviarse, colocarse a menor altura o enpotrarse de manera que la luz no llegue a la playa. Para asegurarse que las luces sólo estén encendidas cuando se

necesiten, se pueden instalar controladores automáticos de encendido y sensores de movimiento. El alumbrado interior puede ser reducido moviendo las luces próximas a las ventanas, cerrando las persianas al anochecer y oscureciendo las ventanas. Para proteger a las tortugas marinas, no es necesario prohibir la iluminación artificial si ésta pueda ser manejada adecuadamente. La luz está adecuadamente controlada si ésta no puede divisarse desde la playa.

La mejor tecnología disponible incluye también fuentes que emiten un color de luz que tiene efectos mínimos en las tortugas marinas. Las fuentes de luz que emiten niveles bajos de luz de longitud de onda corta—fuentes que se perciben rojo intenso o amarillo—afectan menos a los neonatos y a las tortugas nidificantes que aquellas fuentes que emiten altos niveles de luz de longitud de onda corta—fuentes que se perciben blanquecinas o de otros colores que no sean rojo intenso o amarillo. Las luminarias de vapor de sodio a baja presión son fuentes amarillas puras que son un buen sustituto de la iluminación perturbante cerca de las playas de anidamiento. Las bombillas incandescentes teñidas de amarillo (utilizadas contra insectos) no son una fuente amarilla pura, pero son un sustituto aceptable.

Mantener al público informado sobre los problemas de la contaminación con luz de las playas de

anidamiento de tortugas es un paso fundamental para oscurecer las playas de tortugas marinas. Muchas de aquellas personas responsables de esta iluminación no tienen conocimiento del efecto negativo que esto ocasiona y están dispuestos a corregir el problema voluntariamente una vez que son informados. Sin embargo, a menudo es necesaria legislación para un mayor control de la iluminación, y en muchas playas de anidamiento, esta es la única forma de resolver el problema de contaminación de luz. En este manual se incluyen una guía para iniciar, promocionar e implementar leyes sobre la iluminación artificial de playas, así como un modelo de una ordenanza que puede asistir con este fin.

Los apéndices de este manual detallan la adecuación de diferentes tipos y colores de lámparas, diseños y monturas de artefactos de alumbrado para satisfacer las diferentes necesidades de iluminación cerca de playas de anidamiento de tortugas marinas. Se incluye también información sobre compañías de iluminación que ofrecen opciones apropiadas para el alumbrado de playas; así como de organizaciones gubernamentales y no-gubernamentales que pueden brindar ayuda para la conservación de tortugas marinas. Se incluye además una sección de respuestas a las preguntas y comentarios más comunes relacionadas con las tortugas marinas y la iluminación artificial.

TRUST

*The sea produced an ancient form
with aquatic wings for soaring
that gouged the sand away from tide
above the ocean's pouring.*

*She abandoned hope to trust the past,
heaved forth the future and at last,
buried it and left.*

*Now, two moons hence, little turtles pip,
with soft struggling bodies hatching.
The sands ensconce as eggs are ripped
by contorted masses scratching.*

*The siblings toil at a common chore
to whittle ceiling into floor,
until at sand's surface just short of sky,
the unsettled lie, becalmed.*

*The tangled turtles wait
as heat of day abates
and cool of night prods
their reluctance away.*

*At dusk the fits and starts begin
and then through claw and strain,
above their heads sand rains again,
and yields to sky of night.*

*This army boiling in the night gains might,
and in waves, pours forth to see the sight.
Soft flippers patter and wipe sand from view
that eyes might seize upon the cue that betrays the sea.*

*And then, eyes do, they catch the glow
and every hatchling keen
rushes on to the goal they know
but they have never seen.*

*As if clockwork toys tightly wound
they keep pace and bearing tight,
for unless the sea is quickly found,
they will not survive the night.*

*They choose their erring paths
with neither doubt nor anticipation,
and their consistency deals them life or death
with quiet resignation.*

*Thus, night wanes and sights of light remaining
scatter throngs persistent
and about the dune abundant obstacles restraining,
divide the dying from the spent.*

*Weakened few reach the sight they sought,
a deceptive brightness reassuring
where trusting forms are caught
by the sight of lights alluring.*

*Dawn now dries their searching eyes
and death now rests the weary.
Might fate have been more kind
to travelers more leery?*

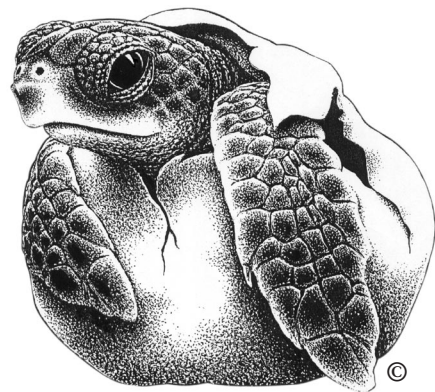
*Were these turtles to awaken,
could they sense their mother's plight
having left her young forsaken
owing confidence in light?*

*Past's light offered not such bitter seas
nor played such deadly roles
to guide hatchlings on to sights like these
electric lights on poles.*

*Might we masters of the light adapt,
forgo complete control,
and lessen obsolescence
lest our presence take its toll?*

*To tread on earth with darkness soft
leaves not the night asunder
and preserves the stars and moon aloft,
and obsoleted wonders.*

—BEW



Entendiendo, Evaluando y Solucionando los Problemas de Contaminación de Luz en Playas de Anidamiento de Tortugas Marinas

Introducción

Las poblaciones de tortugas marinas han disminuído grandemente y muchas de ellas han llegado incluso a desaparecer en el corto período de tiempo transcurrido desde que los Europeos comenzaron a emigrar a través de los océanos tropicales del mundo. Las tortugas marinas, como grupo, están consideradas en serio peligro de extinción. Debido a su precaria situación, se les ha otorgado protección a través de leyes locales, estatales, regionales, nacionales y en tratados internacionales. En los U.S.A. y sus territorios, la Ley de Especies Amenazadas de 1973 prohíbe matar, hacer daño y/o acosar a seis especies de tortugas marinas, a saber: la tortuga verde (*Chelonia mydas*); cahuama (*Caretta caretta*); carey (*Eretmochelys imbricata*); lora (*Lepidochelys kempii*); golfina (*Lepidochelys olivacea*); y laúd (*Dermochelys coriacea*).

Probablemente es en las playas donde más se entremezclan las actividades de los seres humanos y de las tortugas. En estas estrechas franjas arenosas, muchas personas viven, se recrean o trabajan—y las tortugas marinas vienen a reproducirse. Aunque las tortugas marinas pasan una pequeña parte de sus vidas en la playa, las actividades que ahí realizan son críticas para la creación de su próxima generación. Las tortugas marinas apenas dejan huellas en la playa a excepción de un abultamiento en la arena y quizás la admiración de los seres humanos. Por el contrario, los seres humanos pueden ocasionar grandes cambios en este ambiente. Las consecuencias de estos cambios pueden ser severas para las tortugas marinas, por lo que preocupan a las personas interesadas en la conservación de estos animales. Una de las principales metas en la conservación de tortugas marinas consiste en reducir al máximo los efectos negativos causados por los seres humanos, como la alteración del hábitat. En este manual estudiaremos un singular tipo de alteración del hábitat que afecta a las tortugas marinas en sus playas de anidamiento y es conocido como contaminación por

luz—la presencia perjudicial de iluminación artificial en el medio ambiente.

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 nidificantes y el retorno al mar de éstas y sus neonatos.

Raymond (1984a) presentó el primer resumen sobre los efectos ocasionados por la contaminación por luz artificial en las tortugas marinas y ofreció algunas posibles soluciones al problema. Este manual puede considerarse como una versión revisada del material presentado por Raymond. Nuestros objetivos son ofrecer nuevas perspectivas a los problemas creados por la contaminación por luz artificial en las playas donde anidan tortugas marinas y brindar información reciente sobre el problema, además de ofrecer estrategias y mecanismos que se pueden emplear para resolverlo. Esta presentación está dirigida a biólogos, conservacionistas y oficiales que pudieran ser consultados sobre el tema o que están encargados de solucionar este tipo de problema en playas de anidamiento. Sin embargo, este manual también podrá ser utilizado por cualquier persona que trabaje o viva en las cercanías de estas playas y que se preocupe por la conservación de las tortugas marinas.

Problemas: Los Efectos de la Iluminación Artificial en las Tortugas Marinas

Anidamiento de las Tortugas Marinas

EL PROCESO DE ANIDAMIENTO

Las tortugas son reptiles marinos que depositan sus huevos más arriba de la línea de marea alta en playas arenosas. El anidamiento de las tortugas marinas es estacional y para la mayoría de las poblaciones comienza a finales de la primavera y concluye a finales del verano. A pesar de que más de una especie de tortuga marina puede anidar en una misma playa, sus temporadas de anidamiento a menudo difieren. En la Florida, U.S.A., por ejemplo, la tortuga laúd inicia su temporada de anidamiento a mediados de marzo y finaliza a mediados de julio; la cahuama, de principios de mayo hasta finales de agosto; la tortuga verde, de principios de junio hasta mediados de septiembre (Meylan *et al.*, 1995).

A excepción de la tortuga plana de Australia (*Natator depressus*; B. Prince, comunicación personal), la tortuga lora (Pritchard y Márquez, 1973), y algunas poblaciones de carey (Brooke y Garnett, 1983), las tortugas marinas anidan casi siempre de noche. Todas las especies de tortugas marinas presentan un comportamiento común de anidamiento (descrito por Carr y Ogren, 1959; Carr *et al.*, 1966; Bustard, 1972; Ehrenfeld, 1979; Hirth y Samson, 1987; Hailman y Elowson, 1992; Hays y Speakman, 1993), a pesar de que hay alguna que otra diferencia entre las especies y algunos de los comportamientos pueden variar entre distintos individuos e intentos de anidación. Por ejemplo, el patrón de anidamiento puede variar dependiendo del lugar en que la tortuga salga del mar hacia la playa; del lugar de la playa en que comience a construir el nido, de si abandona su intento de anidación y en qué etapa del anidamiento esto ocurre, y del curso que deba seguir para retornar al mar. Esta variación en la conducta de anidamiento puede afectar la cantidad de huevos y el éxito de la incubación, así como también el bienestar de la tortuga nidificante.

Durante el proceso de anidamiento, la hembra adulta: 1) emerge del mar donde rompen las olas, 2) asciende la playa hasta la zona situada entre la línea de marea alta y las dunas primarias, 3) prepara el lugar del nido, empujando o escarbando la arena hasta crear una trinchera ovalada, llamada cama, que aloja el cuerpo del animal, 4) escarba un hoyo para los huevos utilizando sus aletas traseras, 5) deposita sus huevos en esta cavidad, 6) cubre los huevos con arena, 7) ca-

muflagea el nido arrojándole arena, principalmente con las aletas delanteras, 8) se voltea hacia el mar, y 9) emprende el regreso al agua (Hailman y Elowson, 1992, añaden la fase adicional “deambulatoria”). A modo general, el patrón de cada uno de estos comportamientos no es afectado tanto por los estímulos externos (como la presencia de personas o luces) como por lo que son las “decisiones” que determinan el tiempo, la duración y la precisión de los mismos. Funcionalmente, estas decisiones afectan la selección del sitio de anidación, el abandono o acortamiento del proceso de anidamiento y la precisión con que las tortugas encuentran el mar.

PERTURBACION DE LA SELECCION DEL SITIO DE ANIDAMIENTO

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. Evidencia sobre esto ha sido presentada por Raymond (1984b), quien reportó una reducción sustancial en los intentos de anidación de la tortuga cahuama en una playa profusamente iluminada en la Florida. En otros puntos de la Florida, Mattison *et al.* (1993) demostraron una reducción en el número de salidas de cahuamas en las áreas donde había muelles y carreteras iluminadas cerca de las playas. Mortimer (1982) describió que las tortugas verdes en la Isla Ascensión evitaban las playas artificialmente iluminadas. Otros autores han detectado una correlación entre edificaciones con iluminación artificial en las playas y una disminución del anidamiento de tortugas marinas: Worth y Smith (1976), Williams-Walls *et al.* (1983), Proffitt *et al.* (1986), y Martin *et al.* (1989) en tortugas cahuama en Florida; Witherington (1986), Worth y Smith (1976), y Ehrhart (1979) en tortugas verdes en Florida; y Dodd (1988), Witham (1982) y Coston-Clements y Hoss (1983) en revisiones sobre el impacto ocasionado por seres humanos en la anidación de tortugas marinas. Salmon *et al.* (1995a) descubrieron que las cahuamas que anidan en playas donde las luces urbanas son visibles detrás de las dunas, suelen preferir áreas más oscuras donde las siluetas de los edificios obstruyen el paso de la luz. Otros autores han mencionado una disminución en las actividades de anidamiento en áreas de playa alumbradas y urban-

izadas (Talbert *et al.*, 1980) así como también anidamientos producidos a pesar de edificaciones con iluminación (Mann, 1977) pero no han opinado sobre los efectos de la luz artificial sobre las tortugas debido a la presencia de otros factores influyentes, como el incremento de actividades humanas cerca de las edificaciones.

Además de la evidencia presentada que sugiere una correlación entre playas iluminadas y una disminución en el anidamiento, existen también experimentos realizados en el campo que implican directamente a la iluminación artificial en el cese de anidamiento de tortugas marinas (Witherington, 1992a). En estos experimentos, las playas de anidación sin construcciones permanecieron oscuras o fueron iluminadas con uno de dos tipos de fuentes de luz. Tanto las tortugas verdes como las cahuamas mostraron una tendencia significativa a evitar las áreas de playa alumbradas por luces de vapor de mercurio blancas (Figuras 1 y 2). Sin embargo, no se detectó ningún efecto ocasionado por las luces amarillas de vapor de sodio sobre la anidación de estas especies. Debido a que las luces de vapor de mercurio redujeron tanto la frecuencia de salidas de anidación como las salidas sin anidación, parece que el principal efecto de la luz artificial sobre la anidación es que evita que las tortugas salgan del agua. Esto significa que no se debe confiar únicamente en la proporción entre rastros de nidos depositados y rastros sin nido para detectar los efectos de la luz artificial. Se desconoce por qué la luz artificial afecta las salidas de anidación. Es posible que las luces artificiales en las playas sean interpretadas por las tortugas como luz diurna, lo cual afecta su comportamiento de anidación, el cual es usualmente nocturno.

Una vez en la playa, las tortugas seleccionan un área para hacer su nido. En experimentos realizados por Witherington (1992a), la iluminación artificial no afectó la distancia desde las dunas en la cual las tortugas hicieron sus nidos. Es posible que la ubicación del nido en la playa dependa mayormente de señales no visuales como gradientes de temperatura (Stoneburner y Richardson, 1981).

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. Worth y Smith (1976) reportaron que las cahuamas afectadas que no pudieron anidar, salieron de nuevo a anidar en playas fuera de su área acostumbrada. Murphy (1985) encontró que las cahuamas que habían sido repetidamente devueltas en sus intentos de anidación escogían cada vez sitios más distantes e inapropiados para sus futuros intentos. Si asumimos

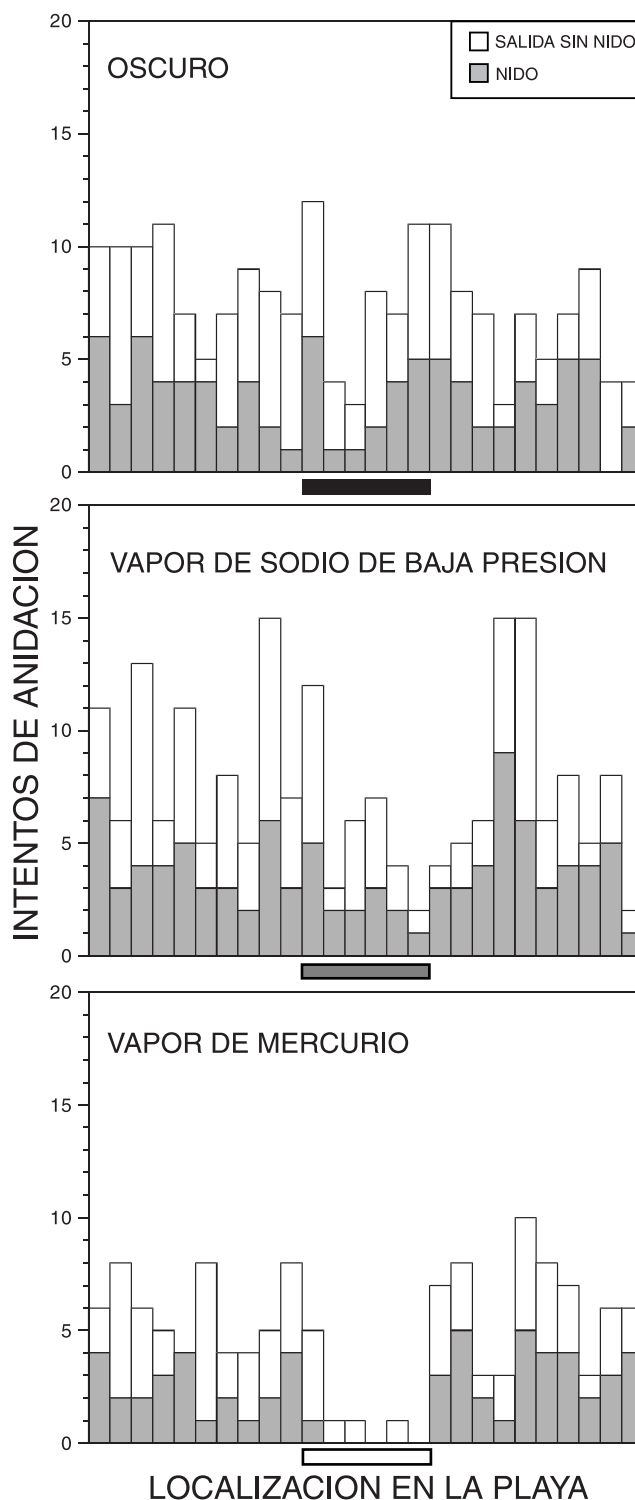


Figura 1. La distribución de los nidos de cahuamas en un área de playa de 1,300 m en Melbourne Beach, Florida. La localización de los nidos en la playa fue dividida en secciones de 50 m. Las barras horizontales muestran las áreas de las playas donde había alumbrado—ya sea de vapor de mercurio (barras claras), luces de vapor de sodio a baja presión (barras opacas), o alumbrado que no estaba encendido (barras oscuras). Data de Witherington (1992a).

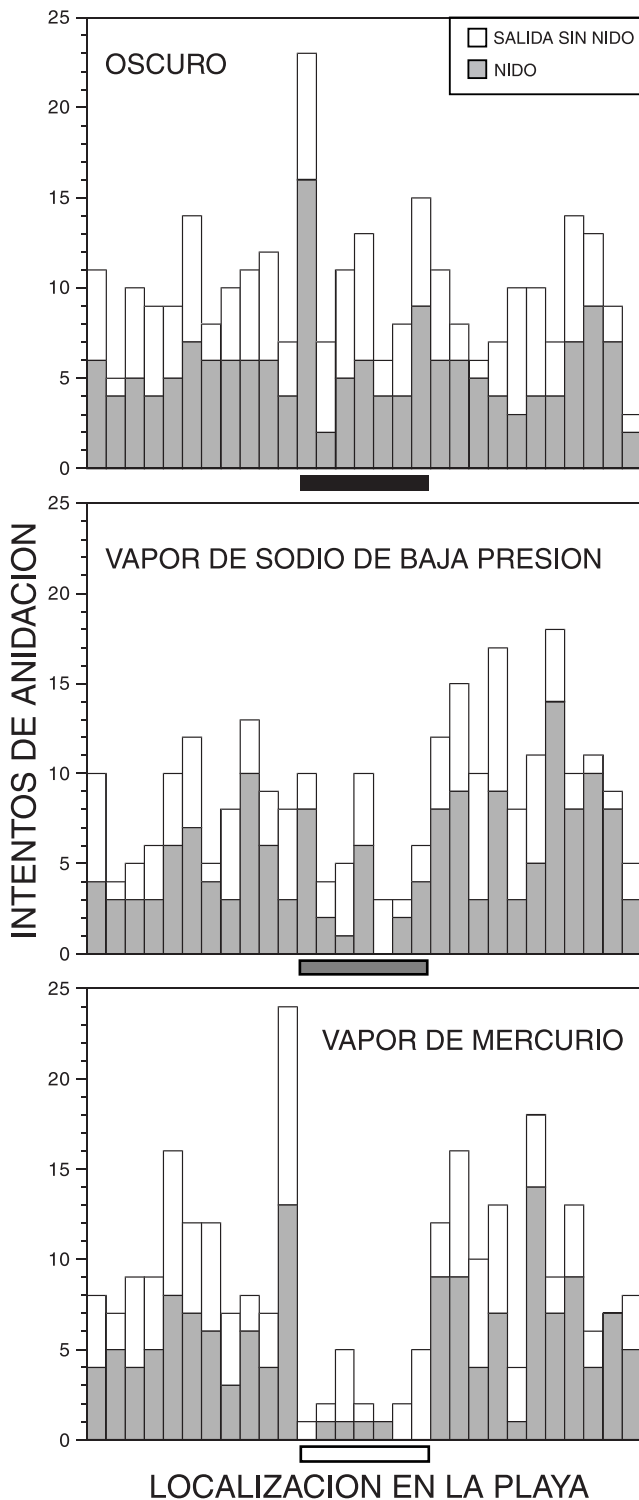


Figura 2. La distribución de los intentos de anidación de la tortuga verde en una franja de 1,450 m en la playa de Tortuguero, Costa Rica. Para identificación, use la misma leyenda de la Figura 1.

que las tortugas escogen su área de anidamiento basándose en condiciones favorables para una anidación segura y obtener crías saludables, entonces podemos decir que la contaminación por iluminación artificial obliga a algunas tortugas a anidar en hábitats de menor calidad. 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. En el Caribe, las tortugas hembras que son retenidas en corrales durante el período de anidamiento muchas veces expulsan sus huevos sin hacer un nido (A. Meylan, comunicación personal).

ABANDONO Y ACORTAMIENTO DE ANIDAMIENTO

Las tortugas que arriban a las playas muchas veces abandonan sus intentos de anidación antes de poner los huevos en la arena. El éxito de anidación (número de nidos dividido por el número de intentos) varía dependiendo de las playas y las especies. Una encuesta realizada en 1994 en 28 playas de anidamiento en la Florida demostró que el éxito de anidación en las cahuamas fue de 53% ($n = 52,275$ nidos), 52% en las tortugas verdes ($n = 2,804$ nidos), y 83% en tortugas laúd ($n = 81$ nidos) (Florida Department of Environmental Protection, Index Nesting Beach Survey Program). El éxito de anidación en 1991 para la cahuama en Florida fue de 61% ($n = 3,704$ nidos) en las playas sin edificaciones en Canaveral National Seashore y de 45% ($n = 6,026$) en el área residencial de las playas de Jupiter Island. Las tortugas marinas desistirán de sus intentos de anidación si encuentran impedimentos para excavar, si encuentran estructuras grandes, si hay señales térmicas desfavorables, si detectan la presencia humana, si las aletas posteriores están lesionadas, o cuando son afectadas por otros factores que únicamente ellas detectan (BEW y REM, data no publicados; Stoneburner y Richardson, 1981; Fangman y Rittmaster, 1993).

Las tortugas marinas son más propensas a ser molestadas por la presencia de personas durante la fase inicial de la anidación (desde el momento en que salen del mar hasta la excavación de la cavidad del nido; Hirth y Samson, 1987), y durante este período, ha sido reportado que las tortugas verdes son afectadas por la luz de linternas (Carr y Giovannoli, 1957; Carr y Ogren, 1960). Nuestras observaciones de cahuamas y tortugas verdes durante el período de anidamiento indican que la presencia de personas moviéndose dentro del área de visión de la tortuga puede causar un efecto igual—o incluso mayor—de abandono de la anidación que el provocado por luces manuales, pero esto necesita ser estudiado experimentalmente.

No pudo ser probado a través de un estudio real-

izado que las luces fijas provocaran el abandono de la anidación de cahuamas y tortugas verdes (Witherington, 1992a). Sin embargo, en ese estudio muy pocas tortugas salieron a la porción de la playa alumbrada por luces de vapor de mercurio, de manera que los data obtenidos sobre intentos de anidación fueron insuficientes para una servir como prueba adecuada del éxito de anidación.

A pesar de que las tortugas marinas son menos propensas a abandonar la anidación una vez que han empezado a depositar sus huevos, la acción de cubrirlos y de camuflar el área del nido puede ser acertada si se les molesta. Johnson *et al.* (1996) midieron la conducta de cahuamas observadas por grupos de ecoturistas y encontraron que las tortugas que habían sido observadas presentaron un período de cubrimiento y camuflaje del nido inferior al promedio. Hemos hecho observaciones similares en tortugas verdes observadas por grupos no organizados de personas portando linternas de mano. En una ocasión, BEW observó a una tortuga verde iluminada con una linterna que cubrió sus huevos, echó arena, y regresó al mar en menos de cinco minutos a partir del desove (en las tortugas verdes normalmente estas conductas duran 50 minutos; Hirth y Samson, 1987). No tenemos conocimiento de estudios que atribuyan el acortamiento de la conducta de anidación a los efectos del alumbrado fijo cerca de las playas.

PERTURBACION DEL ENCUENTRO DEL MAR

Luego que la tortuga ha camuflado el nido, debe orientarse hacia el mar y retornar a él. Experimentos realizados con tortugas verdes que han terminado de anidar y a las que se les han vendado los ojos (Ehrenfeld y Carr, 1967; Ehrenfeld, 1968); experimentos con tortugas verdes juveniles a las que también se les ha vendado los ojos (Caldwell y Caldwell, 1962), así como observaciones de la orientación de las tortugas laúd nidificantes (Mrosovsky y Shettleworth, 1975) indican que las tortugas dependen en gran parte de su visión para encontrar el mar. El experimento realizado al vendar los ojos de las tortugas permitió a Ehrenfeld (1968) determinar cómo la luz que llegaba a cada ojo de una tortuga adulta influía en la dirección que ésta tomaría para retornar al mar. El mecanismo de esta fototropotaxis—literalmente, girar y moverse hacia la luz—pareció coincidir con la forma en que otros organismos, mucho más simples, se orientan hacia la luz. Básicamente, consiste en que las tortugas parecen virar de manera que la intensidad de luz sea percibida igualmente por sus dos ojos, lo cual tiende a garantizar una orientación hacia la dirección en que la luz es más brillante.

Dada la dependencia de las tortugas adultas del

brillo de la luz para su orientación correcta hacia el mar, no debe sorprendernos que este patrón sea interrumpido por la iluminación artificial. Sin embargo, conviene destacar que esto ocurre con poca frecuencia. Es más frecuente que los neonatos se equivoquen en su dirección hacia el mar que las tortugas adultas que acostumbran ir a esas mismas playas se equivoquen después de desovar. En los experimentos realizados en playas con iluminación artificial descritos por Witherington (1992a), muy pocas de las tortugas que anidaron tuvieron dificultad para retornar al mar debido a los efectos de la iluminación; sin embargo, las afectadas (cuatro tortugas verdes y una tortuga cahuama) aparentemente pasaron casi toda la noche deambulando por la playa en busca del mar.

En vista de que las tortugas nidificantes desorientadas podrían ser incapaces de volver al mar debido a la topografía y obstáculos encontrados, esta desorientación causada por la iluminación artificial puede provocar más que un simple retraso. En Jumby Bay, Antigua, un carey que anidó fue encontrado lejos de la playa, arrastrándose hacia distantes luces de seguridad (C. Ryder, comunicación personal). En Hutchinson Island, Florida, se han encontrado cahuamas adultas que han salido de la playa y se han dirigido hacia las luces en áreas de estacionamiento cerca de vías de tránsito congestionadas, o revolcándose en charcas poco profundas cercanas a las luces de los condominios (REM, observación personal). En Melbourne Beach, Florida, una tortuga verde salió del área de la playa en dirección a una luz de vapor de mercurio y fue encontrada a la orilla de un área de estacionamiento (BEW, observación personal). Las personas que observaron estos sucesos opinaron que ninguna de estas tortugas habría podido regresar al mar sin la ayuda humana. En Patrick Air Force Base, Florida, esta ayuda llegó demasiado tarde para una cahuama que se había acercado hacia la luz emitida por una lámpara de vapor de sodio a alta presión, lo que la llevó a una vía altamente transitada por vehículos de motor, ocasionándole la muerte. (S. Johnson, comunicación personal).

LUMINARIAS DE VAPOR DE SODIO A BAJA PRESION (LPS)

Las bombillas de vapor de sodio a baja presión (LPS por las siglas en inglés de Low Pressure Sodium) emiten una luz amarilla (de una sola longitud de onda o monocromática) que aparentemente afecta menos a las tortugas nidificantes que la luz emitida por otras fuentes, por lo menos en el caso de las tortugas cahuamas y las verdes (Witherington, 1992a). La luz emitida por las bombillas LPS parece ser percibida como una luz débil o de un color inocuo para las tortugas nidificantes. Si los niveles de luz verdaderamente deter-

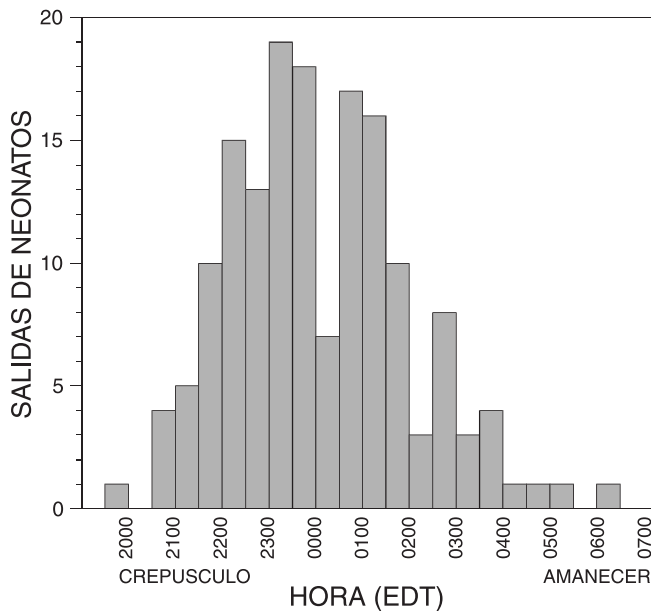


Figura 3. Cronometraje de 157 salidas de neonatos de cahuama al salir de sus nidos en Melbourne Beach, Florida, entre julio 29 y septiembre 1º, 1988. El movimiento de 10 o más neonatos desde el nido hasta la playa fue considerado como una salida. Data de Witherington et al. (1990). EDT (Eastern Daylight Time) = 3 horas menos que la hora del meridiano de Greenwich.

minan cuándo se produce la anidación, es posible que la luz amarilla emitida por estas bombillas no causen el mismo estímulo que la luz del día en detener la conducta de anidamiento.

A pesar de que no se ha detectado ningún efecto directo de las bombillas LPS en la anidación, los efectos indirectos no deben ser desestimados. Por ejemplo, aún cuando las luces LPS fuesen ignoradas por las tortugas, este alumbrado podría indirectamente ocasionar un incremento en la actividad de la gente en las áreas de playa, lo cual interferiría con el proceso de anidamiento. Además, el anidamiento de tortugas en áreas iluminadas sería más visible y se prestaría a que las personas visitando las playas se acercaran a ellas. Por otro lado, este tipo de alumbrado también hace a las personas más visibles ante las tortugas. La presencia de personas en movimiento en áreas de la playa cuando las tortugas cahuamas y las tortugas verdes aún no han depositado sus huevos ocasionan que éstas abandonen su intento de anidar en la mayor parte de los casos (BEW, data no publicados).

Orientación de los Neonatos de Tortugas Marinas

EL ACTO DE BUSCAR EL MAR

Una de las tareas más críticas que una tortuga marina debe realizar sucede inmediatamente después de que

abre sus ojos al mundo por primera vez siendo un neonato. Aproximadamente de uno a siete días después de eclosionar de huevos enterrados en la arena (Demmer, 1981; Christens, 1990), los neonatos emergen todos juntos del nido e inmediatamente se orientan hacia el mar. Esta salida y la subsiguiente búsqueda del mar ocurre generalmente de noche (Hendrickson, 1958; Carr y Hirth, 1961; Bustard, 1967; Neville *et al.*, 1988; Witherington *et al.*, 1990), a pesar de que se han reportado algunas salidas de neonatos temprano por la mañana (Chavez *et al.*, 1968) y al atardecer (Witzell y Banner, 1980). Los neonatos de cahuama en la Florida emergen entre el anochecer y el amanecer, con un pico de frecuencia cerca de la media noche (Witherington *et al.*, 1990; Figura 3).

Bajo condiciones naturales, los neonatos se arrastran frenéticamente por la arena directamente desde el nido hasta el mar. La rapidez que caracteriza esta carrera hacia el agua está más que justificada debido a las consecuencias que un retraso les ocasionaría—la muerte. Los neonatos que no llegan al agua por impedimentos físicos o que se desorientan debido a estímulos artificiales muchas veces mueren exhaustos, deshidratados, a manos de depredadores, y/o por otras causas (McFarlane, 1963; Philibosian, 1976; Hayes y Ireland, 1978; Mann, 1978).

COMO LOS NEONATOS RECONOCEN EL MAR

Los primeros estudios realizados sobre el comportamiento de los neonatos en su búsqueda del mar se centraron en la asociación que existía entre el comportamiento observado y las posibles señales ambientales (Hooker, 1907, 1908a,b) verificando luego cuál de los sentidos de los neonatos era usado para orientarse hacia el mar (Hooker, 1911; Parker, 1922; Daniel y Smith, 1947a, b; Carr y Ogren 1960). El consenso de estos estudios preliminares fue que los neonatos dependen casi exclusivamente de su visión para reconocer el mar. Hay un sinnúmero de datos que apoyan estas observaciones:

1. Los neonatos a los que se les vendaron ambos ojos andaron en círculos, o se quedaron inactivos y fueron incapaces de orientarse hacia el mar (Daniel y Smith, 1947a; Carr y Ogren, 1960; Mrosovsky y Shettleworth, 1968, 1974; Mrosovsky, 1977; Rhijn, 1979).
2. El estímulo visual de luces indirectas (Hooker, 1911; Parker, 1922; Carr y Ogren, 1959, 1960; Mrosovsky y Shettleworth, 1968, 1975) y de luces artificiales (Daniel y Smith, 1947a; Hendrickson, 1958; McFarlane, 1963; Mann, 1978) afectó grandemente la orientación de los neonatos hacia el mar.
3. Al colocar los neonatos donde no podían ver el horizonte del mar pero donde sí podían detectar otros

estímulos no visuales impidió la orientación hacia el mar (Hooker, 1908b; Daniel y Smith, 1947a; Carr y Ogren 1960; Carr *et al.*, 1966; Mrosovsky, 1970).

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 (Rhijn, 1979; Salmon *et al.*, 1992).

SEÑALES DE LA LUMINOSIDAD

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. En experimentos realizados tanto en laboratorios como en el campo, los neonatos se desplazaron hacia luces artificiales brillantes (Daniel y Smith, 1947a; Hendrickson, 1958; Mrosovsky y Shettleworth, 1968) y hacia los objetos brillantes en las playas (Carr, 1962).

El papel que juega la luminosidad en la búsqueda del mar 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.

GIRO HACIA LA LUMINOSIDAD

Dos mecanismos han sido propuestos para explicar cómo los neonatos giran hacia la dirección más brillante. La evidencia para el primer mecanismo se obtuvo mediante experimentos basados en giros extraños o “volteretas de circo” realizados por neonatos que tenían los ojos parcialmente tapados (Mrosovsky y Shettleworth, 1968). Este primer mecanismo propone que los neonatos poseen múltiples medidores de intensidad luminosa en cada ojo, lo cual les permitiría comparar las intensidades recibidas de diferentes direcciones. De este modo, si el medidor del ojo izquierdo que está dirigido a la parte posterior (este medidor estaría ubicado cerca del borde nasal de la retina del ojo izquierdo) detecta la señal más brillante de luz, el neonato “sabe” que debe girar hacia la izquierda. Del mismo modo, después de girar hacia la luminosidad, el neonato “sabrá” que cuando la intensidad de luz percibida se haga igual para ambos ojos, estará orientándose hacia la dirección en que la luz es más brillante. Este mecanismo ha sido llamado un sistema de fototropotaxis complejo (Mrosovsky y Kingsmill, 1985)—se considera complejo debido a los muchos medidores involucrados y fototropotaxis (*photos* = luz, *tro-*

pos = girar, *tasso* = disposición) se refiere a girar y desplazarse hacia luz.

En el segundo mecanismo propuesto, se considera que los neonatos poseen un sistema de celdas (*rasters*) de sensores de luz dentro de cada ojo que les permite interpretar instantáneamente cuál es la dirección más brillante. Más que percibir detalles, este hipotético sistema de celdas integraría una medida de luminosidad para un área amplia. Este mecanismo se conoce como sistema de telotaxis (Verheijen y Wildschut, 1973; Mrosovsky y Shettleworth, 1974; Mrosovsky *et al.*, 1979)—telotaxis (*telopos* = ver de lejos, *tasso* = disposición) se refiere a la fijación en y movimiento hacia un estímulo determinado.

Desafortunadamente, las diferencias entre estos dos mecanismos propuestos son demasiado sutiles para permitir separarlos únicamente mediante la evidencia experimental existente. Mientras más “complejo” se vuelve el mecanismo de la fototropotaxis, más se asemeja funcionalmente al mecanismo de la telotaxis (Schöne, 1984). Es posible que el sistema visual-neural usado por los neonatos para girar hacia la luz más brillante y mantener esa orientación incorpore aspectos de ambos mecanismos.

UN MODELO PARA MEDIR LA LUMINOSIDAD

Para determinar la dirección más brillante, los neonatos deben de ser capaces de “medir” la luminosidad. Es esencial conocer las propiedades del detector de luminosidad empleado en esta medida para poder comprender la respuesta de los neonatos hacia su entorno. Aunque puede parecer simplón, el modelamiento de los neonatos como detectores biológicos de luminosidad es una manera útil de presentar las propiedades de luz que afectan más la orientación de los neonatos.

Propiedades espectrales del detector de luminosidad.—Las propiedades espectrales de un detector—o de un ojo—indican su sensibilidad ante diferentes longitudes de onda. En la luz brillante podemos ver diferentes longitudes de onda y combinaciones de las mismas como distintos colores. Sin embargo, independientemente del color, algunas longitudes de onda nos lucen más brillantes que otras, del mismo modo que hay longitudes de onda que no podemos ver.

El término “brillante” es frecuentemente usado en la literatura sobre el tema de orientación de tortugas marinas y generalmente se refiere a la intensidad y longitud(es) de onda de la luz en relación a la sensibilidad espectral de un individuo (Ehrenfeld y Carr, 1967; Mrosovsky, 1972; Rhijn, 1979, Mrosovsky y Kingsmill 1985). La luminosidad dependerá, indudablemente, de quién la perciba. Los diferentes foto-pigmentos de

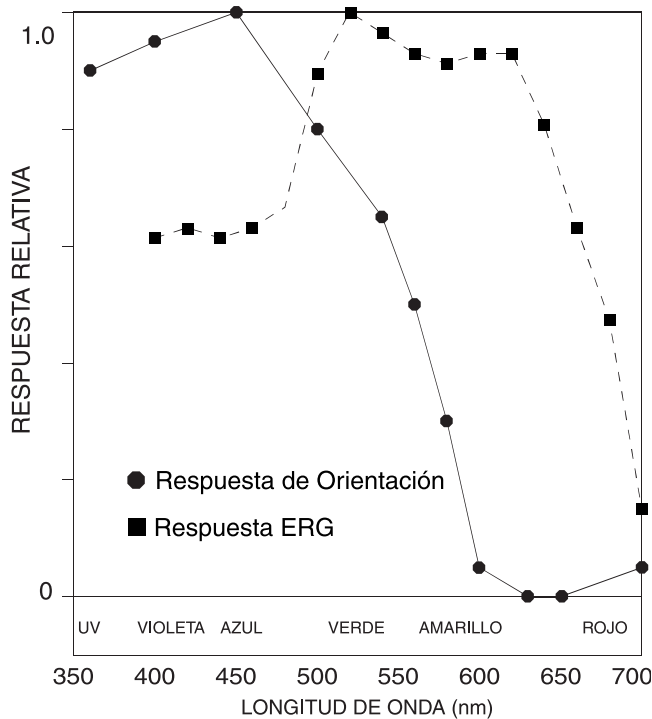


Figura 4. Una comparación de la orientación y respuestas fisiológicas (ERG) de los neonatos de tortugas verdes hacia las luces de color. La curva de la respuesta de orientación muestra cuán atractiva es la luz para los neonatos de tortuga verde, mientras que la curva de la respuesta ERG da una aproximación de cuán brillante es percibida esta luz por ellos. Los datos sobre orientación son de Witherington (1992b), y los datos sobre ERG fueron adaptados de Granda y O'Shea (1972). Figura adaptada de Witherington (1997); usada con autorización.

color y gotitas de aceite de la retina en los ojos de las tortugas marinas (Granda y Haden, 1970; Liebman y Granda, 1971; Granda y Dvorak, 1977) proveen unas condiciones únicas que influyen cómo las tortugas marinas perciben la luminosidad.

Ciertos investigadores han aprendido mucho acerca de la percepción de la luz por las tortugas marinas mediante electro-retinografía (ERG) que mide el potencial eléctrico en las retinas sometidas a luz de diferentes longitudes de onda. Los datos de ERG han mostrado que las tortugas verdes son más sensibles a la luz dentro de la región que va del violeta al naranja en el espectro visible, de 400 a 640 nm (Figura 4; Granda y O'Shea, 1972). En la luz del día, las tortugas verdes muestran una mayor sensibilidad en regiones de longitudes de onda más cortas (azul) del espectro que los humanos.

A pesar de que los datos de ERG ofrecen información fisiológica importante, la forma más directa para determinar los efectos de la luz espectral en la orientación es realizando experimentos de comportamiento. En los primeros estudios sobre las respuestas

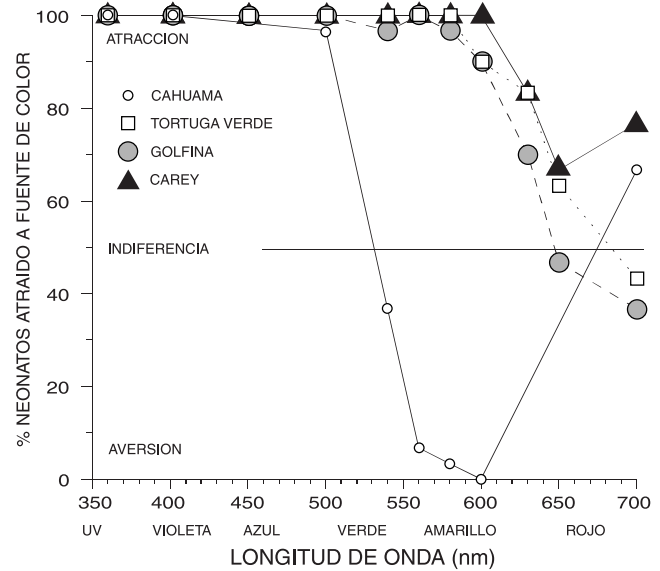


Figura 5. Respuestas de orientación de neonatos de cuatro especies de tortugas marinas ante fuentes de luz de color. Estas respuestas fueron medidas en base a la proporción de neonatos que se dirigía hacia ventanas con luz de color y la que se dirigía hacia una ventana similar pero oscurecida (Witherington, 1992b). La cahuama difirió de otras especies por mostrar aversión hacia la luz que se encuentra en la región amarilla del espectro. Figura adaptada de Witherington (1997) y Lohmann et al. (1996); usada con autorización.

de los neonatos a la longitud de onda de la luz se usaron filtros amplios (que permiten la transmisión de múltiples longitudes de onda) para variar las longitudes de onda que recibían los neonatos (Mrosovsky y Carr, 1967; Mrosovsky y Shettleworth, 1968). A pesar de que no era posible determinar las reacciones hacia longitudes de onda específicas, se demostró claramente que los neonatos estudiados eran atraídos más hacia la luz azul que hacia la roja.

En experimentos posteriores, los investigadores usaron filtros más específicos (monocromáticos) para variar la longitud de onda que llegaba a los neonatos de tortugas cahuama, verde, carey y golfina (Witherington y Bjørndal, 1991a; Witherington, 1992b). El uso de filtros monocromáticos permitió medir la intensidad de la luz de modo que los investigadores pudieron determinar también la respuesta de los neonatos hacia distintas cantidades específicas de fotones en diversas longitudes de onda. Al igual que en los experimentos anteriores, los neonatos prefirieron las luces de onda corta. Las tortugas verdes, el carey y la golfina fueron fuertemente atraídos por la luz localizada dentro de la región que va del ultravioleta cercano hasta el amarillo, mientras que las luces anaranjada y roja (Figura 5) las atrayó muy poco o nada. Las cahuamas fueron más atraídas hacia emisiones de luz en la región del

ultravioleta cercano al verde y mostraron una respuesta inesperada a la emisión de luz amarilla. Bajo intensidades de luz amarilla comparables a las presentes en el cielo durante noches de luna llena o al amanecer, los neonatos de las tortugas cahuama mostraron aversión por las fuentes de luz amarilla (Figura 5), sin embargo, si se usaban intensidades menores, correspondientes a las de la noche, las cahuamas eran levemente atraídas hacia la luz amarilla (Figura 6). Es posible que los neonatos no puedan diferenciar los colores a bajas intensidades de luz. Esto sucede comúnmente en animales (como las tortugas) que tienen retinas con conos y bastones (Granda y Dvorak, 1977).

No debe de extrañarnos el hecho de que los seres humanos y los neonatos de tortugas marinas vean el mundo de diferente manera. Durante la mayor parte de su vida, las tortugas marinas ven el mundo a través del filtro azul del océano (el agua absorbe de manera selectiva la luz roja, de longitud de onda larga) lo cual explica que las tortugas marinas sean más sensibles hacia las luces de onda corta.

Debido a que los neonatos de tortugas marinas responden a luces que resultan invisibles para los seres humanos (luz ultravioleta) y son débilmente sensibles a las luces que vemos bien (luces rojizas), los instrumentos que cuantifican la luz desde la perspectiva humana (como lo son la mayor parte de los medidores de luz) no pueden determinar con precisión la luminosidad desde la perspectiva de las tortugas marinas. Los humanos no pueden evaluar el color exactamente como lo haría una tortuga. A pesar de que vemos los colores, no podemos decir qué variedad de longitudes de onda componen esos colores. Por ejemplo, una fuente que emite una luz de 525 nm (verde) y 645 nm (roja) a la misma vez, y que resulta ser una fuente de gran atracción para los neonatos, es percibida por el ojo humano como una luz amarilla comparable a una fuente monocromática de 588 nm, la cual presentaría muy poca atracción para los neonatos (Rossotti, 1983).

Propiedades direccionales del detector de luminosidad.—Del mismo modo que el detector de los neonatos es sensible a longitudes de onda específicas, es también sensible a la dirección de la luz. Estas propiedades direccionales determinan qué parte del entorno es medido por el detector en un momento dado. Estas propiedades se conocen como “cono de aceptación” específico o “ángulos de aceptación” bi-dimensionales (horizontales y verticales). La altura y el ancho del cono de aceptación tiene un efecto crítico sobre las medidas de luz y la determinación de la dirección más brillante (Figura 7). Este cono de aceptación conceptual podría representar sólo una porción del campo visual total de una tortuga.

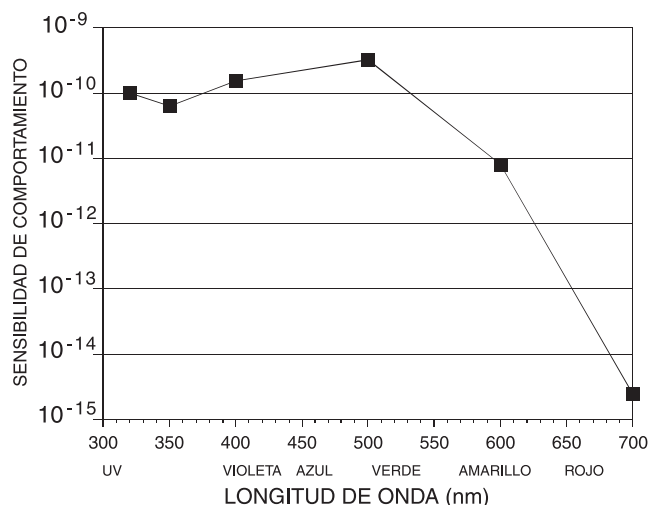


Figura 6. Sensibilidad conductual de neonatos de cahuama hacia luces de color de baja intensidad, presentado como el inverso de la radiación de la fuente de luz requerida para provocar una orientación significativamente dirigida en grupos de neonatos ($n = 30$ para cada longitud de onda). Bajo los bajos niveles de luz que aquí se muestran (aproximadamente equivalentes a la radiación del cielo en una noche de luna llena, y noches más oscuras), hubo una orientación hacia fuentes de luz dentro de todas las longitudes de onda. El eje de las ordenadas está en una escala logarítmica de las unidades (fotones/s/m²/sr)⁻¹. (sr = steradian, unidad de medida igual al ángulo sólido entre el centro de la esfera y su superficie, es igual al radio al cuadrado.) Data de Witherington (1992b). Figura adaptada de Witherington (1997) y Lohmann et al. (1996); usada con autorización.

El componente horizontal del cono de aceptación en neonatos de tortugas verde y golfina (Verheijen y Wildschut, 1973) y cahuama (Witherington, 1992b) ha sido deducido a partir de la manera en que los neonatos se orientan en experimentos de campo. En estos estudios, los campos de luz fueron controlados artificialmente de modo que detectores con conos de aceptación de diferente ancho midieran diferentes direcciones de claridad. Los neonatos de cada especie se orientaron generalmente hacia la dirección más brillante medida con un cono de aceptación ancho, de aproximadamente 180° horizontalmente.

Para determinar el componente vertical del cono de aceptación, los investigadores antes mencionados midieron la orientación de los neonatos hacia fuentes de luz que fueron colocadas en distintos ángulos verticales. La altura del ángulo en este componente vertical resultó ser aproximadamente de “unos pocos grados” para las tortugas verdes y las golfinas (Verheijen y Wildschut, 1973) y entre 10° bajo el horizonte y 30° sobre el horizonte para las cahuamas (Salmon y Wyneken, 1990; Witherington, 1992b). Aunque las medidas son aproximadas, es evidente que la luz más cercana al horizonte juega un papel

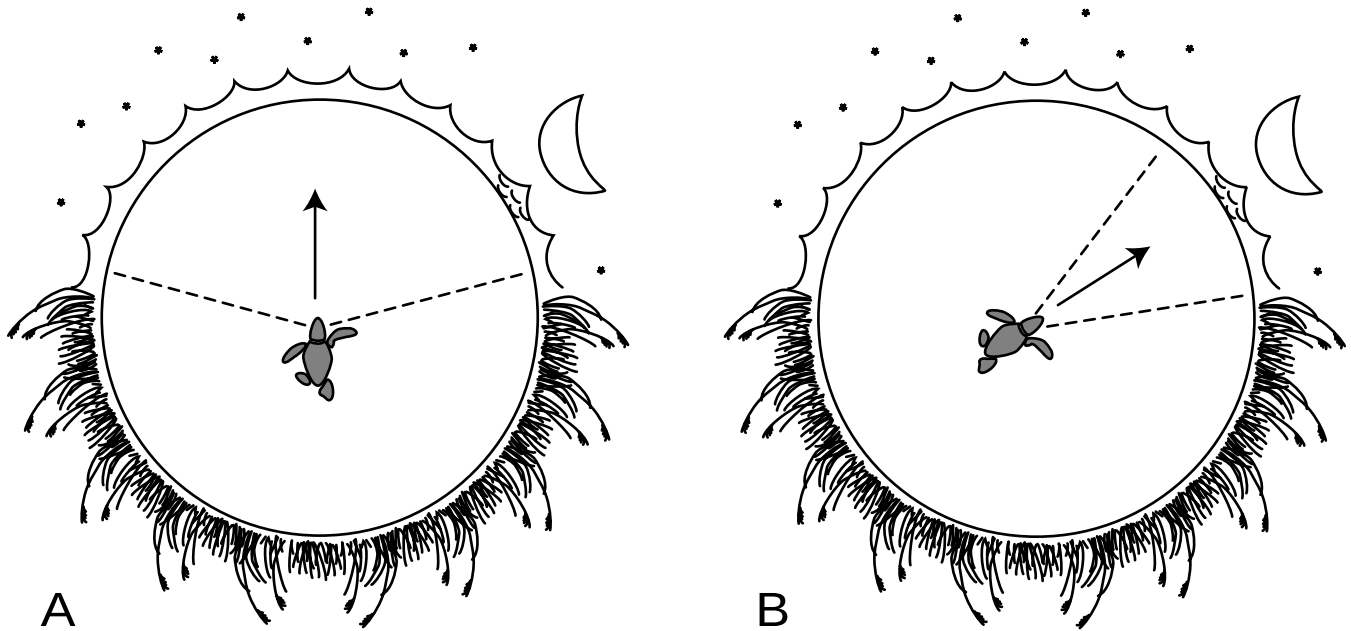


Figura 7. Las consecuencias de medir la dirección más brillante utilizando un ángulo de aceptación ancho (A), o estrecho (B). Los neonatos A y B se orientan hacia el centro de la porción más brillante del horizonte dentro de su ángulo de aceptación (representado por las líneas punteadas). El camino de los neonatos B será considerablemente más largo. Figura adaptada de Witherington (1997), usada con autorización.

muy importante en la dirección de la orientación.

El modelo de detector para la orientación de los neonatos predice que éstos miden la dirección más brillante integrando la luz que detectan a través de un cono de aceptación ancho y plano (Figura 8). Una vez más, vemos que las características de este detector hipotético difieren de las de otros medidores de luz. Los medidores de luz más común son los medidores de iluminación, las cuales miden la luz con un cono de aceptación que es menos plano y no tan ancho como el cono de aceptación usado por los neonatos. Otro tipo de medidor de luz, el de luminosidad o medidor de punto ("spot meter"), mide la luz dentro de un cono de aceptación muy estrecho. Se deben considerar muy cuidadosamente las atributos direccionales de los medidores de luz cuando vayan a utilizar para predecir el comportamiento de los neonatos.

SEÑALES DE COLORES

Además de las señales de luminosidad, el color puede influenciar la orientación de los neonatos. La distinción de los colores (la capacidad de identificar la luz de color) no es lo mismo que la sensibilidad espectral. Un animal puede ser capaz de detectar luz de múltiples longitudes de onda que puede no diferenciar entre sí. El hecho de que las tortugas marinas tengan conos en su retina no es suficiente para determinar que puedan ver colores; sin embargo, algunos comportamientos

parecen sugerir que sí. Actualmente, existe evidencia conductual de que las tortugas marinas pueden ver colores y que los colores podrían desempeñar un limitado papel en la búsqueda del mar.

En una de las primeras discusiones publicadas sobre el tema de las señales que llevan a los neonatos a orientarse hacia el mar, Hooker (1911) sugirió que el azul del océano por sí solo podría atraerlas. Sin embargo, la evidencia usada para probar esta hipótesis debe de ser cuidadosamente evaluada. Los neonatos de tortuga verde prefieren seguir las direcciones marcadas por una luz azul que las direcciones marcadas por una luz roja (Mrosovsky, 1972) pero, ¿representa esto en realidad una selección de color? ¿Prefieren los neonatos el color azul, o simplemente están escogiendo la dirección más brillante como resultado de un detector de luminosidad que es más sensible a la longitud de onda del azul? La respuesta a ambas preguntas podría ser afirmativa.

Experimentos de acondicionamiento han demostrado que las cahuamas tienen la habilidad de discriminar entre los colores (Fehring, 1972). Sin embargo, el que usen o no esta habilidad para orientarse hacia el mar puede ser determinado sólo si se comparan las longitudes de onda que un neonato puede detectar mejor (que puede ser medida con ERG) con las longitudes de onda que un neonato prefiere en los experimentos de orientación. Los data de ERG en tor-

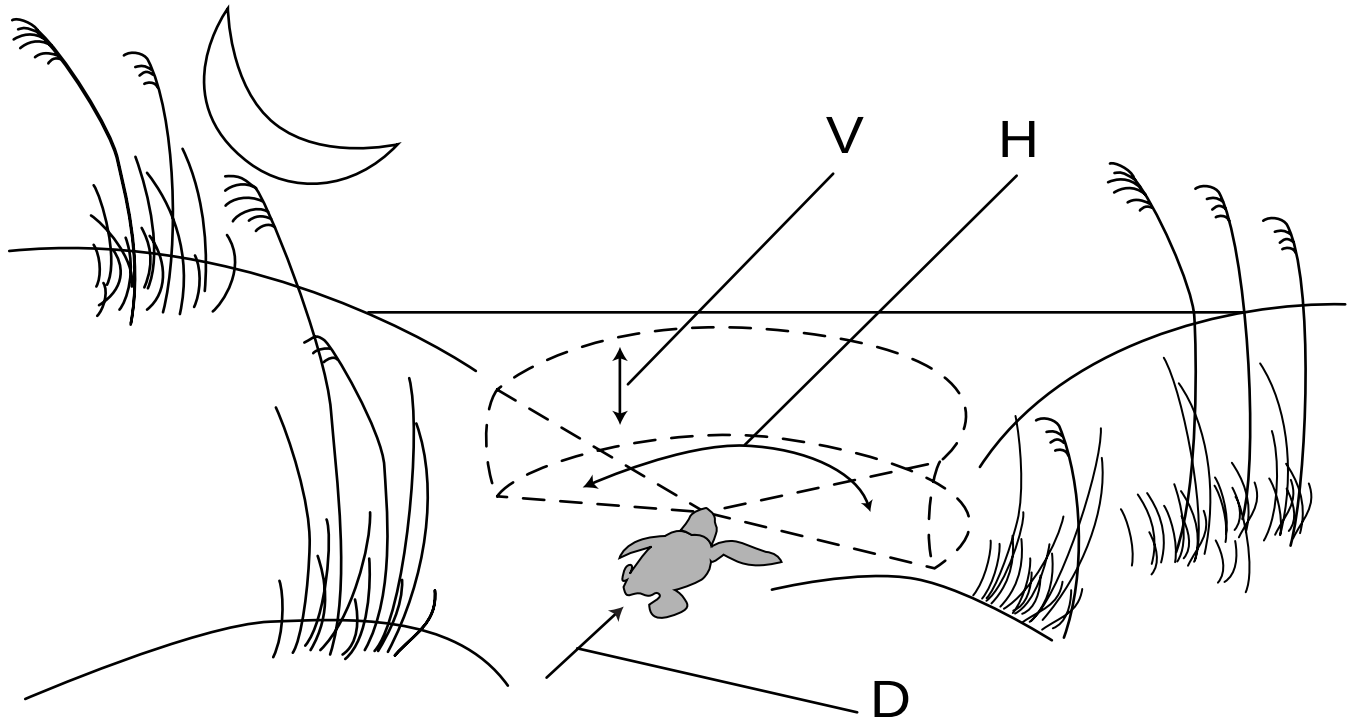


Figura 8. Un cono de aceptación hipotético que describe cómo los neonatos miden la dirección más brillante. El componente vertical del cono (V) es de aproximadamente 10° – 30° sobre el horizonte, y el componente horizontal (H) es de aproximadamente 180° . La luz dentro de este cono de aceptación es integrada para determinar la luminosidad de una dirección D. Esta descripción está basada en data de estudios utilizando tortugas verdes, golfinas, y cahuamas (Verheijen y Wildschut, 1973; Witherington, 1992b). Figura adaptada de Witherington (1997); usada con autorización.

tugas verdes demostraron que la luz rojiza debe ser aproximadamente 100 veces más intensa que la luz azul para provocar una respuesta de igual magnitud en la retina (Granda y O'Shea, 1972). Sin embargo, en una serie de experimentos conductuales usando colores definidos por amplias bandas de longitud de onda, Mrosovsky (1972) encontró que la luz roja debía ser aproximadamente 600 veces más intensa que la luz azul para que los neonatos de tortugas verdes mostraran igual preferencia por ambos colores. Este sesgo en contra de la luz de longitud de onda amplia ha sido demostrado también en estudios de comportamiento en los cuales se utilizaron luces monocromáticas (Figura 4; Witherington y Bjorndal, 1991a). En este estudio, la mayor diferencia entre las respuestas (ERG) y la preferencia de color se encontró en la región amarillo-naranja del espectro, cerca de los 600 nm. A pesar de que aparentemente las tortugas verdes ven bien la luz amarilla, la luz de este color resulta relativamente poco atractiva a los neonatos durante su orientación.

Aunque actualmente no existe ninguna información de ERG para la tortuga cahuama, la forma en que los neonatos responden a algunas luces de colores indica que también se valen del color para encontrar el

mar. La aversión hacia la luz amarilla, o xantofobia, que presentan los neonatos de cahuama, los distingue de las otras especies de tortugas marinas. Los neonatos de cahuama responden débilmente a las luces amarillas de baja intensidad, sin embargo, las luces amarillas de alta intensidad los repelen. Aumentos similares en intensidad de luces ultravioleta, violeta y verde no provocaron un cambio similar de atracción a aversión, lo cual indica que su aversión hacia la luz amarilla se debe mayormente al color y no a la luminosidad. Experimentos adicionales con las cahuamas demostraron una relación muy interesante entre la atracción hacia las luces de onda corta y la aversión hacia la luz amarilla; ambas respuestas parecen ser aditivas. Esto fue demostrado por Witherington (1992b), quien, al añadir luces amarillas de alta intensidad a otra fuente de luz que sí era atractiva (volviendo a ésta más brillante), encontró que disminuía el atractivo de la fuente de luz hacia neonatos de cahuama.

No hay evidencia experimental que explique por qué tanto los neonatos de cahuama como de tortuga verde muestran poca o ninguna atracción hacia las fuentes de luz amarilla. Una hipótesis es que al reducir su atracción hacia las fuentes de luz amarilla, los

neonatos están evitando ser mal encaminadas por el sol o la luna. Debido a que para los neonatos el sol naciente, el sol poniente o la luna quedan dentro del radio de aceptación vertical del cono, estos astros celestes tienen la potencialidad de afectar la orientación de los neonatos hasta cierto grado. Sin embargo, una característica universal de estos astros de luz es que cuando se acercan al horizonte su luz se vuelve más amarilla y rojiza (un atardecer luce rojo amarillento porque la luz azul del sol al oscurecer es atenuada por la densidad de la atmósfera que tiene que ser penetrada por la luz para que ésta sea vista por el observador). Actualmente, existe algo de controversia sobre la influencia del sol naciente en la orientación hacia el mar de los neonatos. Aunque Parker (1922), Ehrenfeld y Carr (1967), y Rhijn (1979) reportaron que las cahuamas, las tortugas verdes y el Carey casi no son afectados por el sol en el horizonte, Mrosovsky (1970), Mrosovsky y Kingsmill (1985), y Witherington (1992b) reportaron que sí. De cualquier modo, dada su luminosidad, los efectos del sol en la orientación de los neonatos parecen ser mínimos.

SEÑALES DE LAS SILUETAS

Muchos autores han sugerido que los patrones de luz y sombra asociados con contornos visibles ayudan a los neonatos a orientarse hacia el mar. En las playas, los neonatos tienden a dirigirse hacia "espacios abiertos" y "horizontes abiertos" y a alejarse de "horizontes con siluetas", "perfiles de dunas" y "vegetación" (Hooker, 1911; Parker, 1922; Mrosovsky y Shettleworth, 1968; Limpus, 1971; Salmon *et al.*, 1992, 1995b).

La respuesta de los neonatos a las siluetas ha sido estudiada con menos detalle que su respuesta a la claridad. Actualmente se debate sobre cuánto los neonatos pueden distinguir siluetas en una playa. Basándonos en las características ópticas de los ojos de las tortugas marinas, podríamos esperar que éstas vean con nitidez sumergidas en el agua y sean relativamente miopes en tierra (Ehrenfeld y Koch, 1967). Sin embargo, debido a que los ojos de los neonatos son pequeños y su profundidad de enfoque es amplia, éstos podrían ser capaces de distinguir bien las siluetas (Northmore y Granda, 1982). La evidencia más reciente de estudios en laboratorio sugiere que los ojos de las tortugas marinas pueden distinguir formas lo suficientemente bien como para identificar estrellas particulares en el cielo (Northmore y Granda, 1991).

Tanto Limpus (1971) como Salmon *et al.* (1992) han presentado pruebas convincentes de que los neonatos de cahuama y tortuga verde tienden a alejarse de las siluetas. En la mayoría de las playas esta tendencia lleva a los neonatos a alejarse del perfil de la duna y

encaminarse hacia el océano. Pero, ¿responden los neonatos al perfil de las dunas en sí, o a la influencia de las dunas para orientarse hacia la luz más brillante? Debido a su estructura, la silueta de las dunas oscurece el horizonte y podríamos predecir que esto influenciaría a los neonatos en su determinación de la luz más brillante. A pesar de que algunos de los efectos causados por las formas y las siluetas en la playa podrían ser independientes de la luminosidad de la luz, es difícil separarlos. De hecho, nuestra certeza al diferenciar una orientación producto de las siluetas de una orientación provocada por la luminosidad de la luz no podrá ser mayor que la que tengamos en nuestra capacidad de medir la luminosidad tal y como la percibe un neonato.

Determinar el papel específico que las formas y la claridad ejercen en la orientación de los neonatos ha sido intentado en estudios sobre señales conflictivas. En estos estudios, tanto los neonatos de tortuga verde (Rhijn y Gorkom, 1983) y cahuama (Witherington, 1992b, c) mostraron una tendencia a alejarse de las áreas con iluminación en franjas blancas y negras alternadas, y a moverse hacia áreas iluminadas uniformemente, aún cuando las áreas de las franjas tuviesen luz más brillante. Este alejamiento de un panorama que tiene un patrón alternado de luz y sombras (por ejemplo, siluetas) puede facilitar el encontrar el mar, ya que encaminaría a los neonatos en sentido opuesto a las estructuras asociadas a las dunas (como la vegetación) y hacia la forma plana y lisa que es el océano. Sin embargo, el demostrar que los neonatos pueden orientarse como resultado de siluetas no quiere decir que necesariamente los neonatos precisen de ellas para encontrar el mar.

La necesidad de siluetas para encontrar el mar ha sido estudiada experimentalmente privando a los neonatos de su visión de formas (es decir, la habilidad para discernir formas o siluetas). Mrosovsky y Kingsmill (1985) distorsionaron la visión de unos neonatos de cahuama poniéndoles unos visores de papel de cera y concluyeron que debido a que las mismas se orientaron siempre hacia el mar, las siluetas no resultaron ser el factor principal en su orientación hacia el mar. En un estudio similar, Witherington (1992b) colocó a neonatos de cahuama en unos cilindros transparentes, algunos cubiertos con papel de cera y otros sin nada. Se observó a los neonatos intentar encontrar el mar en una situación que podía catalogarse "de reto"—en el momento de ponerse la luna y en una playa orientada hacia el este. En estas condiciones, los neonatos que tenían una visión clara de su entorno se orientaron hacia el mar, mientras que los que tenían la visión obstruida por el papel de cera se orientaron hacia la dirección general en que la luna se ponía.

OTRAS SEÑALES DE LA LUZ

Además de la intensidad, la longitud de onda, la forma y la dirección, la luz también puede variar en el tiempo (tener ciertos períodos), en el espacio y el tiempo (tener movimiento) y presentar una composición única de luz polarizada. El movimiento aún no ha sido investigado como una señal potencial de orientación hacia el mar. La frecuencia de la situación ha sido evaluada y se ha encontrado que ejerce cierta influencia sobre la orientación de los neonatos, pero sólo en lo que se relaciona a las medidas de luz. Estos resultados se obtienen de estudios en que los neonatos de tortuga verde prefirieron una fuente fija de luz en vez de una intermitente, solamente cuando la luz intermitente permanecía apagada por un largo período (Mrosovsky, 1978). Esto implica que los neonatos pudieran integrar sus medidas de la luminosidad durante el tiempo.

Debido a que el agua tiende a polarizar la luz que en ella se refleja, la intensidad de esta luz polarizada tiene potencial para indicar la dirección del océano. Sin embargo, los experimentos en los que los neonatos vieron el mundo a través de papel de cera pero lograron mantener su orientación hacia el mar, demostraron que éstos dependen muy poco, si acaso algo, de las señales de polaridad (Mrosovsky y Kingsmill, 1985). El papel de cera, además de crear una visión borrosa de la silueta puede despolarizar la luz que los neonatos reciben. Evidencia experimental adicional ha demostrado que al menos entre los neonatos de cahuama, no hay preferencia de orientación entre fuentes polarizadas y no polarizadas, o las que tienen diversas direcciones de polaridad (dirección e-vector; Witherington, 1992b).

CUANDO LAS SEÑALES ESTAN EN CONFLICTO

Las señales de claridad, forma, color (sólo bajo iluminación intensa) aportan información sobre orientación a las tortugas marinas neonatas. Debido a que el medio ambiente de las neonatas es complejo y variable, el contar con múltiples señales que los guíen resulta beneficioso. Cualquier tipo de señal por sí sola puede, bajo ciertas circunstancias, resultar engañosa. Pero, ¿representan las señales conflictivas un verdadero problema para las neonatas?, y de ser así, ¿cómo sopesan la información de estas señales de manera que puedan orientarse hacia la dirección correcta?

En la naturaleza, las señales a menudo se contradicen. Las medidas de luminosidad obtenidas en playas de anidamiento donde las neonatas se orientan hacia el mar muestran que esta dirección es a menudo la más brillante, aunque no siempre (Rhijn, 1979; Wibbles, 1984; Witherington, 1992b). Las mediciones hechas bajo diferentes condiciones muestran que aunque el

mar luce más brillante en las noches despejadas y sin luna, la dirección de la luna es más brillante cuando ésta sale y cuando se pone (Witherington, 1992b).

Aunque no está completamente claro cómo las neonatas sopesan las señales de orientación que difieren, ciertos experimentos indican que esta evaluación está influenciada por la intensidad de dichas señales. En dichos experimentos, tanto la influencia de la dirección más brillante así como la de las siluetas, fue observada (Witherington, 1992b). Las neonatas se dirigieron en dirección opuesta a franjas contrastantes, aún cuando esta dirección fuese doblemente más brillante que un área alumbrada uniformemente. Sin embargo, cuando las franjas contrastantes eran tres veces más brillantes que la dirección opuesta, la orientación de las neonatas se vió alterada, y cuando la franjas contrastantes fueron cinco veces más brillantes, la mayor parte de las neonatas se orientó hacia las franjas. Parece ser que la orientación en sentido opuesto a formas contrastantes, indistintamente de la dirección más brillante, o hacia la dirección más brillante, indistintamente de siluetas contrastantes presentes, depende de la intensidad de la luminosidad. La intensidad de la dirección más brillante se conoce como su "dirigibilidad". A medida que la dirigibilidad del campo de luz percibido por una neonata aumenta, la dirección más brillante se hace más pronunciada, o quizás menos ambigua, y sirve como mayor estímulo para la orientación.

Entonces, ¿son las señales de las siluetas más importantes que las de luminosidad para la orientación de las neonatas? Para contestar esta pregunta los investigadores tendrán que medir y comparar la intensidad de los dos tipos de señales. Actualmente, no existe una unidad de medida común que pueda ser empleada para hacer una comparación. Por el momento, sólo podemos decir que tanto las siluetas como la luminosidad son importantes para la orientación correcta de las neonatas hacia el mar.

PERTURBACION EN EL ENCUENTRO DEL MAR

OBSERVACIONES SOBRE LA PERTURBACION EN ENCONTRAR EL MAR

Algunos reportes de los efectos en la búsqueda del mar encontrados en la literatura no reflejan adecuadamente la magnitud del problema. Solamente los casos más notorios han sido observados y reportados, como por ejemplo, cuando los neonatos han sido aplastados en calles o carreteras (McFarlane, 1963; Philibosian, 1976; Peters y Verhoeven, 1994; REM y BEW, observación personal), cuando se han quemado en las llamas de una fogata abandonada (Mortimer, 1979), o cuando se dirigieron hacia el campo donde un juego

de béisbol se estaba llevando a cabo (Philibosian, 1976). A menudo, estas "crías perdidas" son víctimas de cangrejos y aves marinas, o se debilitan y deshidratan en las dunas cercanas a la playa (REM y BEW, observación personal). El descubrimiento de cientos de crías de cahuama bajo el poste de una luz de vapor de mercurio en Melbourne Beach, Florida sirve como ejemplo de este problema tan poco conocido (L. M. Ehrhart, comunicación personal). El número de crías encontradas en este caso indicó que la luz se quedó encendida y atrajo a los neonatos durante varias noches. Como a menudo pasa en estos casos, el descubrimiento de los restos desecados de los neonatos resultó una completa sorpresa para el cuidador de la propiedad.

MALA-ORIENTACION Y DESORIENTACION

Los neonatos recién eclosionados caminan constantemente. Generalmente, el efecto de la luz artificial en su comportamiento no consiste en alterar la frecuencia, duración, o la intensidad de su incesante movimiento, sino en reducir su eficacia—los neonatos en las playas iluminadas artificialmente tienden a caminar en dirección incorrecta.

Se dice que los neonatos que se alejan del camino más directo hacia el océano están "mal-orientados". Algunos individuos, y en algunos casos grupos enteros de neonatos que se encuentran en playas con iluminación artificial, a menudo están mal-orientados. Estos grupos de crías dejan huellas rectas que muchas veces corren en la playa paralelas a la línea de marea y hacia una fuente de luz artificial.

Los neonatos "inseguros" sobre la dirección a tomar en su orientación demuestran su inseguridad cambiando de dirección frecuentemente y andando en círculos. Se dice que los neonatos que no tienen una orientación fija, están "desorientados". También han sido observados cambios similares, formando círculos, en crías a las que se han vendado los ojos (Mrosovsky y Shettleworth, 1968) o que han sido colocadas en completa oscuridad (con excepción del uso de un artefacto de observación de luz infra-roja; BEW, observación personal). Los neonatos muchas veces se desorientan a consecuencia de la luz que irradia de un poste del alumbrado. Frecuentemente, los neonatos que se mal-orientan hacia una luz artificial se desorientan cuando alcanzan dicha fuente de luz. Los neonatos aparentemente también se desorientan cuando alcanzan la línea imaginaria donde se unen el área iluminada por la luz artificial y las sombras de la playa. Las tortugas en esta situación se alejan de las sombras hacia el área de la arena alumbrada, se exponen a la luz artificial; se alejan de la luz artificial hacia las sombras; y repiten este proceso una y otra vez hasta agotarse. Esto explica muchas veces las curiosas huellas en

círculo que los observadores encuentran en el centro de la franja de playa, lejos de cualquier fuente de luz.

DIFERENCIAS ENTRE LA ILUMINACION NATURAL Y LA ARTIFICIAL

¿Por qué la iluminación artificial ocasiona que los neonatos se mal-orienten en su búsqueda del mar? Dada la importancia de las señales de luz para los neonatos, la respuesta intuitiva a esta pregunta es que la luz artificial interfiere con las señales "naturales" de luz que resultan tan importantes para su orientación hacia el mar. A pesar de que los neonatos poseen un mecanismo maravilloso que les permite orientarse hacia el mar y que funciona bajo los efectos de cualquier condición de luz natural, este mecanismo no funciona en las playas alumbradas artificialmente. Pero, ¿por qué la luz artificial tiene un efecto mucho mayor en la orientación que las luces de los astros celestiales brillantes como son el sol y la luna? La respuesta podría radicar en la diferencia entre los campos de luz artificial y los campos de luz celestial.

Un campo de luz es producido por una fuente (o fuentes) de luz pero es medido desde la perspectiva de un observador. Básicamente, consiste en una imagen direccional de toda la luz que un observador puede detectar. Una característica importante de los campos de luz producidos por los astros celestiales es que éstos son moderadamente directos (Figura 9), lo cual significa que aunque haya una dirección más brillante, esta dirección no es mucho más brillante que las otras. Estos campos de luz natural son relativamente débiles porque tanto el observador como la parte iluminada que el observador puede ver están a una distancia similar de la(s) fuente(s) de luz. La luz celestial tiene origen distante y llega al observador directa e indirectamente ya que está dispersa en la atmósfera y es reflejada en los rasgos de la superficie de la tierra (otras direcciones importantes). Como resultado, un observador de un campo de luz celestial puede ver la luminosidad desde diferentes direcciones.

Los campos de luz artificial son producto de fuentes de luz que son menos intensas que las fuentes celestiales, a pesar de que lucen muy brillantes a los ojos de un observador que se encuentre en sus cercanías (Verheijen, 1958, 1978). Otros factores que pueden contribuir a la luminosidad de un campo de luz (cielo, nubes, paisaje, etc.) están relativamente distantes y la luz que se refleja a través de estos es tenue cuando se compara con la luz de origen. Por ello, un observador que se encuentre cerca de una fuente de luz artificial percibe un campo de luz muy dirigido en el que predomina la fuente de luz artificial. Para una cría que se encuentra cerca de una luz en la playa, la intensa lu-

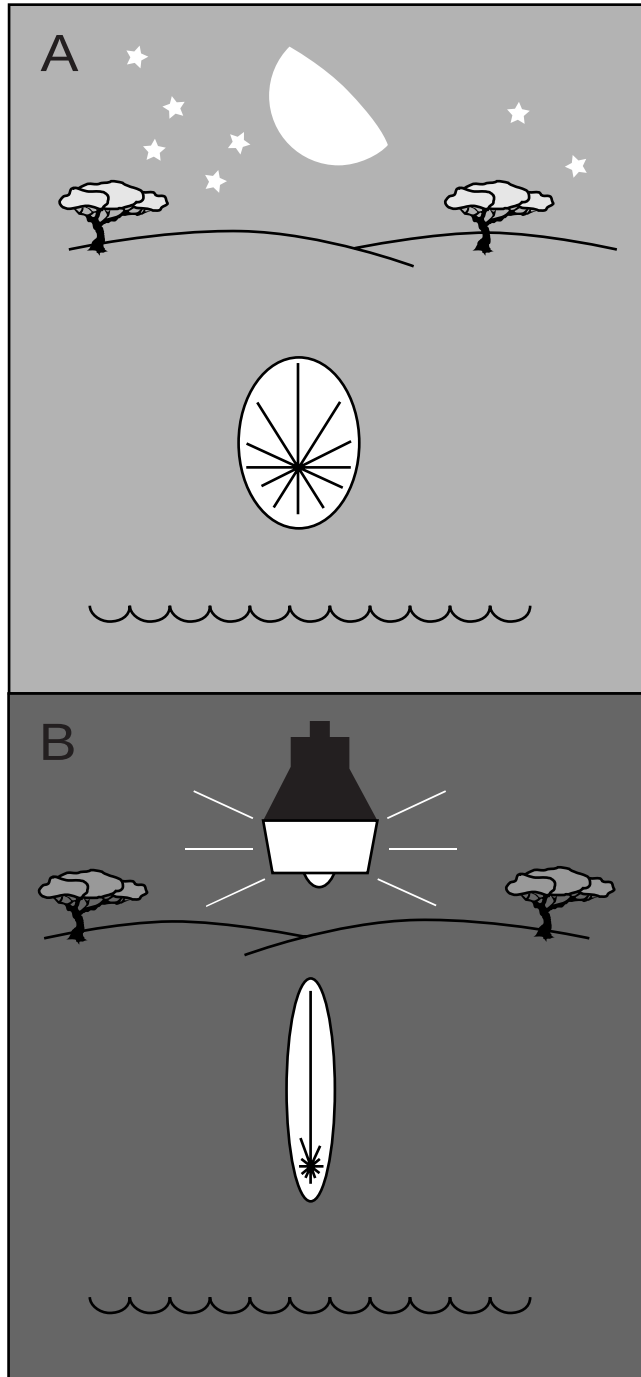


Figura 9. Ilustración sobre la luminosidad de la luz en un campo de luz natural (A, dominada por los astros celestes) y un campo de luz artificial (B, dominada por una fuente de luz encendida), desde la perspectiva de un observador en la playa. El alcance de cada línea de irradiación es proporcional a la dirección de la luz. En el campo de luz natural, la luna es indiscutiblemente la fuente más brillante, pero ésta también ilumina al cielo, el agua, y otros objetos. En el campo de luz artificial el reflejo del alumbrado aparenta ser brillante por su cercanía al observador, pero no provee suficiente luz para iluminar otros objetos. La lámpara produce una luz directa que ilumina brillantemente en una sola dirección.

miniosidad de la fuente de luz crea un “estímulo supranormal” que anula cualquier tendencia a orientarse mediante otras señales visuales.

EFFECTOS DE LA FASE Y LA LUZ DE LA LUNA

Algunos de los mitos relacionados con los efectos de la luna sobre los neonatos y su orientación hacia el mar han sido descartados. La mayoría de las veces, los neonatos no emergen de sus nidos como resultado del ciclo lunar. La fecha en que salen está determinada por la fecha en que los huevos fueron depositados en el nido y la duración de su período de incubación. A pesar de que se ha detectado una correlación entre los ciclos de anidación y fases específicas de la luna en las tortugas golfinas (Cornelius, 1986), y en las cahuamas en un menor grado (Burney *et al.*, 1991), la duración de estos ciclos permite a los neonatos emerger durante las distintas fases de la luna. Dado que los neonatos pueden salir aún cuando la luna no es visible, no parecen depender de ésta para su orientación hacia el mar. La idea de que los neonatos emergen sólo durante la luna llena y que son orientados hacia el mar por su luz probablemente surgió porque los neonatos pueden ser observados más fácilmente en las noches claras con luna llena.

Sin embargo, la luz de la luna tiene una influencia aparente en la magnitud de los efectos ocasionados por la luz artificial en la búsqueda del mar. Reportes sobre la desorientación de los neonatos (incluyendo mal-orientación y desorientación) en la Florida son más frecuentes en noches próximas a la luna nueva (Figura 10; Salmon y Witherington, 1995). Al compararlas con noches más oscuras, las noches con luz de luna presentan niveles más altos de luz ambiental, lo cual disminuye la contribución relativa de las fuentes de luz artificial al campo de luz percibido por los neonatos. De este modo, al reducir la dirigibilidad del campo de luz, la luz de la luna permite a los neonatos seguir las señales de las siluetas que les muestran la dirección correcta hacia el mar.

ORIENTACION AL NADAR

La mejor oportunidad que tienen los neonatos de sobrevivir las primeras horas es escapando de la playa y nadando directamente hacia mar abierto, alejándose de las aguas de la orilla que están llenas de depredadores (Frick, 1976; Ireland *et al.*, 1978; Salmon y Wyneken, 1987; Witherington y Salmon, 1992). Una vez en mar abieto, las crías pueden conservar energía manteniéndose inactivas, y debido a la distancia que las separa de la orilla, el riesgo de ser devueltas a la playa es mínimo.

No se sabe con certeza cómo afecta la luz artificial a los neonatos cuando nadan. Se ha observado a al-

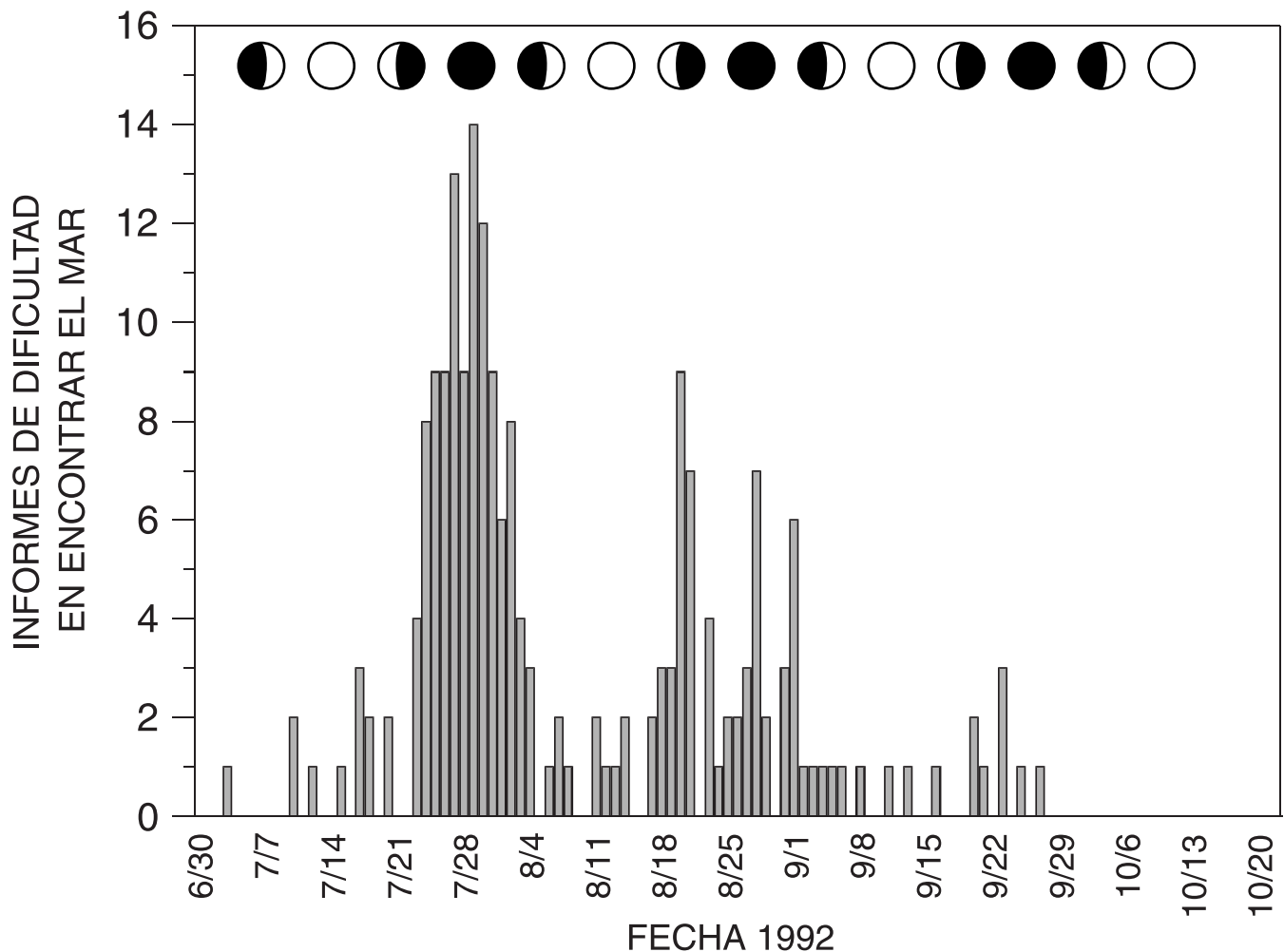


Figura 10. Cronometraje de 201 casos reportados de desorientación de neonatos en las playas de la Florida durante el 1992. Los círculos encima del histograma muestran las fases de la luna. Muchos de los casos ocurrieron durante o cerca de la noche de luna nueva. La disminución de casos en septiembre y octubre probablemente representa una disminución en las observaciones hacia finales de la época de anidamiento. Data de Salmon y Witherington (1995).

gunos neonatos salir del mar hacia la arena donde hay alumbrado cerca (Daniel y Smith, 1947a; Carr y Ogren, 1960; Witherington, 1986); sin embargo, no está claro cuánto tiempo estas crías estuvieron en el agua. Limpus (1991) reportó que “miles” de crías de tortugas verdes fueron vistas nadando en círculos cerca de una embarcación brillantemente alumbrada y anclada en las cercanías de una playa de anidamiento en Raine Island, Australia. Los neonatos afectados por una luz así pueden permanecer en el área alumbrada y ser presa de peces que también son atraídos por estas luces. Estos incidentes dejan poca o ninguna evidencia de haber ocurrido.

En experimentos de laboratorio donde otras señales fueron omitidas, los neonatos de cahuama nadaron hacia una fuente de luz artificial (O'Hara,

1980; Salmon y Wyneken, 1990). Sin embargo, según se desprende de otros estudios realizados en laboratorio, una vez que los neonatos entran al agua dependen menos de las señales de luz y más de las señales de las olas y de las señales magnéticas (Salmon y Lohmann, 1989; Lohmann *et al.*, 1990; Salmon y Wyneken, 1990; Wyneken *et al.*, 1990). Witherington (1991) observó que los neonatos de cahuama procedentes de una playa alumbrada presentaban al nadar un patrón más amplio de dispersión que los neonatos procedentes de playas no alumbradas, pero no vió evidencia de dificultades en la orientación comparables a las observadas en tierra. Se necesita investigación adicional para determinar cómo los barcos y plataformas iluminadas afectan la supervivencia y dispersión de los neonatos desde las playas.

Evaluaciones: Distinción de los Problemas Causados por la Iluminación Artificial

Inspección del Alumbrado

¿QUE SON LAS INSPECCIONES DEL ALUMBRADO?

Durante una inspección del alumbrado, se completa un informe que contiene los números, la clase, localización y nombre de los custodios de las fuentes de iluminación artificial que proyectan luces visibles desde la playa. La meta de estas inspecciones es localizar problemas de iluminación e identificar al dueño, gerente, custodio o inquilino de la propiedad que pueda ser contactado para modificar o eliminar la iluminación en la playa.

¿CUALES LUCES CAUSAN LOS PROBLEMAS?

A pesar de que las características que pueden hacer que una fuente de luz sea dañina para las tortugas son complejas, hay una regla simple que ha resultado útil para la identificación de los problemas ocasionados por el alumbrado bajo diversas condiciones.

Una luz artificial probablemente ocasionará problemas a las tortugas marinas si la misma puede ser vista por un observador de pie en cualquier área de la playa de anidamiento.

Si la luz puede ser vista por un observador en la playa, entonces la luz está llegando hasta la playa y puede afectar a las tortugas marinas. Si una porción brillante de una fuente de luz (incluyendo la lámpara, el globo, o el reflector) es directamente visible desde la playa, entonces es probable que esta fuente de luz cause problemas para las tortugas marinas. Además, la luz puede llegar hasta las playas indirectamente al ser reflejada en los edificios o árboles visibles desde la playa. Si la fuente de luz es muy brillante, o si hay numerosas fuentes, y especialmente si están orientadas hacia arriba, se iluminará la neblina del mar y las nubes bajas, creando un brillo que puede ser visible desde la playa. Este “cielo iluminado” es muy común en áreas con iluminación potente. Aunque algunas iluminaciones indirectas son percibidas como contaminación difusa, las fuentes contribuyentes pueden ser fácilmente identificadas, incluyendo aquellas fuentes que están poco dirigidas u orientadas hacia arriba. La luz indirecta puede originarse lejos de la playa.

Aunque la mayor parte de la luz que una tortuga detecta también puede ser vista por los humanos, algunos investigadores han encontrado que ciertas

fuentes, particularmente aquellas que emiten una luz ultravioleta y violeta (por ejemplo, luz contra insectos, luz blanca de descargas eléctricas) lucen más intensas para las tortugas que para los humanos. Además de que el ser humano es considerablemente más alto que un neonato, aún cuando un observador se agache hasta el nivel de una cría no podrá percibir toda la luz que afecta a las tortugas. Debido a que algunas luces son bloqueadas por las dunas, un observador de pie podrá ver mejor las luces que son visibles a los neonatos y a las tortugas que están anidando en la playa.

¿COMO DEBEN CONDUCTIRSE LAS INSPECCIONES DEL ALUMBRADO?

Las inspecciones de las luces para identificar las fuentes del problema pueden realizarse bajo las provisiones de una ordenanza de ley o independientemente (ver Apéndice H y la sección a continuación relacionada con el alumbrado y las tortugas marinas). En cualquiera de ambos casos las metas y métodos deben ser similares.

OBTENCION DE ANTECEDENTES

Es importante determinar los límites del área a inspeccionar antes de explorar la playa en busca del alumbrado. Para aquellas inspecciones que cumplen con una ordenanza, se debe determinar de antemano el área de jurisdicción del gobierno local. Se recomienda tener una lista que incluya el nombre, dueño, dirección de cada propiedad localizada en el área de inspección de manera que los custodios del alumbrado que crea el problema puedan ser identificados. Un plano del terreno o una fotografía aérea pueden ayudar a que los inspectores se orienten en aquellas playas que están densamente desarrolladas.

INSPECCIONES PRELIMINARES DIURNAS

La ventaja de realizar una inspección de las luces durante el día en vez de la noche es que los inspectores podrán determinar su ubicación exacta con más facilidad. Estas inspecciones preliminares diurnas son especialmente importantes en playas que tienen acceso limitado durante la noche. También es más factible que los dueños de las propiedades se encuentren disponibles durante el día para discutir los problemas del alumbrado en su propiedad.

Una desventaja de las inspecciones diurnas es que las lámparas que no se ven desde la playa no pueden ser identificadas como problema. Además, algunas

fuentes de luz que sí pueden ser vistas desde la playa durante el día, pueden estar apagadas durante la noche, lo cual no representaría un problema. Por estas razones, las inspecciones diurnas no son un sustituto de las inspecciones nocturnas.

Las descripciones de las fuentes de luz identificadas durante las inspecciones diurnas deben contener información detallada para que cualquier persona pueda localizarlas. En adición, una descripción detallada de cada luminaria, (por ejemplo, proyector de luz HPS, orientado hacia el mar, localizado en la esquina noroeste de la edificación en la calle Océano No. 123), fotografías o dibujos de este tipo de alumbrado, serían necesarios. La descripción también debe incluir un análisis de cómo solucionar el problema (por ejemplo, apagar la luz, girar la luz 90° hacia el este). Esta descripción detallada le mostrará a los dueños de la propiedad exactamente dónde debe ser corregido el error.

INSPECCIONES NOCTURNAS

El inspector que trabaja en las playas durante la noche se orienta mejor cuando tiene a mano la información recopilada durante las investigaciones diurnas. Durante las inspecciones nocturnas el inspector camina a lo largo de la playa en busca de luces procedentes de fuentes artificiales. Hay dos categorías generales de luces artificiales que los inspectores pueden detectar.

1. Luz directa. Una fuente es considerada como una luz directa cuando alguno de sus elementos (el globo, la lámpara, o el reflector) es visible desde la playa. Una fuente que no es visible desde un lugar puede ser visible desde otro punto cercano a la playa. Cuando se detecta la luz directa se debe tomar nota de la cantidad, tipo de luz (discernible por el color, Apéndice A) estilo (Apéndice E), montura (poste, pórtico, etc.), localización (dirección, calle, número de apartamento, número de identificación del poste y de la luminaria(s)). Si la dirección exacta de la fuente del problema no fue determinada durante la inspección preliminar diurna, esto deberá hacerse luego de realizarse la inspección nocturna. Muchas veces se recomienda fotografiar las fuentes de luz utilizando una exposición prolongada de la película.
2. Luz indirecta. Una luminaria se considera como una luz indirecta si no se puede ver desde la playa pero ilumina a un objeto (por ejemplo, un edificio, pared, árbol) que sí es visible desde la playa. Cualquier objeto en las dunas que proyecta claridad probablemente está alumbrado por una fuente de luz indirecta. Siempre que sea posible, se debe tomar nota de la cantidad, tipo de lámpara, estilo, y la montura de la fuente de luz indirecta. Como mínimo se deben

tomar notas que permitan al investigador encontrar la fuente de luz durante una inspección de seguimiento diurna (por ejemplo, qué pared del edificio está iluminada y desde qué ángulo).

¿CUANDO DEBIERAN REALIZARSE LAS INSPECCIONES DEL ALUMBRADO?

Debido a que las luces que causan problemas pueden distinguirse mejor en las noches más oscuras, las inspecciones se deben conducir preferiblemente durante noches sin luna. A excepción de algunas noches próximas a la luna llena, en cada noche del mes hay períodos en que no se ve la luna. Las inspecciones en horas tempranas de la noche (probablemente la hora más conveniente para los inspectores) se realizan mejor durante los dos a 14 días siguientes a la luna llena. Aunque muchos de los problemas ocasionados por el alumbrado son visibles en noches de luna, algunos problemas (en especial los ocasionados por las luces indirectas) son difíciles de detectar en noches claras.

Se recomienda llevar a cabo una inspección nocturna y una diurna antes del comienzo de la temporada de anidamiento, y realizar por lo menos tres inspecciones nocturnas durante el período de anidamiento y eclosión de los neonatos. Las primeras inspecciones (diurna y nocturna) deben realizarse justo antes de que comience la anidación. La idea es que los gerentes, inquilinos y dueños conozcan el problema y modifiquen o sustituyan las luces antes de que afecten a las tortugas marinas. Se debe hacer una inspección nocturna de seguimiento aproximadamente dos semanas después de haberse realizado la primera inspección del alumbrado de manera que se pueda identificar cualquier problema que no haya sido corregido. Durante el período de anidamiento y nacimiento de los neonatos el problema del alumbrado que aparentemente fue corregido puede volver a surgir debido al olvido de los dueños o porque ha habido un cambio de dueño. Por este motivo, se recomienda que se realicen dos inspecciones a mediados de la temporada. La primera de estas inspecciones debe llevarse a cabo aproximadamente dos meses después de comenzada la temporada de anidamiento, que es cuando los neonatos empiezan a salir de los nidos. Para verificar que el problema de las luces ha sido resuelto, una segunda inspección de seguimiento debe conducirse una semana después.

¿QUIEN DEBIERA REALIZAR LAS INSPECCIONES DEL ALUMBRADO?

Aunque no se requiere que una institución o agencia en particular realice estas inspecciones, los gerentes, inquilinos y dueños de las propiedades son más receptivos si la persona que hace las recomendaciones

representa a un grupo conservacionista de renombre, a una firma de consultores, o a una agencia del gobierno. Cuando las leyes locales regulan el alumbrado en las playas, los agentes del gobierno local conocedores de las reglas a aplicar deberán realizar las inspecciones del alumbrado y comunicarse con el público para solucionar los problemas.

¿QUE DEBIERA HACERSE CON LA INFORMACION DE LAS INSPECCIONES DEL ALUMBRADO?

Aunque las inspecciones del alumbrado ayudan a los conservacionistas a evaluar la magnitud del problema creado por las luces en una determinada playa de anidamiento, la meta principal de las mismas debe ser que el problema sea resuelto. Para lograrlo, se debe suministrar a los gerentes, inquilinos y dueños de las propiedades la información necesaria para realizar los ajustes necesarios en el alumbrado. Esta información deberá detallar la localización y la descripción de la fuente originaria del problema, e incluir recomendaciones sobre cómo corregirlo. El informante también deberá estar preparado para discutir en detalle cómo el alumbrado afecta a las tortugas marinas. El conocimiento de la naturaleza del problema motivará al individuo a actuar mucho más que si solamente se le dice qué debe hacer.

Monitoreo de la Conducta de las Tortugas Marinas

La mayoría de las veces, el comportamiento de las tortugas marinas y sus crías puede ser estudiado mediante sus huellas en la arena. Esta evidencia indica con qué frecuencia, dónde ocurre el anidamiento y si están bien orientados los neonatos cuando emprenden su viaje hacia el mar desde el nido. El monitoreo de este comportamiento es una de las formas en que mejor se pueden evaluar los problemas ocasionados por la iluminación artificial, pero no es un sustituto al programa de inspección del alumbrado, discutido anteriormente. Hay muchos problemas creados por la iluminación artificial que afectan a las tortugas marinas, incluso ocasionándoles la muerte sin dejar huellas en la arena de las playas.

ANIDAMIENTO DE LAS TORTUGAS MARINAS

En muchas playas, los biólogos para obtener información sobre el anidamiento realizan un recorrido por la mañana temprano observando las huellas dejadas durante la noche anterior. Con adiestramiento, una persona puede llegar a determinar la especie de tortuga marina que estuvo anidando, dónde ocurrieron estos

intentos, y el éxito de los intentos de anidación. Estas evaluaciones de los nidos es uno de los estudios más comunes hechos sobre las poblaciones de tortugas marinas.

Debido a que son muchos los factores que afectan la selección del lugar de anidamiento por una tortuga marina, el observar los nidos no es la mejor manera para evaluar los problemas ocasionados por el alumbrado artificial. Sin embargo, los cambios que se observan en la distribución o la composición del nido pueden indicar serios problemas ocasionados por el alumbrado y deben ser seguidos por un programa de inspección del alumbrado si es que no hay ya uno implementado.

ORIENTACION DE LOS NEONATOS

A pesar de que los neonatos son más sensibles a la luz artificial que las tortugas nidificantes, la evidencia que éstos dejan en las playas al no encontrar su camino al mar es más escasa. Esto puede llevarnos a subestimar la magnitud del problema causado por la iluminación; sin embargo, aún siendo escasa, esta evidencia puede ser útil a la hora de localizar problemas específicos con el alumbrado entre los períodos de inspección. La evidencia de la orientación de los neonatos puede usarse de dos maneras distintas para determinar la magnitud del problema del alumbrado:

INSPECCIONES DE LA ORIENTACION DE LOS NEONATOS

De los dos métodos, los estudios de orientación de los neonatos midiendo la orientación de sus huellas dejadas donde han salido del nido, constituyen el método más preciso. Debido a que el conglomerado de huellas dejada por los neonatos en el sitio donde emergen es muy confuso para permitir medir las huellas individualmente, tomar medidas de la amplitud angular de las huellas (la amplitud del área en que las huellas se dispersan desde el nido) y de la trayectoria de las huellas (la dirección que la mayor parte de los neonatos tomaron) sirve como sustituto. Cuando las tortugas no muestran predilección por un lugar de la orilla en específico, ni escogen un tiempo específico del ciclo lunar, los datos recopilados en estos casos pueden servir como un índice bastante preciso sobre la orientación correcta de estas tortugas (Witherington *et al.*, 1996).

REPORTES DE DESORIENTACION DE LOS NEONATOS

Aunque muchos de los casos de desorientación de los neonatos pasan desapercibidos, algunos llegan a ser observados y reportados. La evidencia de estos casos incluye huellas en círculos, huellas que se alejan del océano, o cadáveres de neonatos que han muerto de-

bido a deshidratación y extenuación. Debido a que los que reportan estas observaciones lo hacen cuando están llevando a cabo otras actividades tales como conteos de nidos, los únicos casos que llegan a reportarse son los casos más evidentes. A pesar de que estos reportes tienen un gran sesgo en su cobertura, pueden aportar información muy valiosa.

Los reportes sobre la desorientación de los neonatos pueden ayudar a identificar inmediatamente un problema de contaminación causado por iluminación artificial. A pesar de que no todos los neonatos que se desorientan a consecuencia de los efectos del alumbrado son observados y/o reportados, cada reporte constituye un evento documentado. Cuando los reportes son recibidos por agencias de gestión o grupos conservacionistas, se pueden tomar las medidas necesarias para corregir el problema en el lugar mencionado por el reporte. Para facilitar la recopilación de esta información se debe distribuir un formulario a todos los trabajadores en las playas que puedan llegar a descubrir evidencia de la desorientación de los neonatos. A continuación damos una lista de la información que debería ser incluida en un formulario estandarizado para este tipo de reportes:

1. Fecha y hora (AM o PM) en que se descubrió la evidencia.
2. Nombre del informante, dirección, número de teléfono y afiliación (si la tiene). La persona será contactada para verificar la información y para ubicar el sitio.
3. Lugar de los hechos e identificación de la fuente de luz que probablemente ocasiona el problema. Una descripción detallada por escrito del lugar de manera que una persona que no esté familiarizada con el mismo pueda encontrarlo fácilmente. El informante deberá juzgar cuál luz fue la causante de la desorientación, una decisión que conllevará saber qué luz estaba encendida la noche anterior y la(s) dirección(es) de las huellas en la playa. Si es posible, el tipo de luz responsable debe ser identificado (por ejemplo, luz de vapor de sodio a alta presión, alumbrado de la calle).
4. El número de crías de cada especie involucrada en el evento. Si no se encuentran los cadáveres o los neonatos vivos, se dará un estimado de las especies y el número de individuos.
5. Información adicional acerca del evento.

Soluciones: Resolviendo los Problemas Causados por la Iluminación Artificial

La Luz como Contaminante

La contaminación ocasionada por la iluminación artificial tiene efectos muy variados. Los términos “contaminación por luz” y “foto-contaminación” fueron originalmente usados por los astrónomos (Dawson, 1984; Eakin, 1986) para denominar la luz que nos impide observar el cielo por la noche, ya sea con fines científicos o por placer. Muchas de las luces que nos impiden disfrutar de una noche estrellada durante un paseo por la playa, son también las causantes de la desorientación de las tortugas marinas y de la perturbación de su anidamiento. Se están empezando a conocer los efectos biológicos ocasionados por la contaminación por luz y éstos no se limitan solamente a las tortugas marinas. Muchos animales—como las aves migratorias y los insectos nocturnos—que dependen de la luz natural para percibir las señales de la naturaleza para su orientación, son víctimas conocidas de la iluminación artificial (Verheijen, 1985; Witherington, 1997).

El solucionar los problemas ocasionados por la contaminación por luz puede ser muy diferente a solucionar los problemas ocasionados por otros contaminantes. Por ejemplo, en teoría, una luz dañina puede ser eliminada instantáneamente presionando el interruptor de la luz. La luz no se queda en el medio-ambiente como sucede con muchas de las sustancias contaminantes. Sin embargo, la dificultad estriba en reconocer que existe contaminación creada por el alumbrado y en estar de acuerdo sobre cuáles luces ocasionan el problema. Lo que puede ser para una persona una amenaza al medio ambiente puede representar para otra un medio de seguridad y protección.

Podemos considerar que la contaminación por iluminación no es más que luces artificiales que se encuentran fuera de sitio. La mayor parte de las veces, las luces que se encuentran localizadas en áreas que estaban destinadas a alumbrar, ocasionan muy poco daño. Esto es cierto en referencia a las playas de anidamiento; el alumbrado artificial que ilumina las propiedades en las dunas sin que su resplandor llegue hasta el área de los nidos en la playa no representa una amenaza para las tortugas marinas.

La estrategia más fácilmente adoptada para solucionar los problemas de contaminación por luz artificial

es saber controlarla, no prohibirla. En muchos casos, la luz que ocasiona el problema para las tortugas marinas “se esparce” desde sitios donde debía iluminar; este “esparcimiento de la luz” no es beneficioso y debe ser controlado. Un programa creado para el uso y manejo de la luz ayudaría a solucionar el problema de la contaminación en vez de una política de total prohibición que podría resultar amenazadora para el público.

USO DE LA MEJOR TECNOLOGIA DISPONIBLE

El manejo de la luz para la conservación de las tortugas marinas debe perseguir una meta definida; es decir, la luz debe ser controlada hasta un nivel que los conservacionistas puedan identificar. Desafortunadamente, no hay un nivel de intensidad de luz que pueda ser usado como criterio. El nivel de luz artificial necesario para que se interrumpa el anidamiento o para crear la desorientación de los neonatos varía grandemente con el nivel de luz ambiental (luna) y la presencia de otros factores visuales (por ejemplo, la cantidad de dunas). Como resultado, no existe un nivel aceptable de iluminación para cada playa de anidamiento y para cada clase de iluminación.

Debido a la dificultad que presenta la medición del nivel aceptable de iluminación, resulta mucho más productivo simplemente tratar de reducir la contaminación lo más posible. Este es el concepto que encierra el uso de la mejor tecnología disponible (MTD: estrategia común al manejo de otros tipos de contaminación que consiste en seleccionar la mejor de las tecnologías de reducción existente). La mejor tecnología disponible es la base de los métodos para reducir los efectos de la luz hasta donde sea posible en la práctica. Aunque no hay un tipo de luz “beneficioso para las tortugas” que pueda ser usado en todos los sistemas de alumbrado, sí existen métodos que se pueden utilizar y características que el alumbrado puede tener para disminuir la amenaza de contaminación creada por la luz en las tortugas marinas. Como describimos a continuación, estas tácticas de manejo de la luz incluyen el apagado de ciertas luces, el controlar la luz de manera que el reflejo que llegue a las playas sea reducido, y asegurarse de que el color de la luz que llega hasta la playa no sea el más perjudicial.

Métodos Efectivos para Manejar la Luz

APAGAR LAS LUCES PROBLEMATICAS

Cualquier estrategia para reducir la contaminación de la luz debe comenzar identificando aquellas fuentes de luz que pueden ser apagadas o eliminadas. Muchas fuentes de luz iluminan áreas innecesariamente. Estas fuentes de luz innecesarias incluyen:

1. Fuentes de luz que alumbran áreas donde no se requiere seguridad. La mayor parte de las veces esto incluye a las playas. Las playas que bordean los océanos son propiedad pública, y en ellas normalmente no se custodia nada.
2. Fuentes de luz que alumbran áreas que están vacantes o donde no hay tráfico de peatones.
3. Luces decorativas. Estas luces usualmente tienen uso limitado, ya que su propósito es realzar la estética. El efecto de las luces decorativas cercanas a las playas de anidamiento es mucho más dañino a las tortugas marinas que el beneficio público que proporcionan.
4. Las fuentes de luz que proveen una iluminación excesiva para una actividad en particular. El nivel de iluminación que se requiere para seguridad y protección es más bien bajo (2–11 lux, es recomendado para verjas de seguridad y áreas de estacionamiento), comparado con la iluminación que se necesita para realizar un trabajo detallado, leer confortablemente, y/o participar en actividades al aire libre (110–320 lux) (Kaufman y Christensen, 1987).

Las fuentes de luz innecesarias localizadas cerca de las playas de anidamiento deben ser eliminadas, así como el número de las fuentes de luz que ofrecen una iluminación excesiva. El alumbrado necesario para seguridad y protección puede ser usado a horas tempranas de la noche y luego ser apagado por el resto de la noche (véase la información sobre los contadores y detectores de movimiento más adelante). Aquellos artefactos de valor que requieran de alumbrado por motivos de seguridad debieran ser retirados del área de playa.

El método más sencillo, barato y directo para solucionar los problemas ocasionados por luces, es apagarlas. Con esto, estaremos contribuyendo a la conservación de energía eléctrica y las tortugas marinas. Usualmente los dueños de propiedades privadas pueden apagar las luces ellos mismos; sin embargo, las fuentes de luz más potentes y los postes donde éstas están ubicadas muchas veces son rentados a una compañía de energía eléctrica y solamente pueden ser apagadas por el personal autorizado de dichas compañías a petición del cliente que paga por la factura de electricidad.

REDUCIR LA ILUMINACION DE LA PLAYA POR FUENTES EXTERIORES

El alumbrado en las playas proveniente de luces externas puede ser reducido de diversas maneras, a saber:

1. Apagando la luz, o mejor aún, quitando la lámpara. En algunas ocasiones ésta es la única solución al problema, siendo la más sencilla y barata. El alumbrado no necesita estar apagado todo el año, sólo durante los meses que dura el período de anidamiento.
2. Reduciendo el número de watts de las luces que ocasionan el problema. Para ciertos tipos de lámpara (por ejemplo, alto número de watts de vapor de sodio) y diferentes estilos (por ejemplo, reflectores) la reducción de watts de la lámpara reducirá la cantidad de luz que ésta emite. Cuando se cambia de tipo de lámpara o modelo se debe siempre consultar la información que provee el fabricante sobre la luminancia de la misma (casi siempre dada en lúmenes). El Apéndice B contiene una tabla que describe la eficiencia (lúmenes/watt) de varias fuentes de luz.
3. Sustituyendo las luces por otras mejor enfocadas, de manera que la iluminación quede concentrada donde es más necesaria. Las luces direccionales de bajo número de watts pueden reemplazar a las multidireccionales de alto número de watts. Las luces no deben ser enfocadas hacia las áreas de anidamiento en las playas ni hacia objetos visibles desde la playa (ver Apéndices D–F).
4. Usar bloqueadores que oculten las fuentes de luz en las playas de anidamiento. Para que estos bloqueadores sean efectivos, deben ser opacos, suficientemente grandes y colocados de manera que la luz no llegue hasta la playa. En la mayoría de los casos, pueden ser hechos con materiales baratos y fáciles de conseguir. El aluminio, el hierro galvanizado, la madera prensada y algunos plásticos opacos son excelentes bloqueadores. Un método efectivo, sencillo y barato para cubrir las fuentes de luz con pantalla hemisférica (por ejemplo, faroles estilo “cabeza de cobra”) es forrar por dentro con papel de aluminio la mitad del globo que da hacia el mar (el papel de aluminio no se mantendrá adherido en la parte exterior del globo). Los intentos de tapar la luz aplicándole acrílico, acetato o pintura al globo, generalmente no resultan efectivos porque estos materiales no son lo suficientemente opacos. Los bloqueadores en papel de brea son efectivos por un corto tiempo ya que no sobreviven las inclemencias de la intemperie. Un buen protector debe de producir un ángulo de corte a la luz de 90° o más. A pesar de que en el mercado hay algunos filtros para algunas fuentes de luz, (Luminaire Technologies Inc., Hubbell

- Lighting Inc.; Apéndice G), existen muchos y muy variados estilos y diseños de fuentes de luz que hacen necesario que esos sean hechos a la medida. Muchas veces en vez de instalar un filtro, cambiar la instalación fija por un estilo direccional es casi siempre la manera más eficiente y permanente de solucionar el problema.
5. Colocando las luces bajo el alero del techo. De esta manera resultan ser más direccionales y si se enfocan hacia abajo, serán menos visibles desde la playa que una luz multi-direccional (Apéndices D y E).
 6. Disminuyendo la altura de los postes de luz o utilizando postes anchos de piedra con rejillas para dirigir la luz (luces de poste corto, tipo “bollard”) como un sustituto a las luces montadas en postes altos. A menor altura, menor será el área que ilumina una luz. Además, los objetos en las dunas (vegetación, edificios) resultan ser un escudo para las fuentes de luz que se montan a nivel bajo. Es muy difícil proteger las luces montadas en postes altos en las playas. La reducida altura de las luces de poste corto y las rejillas que pueden colocárseles para controlar la dirección de la luz resultan ideales para mantener la luz cerca del suelo y enfocada lejos de la playa.
 7. Ajustando las luces para que no enfoquen hacia la playa de anidamiento. Incluso las fuentes direccionales más difusas pueden ser reajustadas para que gran parte de su luz sea dirigida en dirección opuesta al área de playa.
 8. Moviendo las luces para sacar provecho de los escudos de luz naturales. Las fuentes de luz necesarias pueden ser colocadas en el lado opuesto a la playa de cualquier edificio o vegetación.
 9. Instale un interruptor automático para apagar la luz cuando ya no sea necesaria. Esta táctica en sí es una solución parcialmente efectiva al problema debido a que tanto el desove como la eclosión pueden ocurrir a cualquier hora de la noche. Para que esto sea más efectivo, estos interruptores automáticos deberán ser programados para que apaguen las luces después de las primeras horas de la noche, a más tardar una hora después del anochecer. El ser humano es un sustituto muy ineficiente para ser “interruptor automático” debido a que olvida apagar las luces, lo deja para después, *etc.*
 10. Instalando detectores de movimiento. La luz que está conectada a un detector de movimiento sólo se enciende cuando se detecta un movimiento cercano a su radio de acción y se apaga después de un período adecuado. De esta manera, la luz está encendida sólo cuando es necesaria por motivos de seguridad y protección. Si es posible, el período en que la luz se mantiene encendida no debe ser superior a los 30 segundos. Este tipo de luz no debe usarse en áreas de tráfico intenso que sean visibles desde la playa. Los detectores de movimiento son por lo general una mejor solución a los problemas del alumbrado que los interruptores automáticos ya que son relativamente baratos y fáciles de conseguir (Apéndice D). Sin embargo, los detectores de movimiento sólo pueden ser usados con lámparas incandescentes (también las bombillas amarillas para insectos funcionan bien con estos detectores).
 11. Instalar una visera o rejilla a las luces deportivas. Las luces deportivas o de estadio—luces intensas de alto alcance que comúnmente están montadas en unidades múltiples en postes altos—pueden ser un problema de difícil solución. Este tipo de alumbrado no debe usarse en las cercanías de una playa durante el período de anidamiento. Debido a que el alumbrado en los estadios tiende a ser dirigido hacia afuera y es intenso, produce un reflejo que puede afectar a playas de anidamiento distantes avarios kilómetros. Este reflejo puede disminuirse si se instalan luces individuales con visera o rejillas que reduzcan la cantidad de luz que apunta hacia arriba y a los lados (Hubbell Lighting Inc.; Apéndice G).
 12. Reemplazando las luces grandes en las rampas de acceso a las playas con luces especiales para pasillos. Debido a que las luces que iluminan las rampas de acceso están colocadas casi siempre en la playa, ocultarlas se hace difícil. La mejor solución, a parte de apagarlas, es colocar luces que alumbren solamente la superficie de la rampa. Una manera de disimular estas luces es usando artefactos pequeños (por ejemplo, luz emitida por diodos) localizados en ranuras que bordean la rampa (Apéndice E).
 13. Sembrando vegetación apropiada en las dunas para que actúe como un filtro de luz. El sembrar vegetación en las dunas para bloquear la luz puede aliviar los problemas ocasionados por el alumbrado que no está siendo controlado por ninguna de las técnicas mencionadas. Para mayor efectividad, la vegetación debe sembrarse cerca de la cresta de la duna que se encuentra más cercana a la playa, que es donde normalmente crece la vegetación leñosa y bien establecida. Las plantas nativas, arbustos con profusión de hojas, que sean tolerantes a la sal, son las más recomendables. Ver la información que se provee sobre los filtros de luz más adelante.

REDUCIR LA ILUMINACION DE LA PLAYA POR FUENTES INTERIORES

La luz proveniente del alumbrado localizado en el interior de un edificio o vivienda también puede ocasionar problemas a las tortugas. La base para determinar los

problemas ocasionados por estas luces es la misma que para luces exteriores. Las luces interiores representan un problema si son visibles desde la playa.

Las luces en el interior de un edificio que está localizado cerca de la playa, que es muy alto, o tiene grandes ventanales que dan hacia el área de la playa, crean un gran problema para las tortugas. Debido a que las luces interiores no están diseñadas para alumbrar afuera, el efecto no deseado que crean estas luces puede ser fácilmente corregido sin comprometer su verdadera función si se hace lo siguiente:

1. Apagar las luces en las habitaciones que no se están usando. Un aviso al respecto, colocado encima del interruptor de la luz en aquellos cuartos que dan hacia el mar, sería de gran ayuda.
2. Reubicar las lámparas portátiles lejos de las ventanas que tienen vista a la playa.
3. Poner un tinte u otro protector a las ventanas que dan hacia la playa de manera que la luz que salga del cuarto sea sustancialmente reducida. Un cristal teñido o con un tratamiento adecuado puede reducir la visibilidad de la luz interna en un 45%. El cristal de la ventana puede ser teñido durante su manufactura, o después con la aplicación de una lámina de tinte. Los tratamientos de ventanas (con productos oscurecedores) son menos permanentes pero pueden reducir más el reflejo de la luz que los tintes o láminas. Lo ideal sería bloquear completamente la luz. Ver el Apéndice G en una lista de compañías que ofrecen cristales con tinte y otros tipos de tratamientos para ventanas.
4. Cerrar las cortinas o persianas al anochecer para cubrir completamente las ventanas que son visibles desde la playa. Esta es una solución barata ya que en muchos hogares las ventanas tienen cortinas o persianas para la privacidad de sus ocupantes.

USAR ALTERNATIVO, FUENTES DE LUZ DE LONGITUD DE ONDA AMPLIA

Donde los esfuerzos para reducir, re-orientar, o bloquear la luz no resulten totalmente efectivos, cierta cantidad de luz llegará a la playa. Una estrategia adicional para reducir los efectos de la luz artificial consiste en asegurarse de que cualquier luz que llegue a la playa tenga las propiedades espectrales que la hagan menos perjudicial a las tortugas marinas. Las fuentes de luz menos ofensivas a las tortugas tienen una distribución espectral que excluye las longitudes de onda corta (ultravioleta, violeta, azul, y verde). Estas luces de longitud de onda larga tienen un efecto mínimo en las tortugas marinas, pero como no son completamente inofensivas no deben ser usadas sin una técnica de manejo de iluminación.

LUCES DE VAPOR DE SODIO A BAJA PRESIÓN

Las propiedades espectrales de las luces de vapor de sodio a baja presión (LPS, por sus siglas en inglés) son las que afectan menos a las tortugas marinas debido a sus propiedades espectrales. Se llegó a esta conclusión mediante estudios de la anidación y eclosión de cahuamas y tortugas verdes, conjuntamente con algunos estudios de las crías de carey y tortuga golfina. Debido a que la luz de las lámparas LPS no es completamente ignorada por las tortugas marinas, el uso de las mismas debe ser considerado sólo como un sustituto temporal de fuentes de luz más perjudiciales en lugar de un reemplazo permanente para reducir la iluminación en las playas.

Las luces LPS tienen un efecto más marcado en algunas especies que en otras. Se ha observado que los neonatos de cahuama no son muy afectados por las luces de vapor de sodio durante su proceso de orientación hacia el mar, mientras que los neonatos de la tortuga verde sí pueden ser afectados bajo ciertas condiciones. A pesar de que se piensa que las luces LPS tienen un efecto mínimo sobre los neonatos de cahuama debido a la aversión que éstos tienen hacia la luz amarilla, no es cierto que este tipo de luz reducirá la atracción que otras fuentes de luz adyacentes puedan tener en las playas de anidamiento. Para facilitar la orientación de las cahuamas hacia el mar en una playa alumbrada, la iluminación con luces LPS deberá ser considerablemente mayor que la utilizada comúnmente para iluminar exteriores.

FILTROS AMARILLOS, LUCES CONTRA INSECTOS, Y LEDs ROJOS

Las bombillas que tienen un tinte amarillo para reducir la emisión de luz de onda corta que atrae a los insectos (luces contra insectos) ejercen un efecto mínimo sobre las tortugas marinas. Estas luces son una alternativa a las luces LPS. Pueden ser menos costosas (inicialmente) y pueden obtenerse más fácilmente en el mercado. Las verdaderas luces de insectos son bombillas incandescentes, pero también se consiguen en forma de tubos fluorescentes teñidos de amarillo (Apéndice C) que podrían usarse en lugar de los tubos blancos fluorescentes.

La efectividad de los filtros de color ámbar o amarillos instalados en las luces varía, además de que pueden decolorarse, aumentando con el tiempo su transmisión de luz de onda corta. Una excepción a esta regla son los filtros dicróicos amarillos de "paso largo"—ya que filtran bien las ondas cortas y generalmente no se deterioran con el tiempo (pero pueden degradarse con el calor intenso). Para reducir al mínimo el efecto sobre las tortugas marinas, los filtros dicróicos deberán eliminar todas las lon-

gitudes de onda por debajo de los 520 nm.

Los diodos que emiten luz roja (LEDs, por sus siglas en inglés) son muy pequeños para iluminar áreas grandes, pero pueden ser usados en pasillos y escalones. La luz emitida por estos diodos permanece como una verdadera luz roja de banda estrecha durante toda la vida útil de la bombilla, y es probablemente una de las fuentes de luz menos visibles para las tortugas. La luz roja emitida por diodos tiene la ventaja adicional de que no obstaculiza la visión nocturna de las personas que visitan la playa. A medida que una persona camina por la playa en un sendero iluminado con luces LEDs, sus ojos se ajustan a la oscuridad, y cuando llega al área oscura de la playa esta persona tiene la capacidad de ver a la luz de la luna y las estrellas.

COMO SELECCIONAR UNA FUENTE DE LUZ ALTERNATIVA

Seleccionar una fuente de luz alternativa puede ser complicado. Por ejemplo, ¿cuál sería menos dañina a las tortugas marinas: un bombillo blanco de 14 watts o un bombillo de vapor de sodio (LPS) de 35 watts? Desafortunadamente, no existe una fórmula confiable que pueda usarse para calcular cuánto puede afectar a las tortugas marinas una determinada fuente de luz. Sin embargo, sabemos que si las emisiones espectrales de una fuente de luz son equivalentes, al reducir su intensidad se reducirá su efecto, y si las intensidades son similares, substituyendo las fuentes de menor atracción (como las luces LPS) también se reducirá su efecto. De este modo, una estrategia lógica sería manipular tanto la intensidad como el color para reducir los efectos en las tortugas marinas. Se deben usar tan pocas luces como sea factible, y en aquellos casos en que resulten imprescindibles, las luces de onda larga (luces LPS, luces contra insectos, *etc.*) deberán reemplazar a las que ocasionan más problemas, y la intensidad deberá ser reducida usando bombillas de bajo número de watts colocadas en lámparas que iluminen hacia abajo y en dirección contraria a la playa. En vez de intentar contestar a la pregunta hipotética mencionada más arriba, es mejor considerar las nuevas tecnologías que se ajusten mejor a nuestras necesidades de iluminación. Si una bombilla blanca de 15 watts emite la luz que se necesita, entonces una bombilla contra insectos de 15 a 25 watts sería más apropiada que una de vapor de sodio (LPS) de 35 watts, la cual emitiría aproximadamente 20 veces la luz de una bombilla blanca.

USE MALLAS DE LUZ Y MEJORE EL PERFIL DE LA DUNA

Tanto los experimentos de laboratorio como los realizados en el campo sugieren que las siluetas de las dunas influyen sobre la orientación de los neonatos

hacia el mar (Limpus, 1971; Salmon *et al.*, 1992), y está muy claro que los problemas de orientación hacia el mar se incrementan cuando estas siluetas son bajas o contienen escasa vegetación (Ferris, 1986; Witherington, 1990; Reiners *et al.*, 1993). Indistintamente de que esto se produzca debido a que las dunas constituyan una señal visual o que simplemente estén bloqueando la luz, o ambas cosas, la elevación del contorno de las dunas puede reducir los problemas creados por el alumbrado. Los siguientes métodos pueden usarse:

1. Sembrar vegetación nativa en la duna. A diferencia de los protectores artificiales de luz, esta vegetación crecerá y mejorará el hábitat de las dunas para atraer a otros animales, a la vez que puede brindar mejores señales de orientación a los neonatos de tortugas marinas.
2. Colocar pantallas que oculten la luz artificial en las dunas cuando se necesite bloquear la luz inmediatamente y por un corto período de tiempo. Estas pantallas artificiales deben de ser colocadas de manera que no obstaculicen el anidamiento. Una sección de "tela de sombra" resistente, o "verjas de privacidad" pueden servir como pantallas de luz. Estas pantallas pueden ser utilizadas para bloquear la luz hasta que la vegetación crezca lo suficiente para cubrir las brechas en las dunas.
3. Rellenar y sembrar plantas en los cortes que se producen en las dunas, los caminos y las áreas erosionadas. Muchas veces, los neonatos desorientados y las hembras adultas salen de la playa a través de estos huecos iluminados de las dunas.
4. Facilitar el camino de los neonatos hacia el mar mediante senderos protegidos de la luz. En la playa de anidamiento de cahuamas en la Estación de Cabo Cañaveral de la Fuerza Aérea, Florida, U.S.A., los trabajadores han podido corregir la orientación de los neonatos en áreas iluminadas creando sombra en el lado de la duna donde se encuentran los nidos y erigiendo una pared de madera de 10 cm desde el nido hasta la línea de marea alta (Leach, 1992). Estas tácticas deben ser usadas sólo temporalmente como medidas preventivas para reducir la mortalidad de neonatos mientras se realizan otros esfuerzos para reducir el efecto de las luces artificiales.

UNA ESTRATEGIA COMPLETA PARA REDUCIR LOS EFECTOS DE LA ILUMINACION ARTIFICIAL

Hay muchas opciones disponibles para disminuir los efectos de la luz artificial en las tortugas marinas, pero para poder implementarlas se necesita tener un plan para educar a las personas implicadas, crear leyes, aplicarlas, e inspeccionar las playas de anidamiento.

1. Educación. Los esfuerzos en este sentido deben de empezar creando conciencia sobre los problemas de iluminación y sus posibles soluciones en aquellos que puedan solucionarlos (individuos, compañías o gobiernos). Mantener al público informado es un prerrequisito para lograr cualquier acción legislativa y además crear resultados que pueden ir más allá de lo que es ordenado por el gobierno. Muchas de las organizaciones que aparecen en el Apéndice I son verdaderas autoridades en la educación del público sobre temas de conservación. Los artículos en los medios de comunicación, la distribución de panfletos y hojas sueltas (ver Apéndice I para información sobre fuentes), presentaciones en reuniones comunitarias, y las campañas de puerta a puerta, pueden crear conciencia en el público sobre la necesidad de que hayan áreas oscuras en las playas de anidamiento (Limpus *et al.*, 1981; Witherington, 1986).

Los esfuerzos de concientización a largo plazo también deberán de tomar en cuenta a las futuras generaciones. Cultivar el respeto y la apreciación por las tortugas marinas y la naturaleza en los niños con edad escolar constituye una excelente inversión conservacionista.

2. Legislación. Aunque es necesario que el público se de cuenta de la importancia de mantener ciertas áreas de las playas en completa oscuridad, hace falta complementar esto con proyectos de leyes apropiados para la gestión de la iluminación. Las leyes para la gestión de la iluminación constituyen un compromiso formal con la comunidad para proteger a las tortugas marinas de las luces artificiales. Ver el Apéndice H y la información sobre proyectos de ley que se incluye a continuación.

3. Prevención y esfuerzos para aplicar la ley. Es más fácil solucionar los problemas de contaminación por iluminación durante la fase de planificación preliminar, es decir, antes de que los proyectos se lleven a cabo y se instale el alumbrado. Se debe legislar para que una autoridad conocedora en la materia revise los planos de construcción de manera que cualquier iluminación instalada cerca de una playa de anidamiento no presente un problema para las tortugas marinas. La solución a los problemas ocasionados por la iluminación debe ser obligatoria. En las situaciones en que los problemas ocasionados por el alumbrado sean complicados y de difícil solución, se deberán conceder períodos de gracia; sin embargo, cuando los problemas por el alumbrado son de gran magnitud y fácilmente identificables se deberá tomar acción inmediata. Idóneamente, las advertencias deben de ser hechas antes del período de anidación y eclosión de manera que los problemas sean solucionados antes de que el

anidamiento se vea afectado y los neonatos mueran.

4. Conocer la playa de anidamiento. Los problemas ocasionados por luces artificiales pueden ser detectados más fácilmente si los observadores están familiarizados con las actividades de las tortugas y los seres humanos en el área de la playa. Los problemas ocasionados por la iluminación pueden ser difíciles de detectar. Los resultados de las inspecciones del alumbrado, los análisis sobre el anidamiento, y los reportes sobre la desorientación de los neonatos deben ser evaluados regularmente.

Ordenanzas sobre Alumbrado: Cómo una Idea Llega a Convertirse en Ley

A menudo es esencial la acción de los gobiernos locales, regionales (o provinciales) y nacionales para asegurar que la gestión del alumbrado en las playas de anidamiento, justificada por estudios científicos y apoyada por la comunidad, se haga una realidad. Al adoptar leyes sobre el manejo del alumbrado, el gobierno hace un compromiso a largo plazo de proteger las tortugas marinas contra los daños ocasionados por la iluminación artificial. Se necesitan leyes para el manejo de la iluminación artificial debido a que algunas personas se niegan a corregir los problemas del alumbrado a menos que se les obligue. Las leyes constituyen una orden para actuar cuando es necesario, y en muchas playas de anidamiento resulta ser la única forma de resolver los problemas de contaminación por luces artificiales.

Además de constituir una orden pública, las leyes pueden establecer criterios específicos para determinar cuáles fuentes de luz causan problemas y cómo pueden ser modificadas para resolverlos. Las leyes aseguran que los problemas ocasionados por el alumbrado artificial sean manejados en una forma justa e imparcial en todas las áreas costeras.

A continuación ofrecemos una guía que presenta paso a paso cómo iniciar un proyecto de ley para la protección de las tortugas marinas afectadas por la iluminación artificial y conseguir su aprobación e implementación. La información que se presenta está basada mayormente en los esfuerzos realizados en el estado de la Florida, U.S.A., y presenta un modelo que puede ser aplicado en cualquier lugar.

1. FAMILIARIZESE CON LOS PUNTOS A DISCUTIR

Aquellas personas que acepten la responsabilidad de involucrarse en la promoción de proyectos de ley sobre la iluminación artificial, deben familiarizarse con todos los temas relacionados, a saber: los efectos específicos

de la luz artificial sobre las tortugas marinas, los métodos más recomendables para corregir las luces que ocasionan problemas, los patrones de anidamiento de las tortugas marinas en la localidad, los problemas de iluminación observados y/o potenciales en la localidad, y los detalles de las leyes de iluminación existentes que puedan servir como modelo.

Van Meter (1992) ofrece una visión general sobre la biología de las tortugas marinas para el público en general, y el National Research Council [Consejo Nacional de Investigación] (1990) ofrece información detallada sobre los temas de conservación que afectan a las tortugas marinas. En ciertas playas, también puede obtenerse información adicional mediante investigadores locales, conservacionistas, o reportes publicados sobre la anidación de tortugas marinas, orientación de los neonatos, y el alumbrado existente. En el caso de playas menos estudiadas, gran parte de esta información deberá ser recopilada. Información general sobre la iluminación artificial y sus efectos sobre las tortugas marinas se encuentra en este manual. Varios grupos ambientalistas, biólogos, administradores de recursos naturales (ver Apéndice I) pueden ser contactados para mayor información concerniente a las regulaciones adoptadas en otras áreas. En este manual se incluye la "Ordenanza Modelo sobre el Alumbrado en las Playas de la Florida" (Apéndice H) como una guía para la protección de las tortugas marinas de los efectos del alumbrado.

2. DESARROLLE UN DOCUMENTO QUE RESUMA LOS TOPICOS LOCALES PERTINENTES

Es conveniente resumir la información principal en un documento que pueda ser utilizado para preparar presentaciones al público y educar a los representantes del gobierno. Pídale a una persona o grupo que conozca los problemas de iluminación artificial que revise el contenido del documento para estar seguro de que toda la información pertinente ha sido incluida.

3. DESARROLLE UNA PRESENTACION

Prepare una presentación a partir del documento resumido dirigida a una audiencia que desconozca los problemas provocados por las luces artificiales. Recuerde que la mayoría de las personas en la audiencia no tienen conocimiento alguno sobre las tortugas marinas, su estado de amenaza, y por qué deben ser protegidas. Prepare respuestas breves y concisas para las preguntas más básicas, así como para las más difíciles (ver Apéndice J).

Una buena presentación debe incluir una breve descripción de las tortugas marinas y de su situación en amenaza. Asegúrese de distribuir información con fo-

tografías o presentar diapositivas de tortugas. Se puede obtener material adicional sobre el tema (por ejemplo, diapositivas, panfletos, folletos) a través de grupos ambientalistas o agencias del gobierno (ver Apéndice I). La presentación debe de justificar claramente la necesidad de crear leyes para mitigar este problema. Use la presentación como una oportunidad de apaciguar los temores. Explique que las leyes sobre el manejo de las luces no buscan la eliminación del alumbrado cerca de las playas; la meta es preservar la luz útil y reducir la luz dañina. Corrija la idea equivocada de que modificar las luces ocasionaría que las playas fuesen menos seguras o que la operación sería sumamente costosa (ver Apéndice J). Por último, presente algunos métodos prácticos para evaluar y corregir el problema de la luz artificial. Debido a que pueden pasar varios años antes de que un proyecto de ley se apruebe, la educación lograda a través de estas reuniones públicas puede llegar a ser la única herramienta disponible para mejorar el problema del alumbrado mientras se aprueba la legislación.

4. ESCRIBA UN BORRADOR DEL PROYECTO DE LEY

El borrador preliminar del proyecto de ley debe de incluir todos los temas pertinentes discutidos hasta el momento. "Normas del Modelo para Alumbrado en las Playas" (Apéndice H) y leyes de otras áreas pueden ser utilizadas como guía para preparar el proyecto de ley. Una persona o grupo familiarizado con los problemas del alumbrado debe revisar este proyecto para asegurarse de que todas los puntos importantes estén cubiertos.

5. SOLICITE APOYO PARA EL PROYECTO DE LEY

El apoyo del público para el proyecto de ley sobre iluminación artificial es de suma importancia. En comunidades pequeñas, el apoyo puede ser obtenido durante reuniones comunitarias y a través de contactos personales con residentes costeros y dueños de negocios. En comunidades mayores, se deben iniciar campañas de concientización del público mediante presentaciones a grupos ambientalistas, organizaciones cívicas, asociaciones de propietarios de casas, y otros grupos, en especial aquellos en los que sus miembros sean afectados por el proyecto de ley. La distribución de hojas informativas y panfletos por correo o personas es también una forma de hacer llegar la información a todos aquellos que no puedan asistir a las reuniones y presentaciones.

Sea paciente y diplomático cuando esté interactuando con la audiencia. Las inquietudes de aquellas personas más desconfiadas, justificadas o no,

deberán ser aclaradas completamente. En el Apéndice J encontrará respuestas a las preguntas e inquietudes más comunes relacionadas con el tema.

Las presentaciones deberán ser reestructuradas regularmente en base a las reacciones del público. Si un tópico en particular al final de la presentación no quedó claro para la audiencia, la explicación de éste deberá ser modificado.

La internet, la radio, la televisión y la prensa constituyen instrumentos valiosos para diseminar información. Al igual que en las presentaciones al público, es conveniente que el mensaje sea conciso y constante, y que incluya los elementos básicos discutidos anteriormente. También puede ser útil distribuir boletines de prensa a los medios de comunicación escrita y electrónica.

6. EDUQUE AL PERSONAL GUBERNAMENTAL

Sea que la necesidad de leyes para el control de la iluminación haya sido identificada por el personal de planificación o medio ambiente del gobierno, o por un grupo cívico, el apoyo dado por los empleados del gobierno local es clave. Si los empleados no están familiarizados con los temas principales, se les debe suministrar información sobre el particular (el resumen de tópicos mencionado anteriormente, una copia de este manual, nombres y direcciones de biólogos marinos familiarizados con los problemas que ocasionan las luces artificiales a las tortugas marinas, *etc.*).

Los empleados del gobierno local pueden indicarle el formato apropiado para un proyecto de ley y cuál es la mejor manera de presentarlo a los funcionarios públicos para adoptar la legislación. Desafortunadamente, los departamentos de medio ambiente y planificación del gobierno, pueden carecen de la empleomanía suficiente y estar sobrecargados de trabajo. Por esta razón, ofrezcale a este personal toda la ayuda posible, evite ocupar su tiempo innecesariamente, y demuestre su aprecio por los esfuerzos realizados.

7. EDUQUE A LOS FUNCIONARIOS GUBERNAMENTALES ELECTOS

Las reuniones personales con funcionarios del gobierno con el objetivo de obtener apoyo para el proyecto de ley resultarán efectivas si se siguen ciertas normas. La primera y más importante: esté bien preparado. Antes de reunirse con un funcionario del gobierno asegúrese de que los seis puntos antes mencionados han sido cubiertos y esté preparado para contestar algunas preguntas difíciles relacionadas con la propuesta de ley. Además, esté preparado para demostrar que el proyecto de ley cuenta con el apoyo del público; esto es un factor muy importante al tratar de convencer a un funcionario para que apoye el proyecto. Usualmente, un representante de un grupo mayoritario

o una coalición, tienen más influencia que un individuo actuando por sí solo.

Cuando discuta los temas con el funcionario del gobierno sea cordial, objetivo y conciso. La mayor parte de los funcionarios públicos tienen que reunirse en el transcurso del día con incontables personas por lo que le agradecerán la brevedad de la reunión. Cubra los puntos más importantes y esté preparado para abundar sobre ellos si es necesario. Lleve consigo material informativo que pueda dejarle al funcionario. Esto permitirá al funcionario familiarizarse con el proyecto de ley en su tiempo libre. Y por último, esté dispuesto a contestar cualquier pregunta que surja en un futuro y asegúrese de dejar su nombre, dirección, teléfono, número de fax, correo electrónico, *etc.*

8. HAGA UNA RECOMENDACION FORMAL PARA ADOPTAR EL PROYECTO DE LEY

Una recomendación formal usualmente supone colocar la legislación propuesta en la agenda de la comisión, junta o consejo que notifica a los funcionarios del gobierno sobre nuevos proyectos de ley. Por ejemplo, en la Florida, antes de que la ordenanza sea vista por la comisión de cada condado, es revisada por la junta de planificación y zonificación, la junta de desarrollo del condado, o cualquiera otra que se designe. Esa junta entonces hace recomendaciones a la comisión del condado concernientes a la ordenanza. El personal del planificación y medio ambiente del gobierno local puede ayudar a determinar los pasos a seguir para que una propuesta de ley sea incluida en la agenda. Si el proyecto de ley va a ser evaluado por una junta específica, se deberán hacer reuniones con los miembros de esa junta antes de que se lleve a cabo la vista pública en que se discutirá la propuesta. En estas reuniones se deben seguir las mismas pautas que en las reuniones con funcionarios públicos.

Antes de la vista pública, comuníquese con las personas que apoyan el proyecto de ley, (especialmente las que representan grandes organizaciones) y pídale que se comuniquen con funcionarios públicos ya sea personalmente, por escrito, o por teléfono. Es muy importante que estas personas asistan a las reuniones y expresen su opinión. Los expertos en biología marina y conservación son particularmente bien acogidos. Las personas que apoyen al proyecto deberán discutir los temas de antemano y coordinar las respuestas antes de la reunión de manera que su presentación no sea contradictoria, y que los individuos enfaticen puntos diferentes.

En las vistas públicas, siga las pautas para reuniones con funcionarios públicos, (es decir, esté debidamente preparado, sea objetivo, breve, cooperador, cordial y diplomático). También esté al tanto de, y ad-

hiérase al protocolo apropiado para el comentario público. Los miembros de la junta deberán de haber sido provistos de material informativo sobre el tema y la justificación de la propuesta de ley; por lo tanto las presentaciones en estas vistas públicas deberán ser un repaso conciso de los puntos principales. Debido a que es muy importante darle a conocer a los miembros de la junta la magnitud del apoyo del público a la propuesta de ley, los grupos de apoyo deberán estar presentes y sus miembros estar preparados para exponer sus puntos de vista. Si los miembros de la junta tienen preguntas técnicas acerca de algún aspecto de la propuesta, la persona mejor preparada deberá contestarlas.

Es de gran ayuda contar con el apoyo del personal de los departamentos de planificación y medio ambiente. Los miembros de la junta conocen a estas personas y usualmente su opinión es de mucho peso para ellos (por esto es que es importante mantener una buena relación con estos empleados desde el principio).

Si surgiera algún problema en torno al proyecto de ley, la junta requerirá de uno o más talleres de trabajo para resolver estas diferencias. Después de esto, el proyecto de ley podrá ser finalmente evaluado por la junta y sometida al cuerpo electo (en este caso, la comisión del condado) conjuntamente con las recomendaciones. El proceso llega a su punto culminante con la votación del cuerpo electo en una vista pública. Debido a que el proyecto de ley puede sufrir modificaciones durante cualquiera de estos talleres o reuniones, las personas que lo apoyan deberán participar en todas las reuniones.

Si todos los partidarios del proyecto de ley actúan en conjunto, hay muchas posibilidades de que se convierta en ley. Aunque los argumentos en favor de la regulación de la iluminación artificial en las playas de anidamiento son fuertes, el apoyo en conjunto de un grupo de personas es de mucho peso. La importancia de este apoyo no puede ser desestimada. Aunque se fracasara en aprobar la legislación en el primer intento, el apoyo demostrado por el público durante ese período, llevaría a otros a enfrentar este asunto personalmente, sentando así bases fuertes para futuros intentos para promulgar esta ley.

9. DESPUES QUE EL PROYECTO DE LEY HA SIDO ADOPTADO

DISEMINE LA INFORMACION

Después que se aprueba la ley de gestión de la iluminación artificial, es necesario que el gobierno local envíe notificación de la ley a los dueños de las propiedades en las costas, informándoles acerca de los pormenores de la misma, y el período de tiempo (usualmente hasta la próxima temporada de anidamiento) que tienen para cumplir con los mandatos de la ley. El

documento deberá notificar a los dueños de las propiedades la información utilizada para determinar si ellos están cumpliendo con la ley, facilitarle el nombre y dirección de un contacto dentro de la agencia gubernamental local, y sugerir alternativas para que el alumbrado cumpla con los requisitos legales.

CONDUZCA INSPECCIONES DEL ALUMBRADO Y APLIQUE LAS REGULACIONES

Para que una regulación sobre el manejo de la iluminación artificial sea efectiva, hace falta llevar a cabo inspecciones adecuadas (ver la sección previa sobre Inspecciones del Alumbrado). Por lo menos se debe hacer una inspección antes de la fecha límite establecida por la ordenanza. El alumbrado que no cumpla con los requisitos debe ser identificado de manera que se le notifique a los dueños de las propiedades con tiempo suficiente para que corrijan el problema. Luego de expirar la fecha límite, se debe de dar seguimiento a las inspecciones. Se deberá enviar una segunda notificación a los dueños del alumbrado que viola la ley y que fue identificado durante las visitas de seguimiento. En esta segunda carta se deberá hacer referencia a la primera notificación, y estipular claramente un límite de tiempo para solucionar el problema. Generalmente, este límite de tiempo concuerda con la fecha del período de gracia mencionado anteriormente. El incumplimiento de esto conllevaría una acción legal (por ejemplo, multas) a menos que se tengan razones de peso para no cumplir con lo estipulado por la ley.

MANTENGASE INVOLUCRADO

Después de que la legislación ha sido adoptada y las luces problemáticas han sido identificadas y modificadas, es conveniente mantenerse alerta. Ya que el problema de la iluminación es una situación continua, como también será su solución. El estar vigilante en todo momento evitando la apatía y el olvido facilita el descubrir cambios que pudieran hacer la legislación menos efectiva, como son las enmiendas legales que la debilitan, o el descontinuar las inspecciones del alumbrado y cesar la aplicación de la ley.

Es muy importante mantenerse al tanto de las actividades del gobierno local ya que las leyes podrían ser enmendadas en cualquier momento, y conviene enfrentar los problemas sobre el alumbrado tan pronto como surjan. Asistir a las reuniones públicas y mantener el contacto con los empleados del gobierno local son factores claves para mantenerse informado de las acciones o la falta de las mismas que puedan afectar los esfuerzos para controlar la iluminación artificial.

Literatura Citada

- ANONYMOUS. 1983. Guide to High Intensity Discharge Lamps. North American Philips Lighting Corporation, Bloomfield, New Jersey. 23 p.
- ANONYMOUS. 1989. Light Sources, Monochromators, Detection Systems. Oriel Corporation, Stratford, Connecticut. 335 p.
- BROOKE, M. DE L., and M. C. GARNETT. 1983. Survival and reproductive performance of hawksbill turtles *Eretmochelys imbricata* L. on Cousin Island, Seychelles. *Biological Conservation* 25:161–170.
- BURNEY, C. M., C. MATTISON, and L. FISHER. 1991. The relationship of loggerhead nesting patterns and moon phase in Broward County, Florida. Pp. 161–164 in T. H. Richardson, J. I. Richardson, and M. Donnelly, eds. *Proceedings of the Tenth Annual Workshop on Sea Turtle Biology and Conservation*. NOAA Technical Memorandum NMFS–SEFC–278.
- BUSTARD, H. R. 1967. Mechanism of nocturnal emergence from the nest in green turtle hatchlings. *Nature* 214:317.
- BUSTARD, H. R. 1972. *Sea Turtles. Natural History and Conservation*. Taplinger, New York. 220 p.
- CALDWELL, M. C., and D. C. CALDWELL. 1962. Factors in the ability of the northeastern Pacific green turtle to orient toward the sea from the land, a possible coordinate in long-range navigation. *Contributions in Science* 60:5–27.
- CARR, A. 1962. Orientation problems in the high seas travel and terrestrial movements of marine turtles. *American Scientist* 50:358–374.
- CARR, A., and L. GIOVANNOLI. 1957. The ecology and migrations of sea turtles. 2. Results of field work in Costa Rica, 1955. *American Museum Novitates* 1835:1–32.
- CARR, A., and H. HIRTH. 1961. Social facilitation in green turtle siblings. *Animal Behaviour* 9:68–70.
- CARR, A., and L. OGREN. 1959. The ecology and migrations of sea turtles. 3. *Dermochelys* in Costa Rica. *American Museum Novitates* 1958:1–29.
- CARR, A., and L. OGREN. 1960. The ecology and migrations of sea turtles. 4. The green turtle in the Caribbean Sea. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 121:1–48.
- CARR, A., H. HIRTH, and L. OGREN. 1966. The ecology and migrations of sea turtles. 6. The hawksbill turtle in the Caribbean Sea. *American Museum Novitates* 2248:1–29.
- CHRISTENS, E. 1990. Nest emergence lag in loggerhead sea turtles. *Journal of Herpetology* 24:400–402.
- CHAVEZ, H., M. CONTRERAS G., and T. P. E. HERNANDEZ D. 1968. On the coast of Tamaulipas, part two. *International Turtle and Tortoise Society Journal* 2:16–19, 27–34.
- CORNELIUS, S. E. 1986. *The Sea Turtles of Santa Rosa National Park*. Fundación de Parques Nacionales, Costa Rica. 64 p.
- COSTON–CLEMENTS, L., and D. E. HOSS. 1983. Synopsis of data on the impact of habitat alteration on sea turtles around the southeastern United States. NOAA Technical Memorandum NMFS–SEFC–117. 57 p.
- DANIEL, R. S., and K. U. SMITH. 1947a. The sea-approach behavior of the neonate loggerhead turtle (*Caretta caretta*). *Journal of Comparative Physiology and Psychology* 40:413–420.
- DANIEL, R. S., and K. U. SMITH. 1947b. The migration of newly-hatched loggerhead turtles toward the sea. *Science* 106:398–399.
- DAWSON, D. W. 1984. Light pollution and its measurement. Pp. 30–53 in R. C. Wolpert, R. M. Genet, and J. Wolpert, eds. *Advances in Photoelectric Photometry*. Vol. 2. Published by the Fairborn Observatory, Patagonia, Arizona.
- DEMMER, R. J. 1981. The hatching and emergence of loggerhead turtle (*Caretta caretta*) hatchlings. Unpublished Master's Thesis, University of Central Florida, Orlando. 40 p.
- DICKERSON, D. D., and D. A. NELSON. 1988. Use of long wavelength lights to prevent disorientation of

- hatchling sea turtles. Pp. 19–21 in B. A. Schroeder, ed. Proceedings of the Eighth Annual Workshop on Sea Turtle Biology and Conservation. NOAA Technical Memorandum NMFS–SEFC–214.
- DICKERSON, D. D., and D. A. NELSON. 1989. Recent results on hatchling orientation responses to light wavelengths and intensities. Pp. 41–43 in S. Eckert, K. Eckert, and T. Richardson, eds. Proceedings of the Ninth Annual Workshop on Sea Turtle Conservation and Biology. NOAA Technical Memorandum NMFS–SEFC–232.
- DODD, C. K. 1988. Synopsis of the biological data on the loggerhead sea turtle *Caretta caretta* (Linnaeus 1758). FAO Synopsis NMFS–149, Biological Report 88(14). 110 p.
- EAKIN, J. S. 1986. Tucson tackles sky glow: how one city is helping to protect astronomy. Light Magazine 1(2):10–12.
- EHRENFELD, D. W. 1968. The role of vision in the sea-finding orientation of the green turtle (*Chelonia mydas*). II. Orientation mechanism and range of spectral sensitivity. Animal Behaviour 16:281–287.
- EHRENFELD, D. W. 1979. Behavior associated with nesting. Pp. 417–434 in M. Harless and H. Morlock, eds. Turtles: Perspectives and Research. Wiley and Sons, New York.
- EHRENFELD, D. W., and A. CARR. 1967. The role of vision in the sea-finding orientation of the green turtle (*Chelonia mydas*). Animal Behaviour 15:25–36.
- EHRENFELD, D. W., and A. L. KOCH. 1967. Visual accommodation in the green turtle. Science 155:827–828.
- EHRHART, L. M. 1979. Threatened and Endangered Species of the Kennedy Space Center. Part 1. Marine Turtle Studies. Final report to NASA/KSC: A Continuation of Baseline Studies for Environmentally Monitoring STS at JFK Space Center. 301 p.
- FANGMAN, M. S., and K. A. RITTMASER. 1993. Effects of human beach usage on the temporal distribution of loggerhead nesting activities. Pp. 222–227 in B. Schroeder and B. Witherington, eds. Proceedings of the Thirteenth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. NOAA Technical Memorandum NMFS–SEFC–341.
- FEHRING, W. K. 1972. Hue discrimination in hatchling loggerhead turtles (*Caretta caretta caretta*). Animal Behaviour 20:632–636.
- FERREIRA, S. N. M., G. C. M. FILHO, and V. J. PATIRI. 1992. The influence of artificial lighting on the reproduction of sea turtles. Unpublished report from the Eleventh National Seminar of Electrical Power Distribution, Bahia, Brazil. 20 p.
- FERRIS, J. S. 1986. Nest success and the survival and movement of hatchlings of the loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*) on Cape Lookout National Seashore. NPS–CPSU Technical Report 19. 40 p.
- FRICK, J. 1976. Orientation and behavior of hatchling green sea turtles (*Chelonia mydas*) in the sea. Animal Behaviour 24:849–857.
- GRANDA, A. M., and C. A. DVORAK. 1977. Vision in turtles. Pp. 451–495 in F. Crescitelli, ed. Handbook of Sensory Physiology. Vol. VII/5. The Visual System in Vertebrates. Springer-Verlag, Berlin.
- GRANDA, A. M., and K. W. HADEN. 1970. Retinal oil globule counts and distribution in two species of turtles: *Pseudemys scripta elegans* (Wied) and *Chelonia mydas mydas* (Linnaeus). Vision Research 10:79–84.
- GRANDA, A. M., and P. J. O'SHEA. 1972. Spectral sensitivity of the green turtle (*Chelonia mydas mydas*) determined by electrical responses to heterochromatic light. Brain Behavior and Evolution 5:143–154.
- HAILMAN, J. P., and A. M. ELOWSON. 1992. Ethogram of the nesting female loggerhead (*Caretta caretta*). Herpetologica 48:1–30.
- HAYES, W. N., and L. C. IRELAND. 1978. Visually guided behavior of turtles. Pp. 281–317 in D. I. Mostofsky, ed. The Behavior of Fish and Other Aquatic Organisms. Academic Press, New York.
- HAYS, G. C., and J. R. SPEAKMAN. 1993. Nest placement by loggerhead turtles, *Caretta caretta*. Animal Behaviour 45:47–53.
- HENDRICKSON, J. R. 1958. The green sea turtle, *Chelonia mydas* (Linn.) in Malaya and Sarawak. Proceedings of the Zoological Society of London 130:455–535.
- HIRTH, H. F., and D. A. SAMSON. 1987. Nesting behavior of green turtles (*Chelonia mydas*) at Tortuguero, Costa Rica. Caribbean Journal of Science 23:374–379.

- HOOKE, D. 1907. Preliminary observations on the behavior of some newly hatched loggerhead turtles. *Carnegie Institute Washington Yearbook* 6:111–112.
- HOOKE, D. 1908a. The breeding habits of the loggerhead turtle and some early instincts of the young. *Science* 27:490–491.
- HOOKE, D. 1908b. Report on the instincts and habits of newly hatched loggerhead turtles. *Carnegie Institute Washington Yearbook* 7:124.
- HOOKE, D. 1911. Certain reactions to color in the young loggerhead turtle. *Papers from the Tortugas Laboratory, Carnegie Institute* 132:71–76.
- IRELAND, L. C., J. A. FRICK, and D. B. WINGATE. 1978. Nighttime orientation of hatchling green turtles (*Chelonia mydas*) in open ocean. Pp. 420–429 in K. Schmidt-Koenig and W. T. Keeton, eds. *Animal Migration, Navigation and Homing*. Springer-Verlag, New York.
- JOHNSON, S. A., K. A. BJORNDALE, and A. B. BOLTON. 1996. Effects of organized turtle watches on loggerhead (*Caretta caretta*) nesting behavior and hatchling production in Florida. *Conservation Biology* 10:570–577.
- KAUFMAN, J. E., and J. F. CHRISTENSEN (eds.). 1987. Pp. 2–15, 2–16 in *IES Lighting Handbook*. Illuminating Engineering Society of North America, New York.
- LEACH, A. L. 1992. Sea turtle nesting summary report for Cape Canaveral Air Force Station, Florida. 1992. Unpublished report to Johnson Controls World Services Inc., Cape Canaveral Air Force Station, Florida. 19 p.
- LIEBMAN, P. A., and A. M. GRANDA. 1971. Microspectrophotometric measurements of visual pigments in two species of turtle, *Pseudemys scripta* and *Chelonia mydas*. *Vision Research* 11:105–114.
- LIMPUS, C. J. 1971. Sea turtle ocean-finding behaviour. *Search* 2:385–387.
- LIMPUS, C. J. 1991. Marine turtles of Raine Island, Australia. Unpublished paper presented at the Eleventh Annual Workshop on Sea Turtle Biology and Conservation, 26 February–2 March 1991, Jekyll Island, Georgia.
- LIMPUS, C., R. W. CARTER, and S. McLEAN. 1981. Lights and hatchling turtles: an education program. *Marine Turtle Newsletter* 19:11.
- LOHMANN, K. J., M. SALMON, and J. WYNEKEN. 1990. Functional autonomy of land and sea orientation systems in sea turtle hatchlings. *Biological Bulletin* 179:214–218.
- LOHMANN, K. J., B. E. WITHERINGTON, C. M. F. LOHMANN, and M. SALMON. 1996. Orientation, navigation, and natal beach homing in sea turtles. In P. L. Lutz and J. A. Musick, eds. *The Biology of Sea Turtles*. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- MANN, T. M. 1977. Impact of developed coastline on nesting and hatchling sea turtles in southeastern Florida. Unpublished Master's Thesis, Florida Atlantic University, Boca Raton. 100 p.
- MANN, T. M. 1978. Impact of developed coastline on nesting and hatchling sea turtles in Southeastern Florida. *Florida Marine Research Publications* 33:53–55.
- MARTIN, R. E., R. G. ERNEST, N. WILLIAMS-WALLS, and J. R. WILCOX. 1989. Long-term trends in sea turtle nesting on Hutchinson Island, Florida. Pp. 111–113 in S. Eckert, K. Eckert, and T. Richardson, eds. *Proceedings of the Ninth Annual Workshop on Sea Turtle Conservation and Biology*. NOAA Technical Memorandum NMFS–SEFEC–232.
- MATTISON, C., C. BURNEY, and L. FISHER. 1993. Trends in the spatial distribution of sea turtle activity on an urban beach (1981–1992). Pp. 102–104 in B. Schroeder and B. Witherington, eds. *Proceedings of the Thirteenth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*. NOAA Technical Memorandum NMFS–SEFEC–341.
- McFARLANE, R. W. 1963. Disorientation of loggerhead hatchlings by artificial road lighting. *Copeia* 1963:153.
- MEYLAN, A., B. SCHROEDER, and A. MOSIER. 1995. Sea turtle nesting activity in the State of Florida 1979–1992. *Florida Marine Research Publications* No. 52. 51 p.
- MORTIMER, J. A. 1979. Ascension Island: British jeopardize 45 years of conservation. *Marine Turtle Newsletter* 10:7–8.
- MORTIMER, J. A. 1982. Factors affecting beach selection by nesting sea turtles. Pp. 45–51 in K. A. Bjorndal, ed. *Biology and Conservation of Sea Turtles*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.

- MROSOVSKY, N. 1970. The influence of the sun's position and elevated cues on the orientation of hatchling sea turtles. *Animal Behaviour* 18:648–651.
- MROSOVSKY, N. 1972. The water-finding ability of sea turtles. *Brain Behavior and Evolution* 5:202–225.
- MROSOVSKY, N. 1977. Individual differences in the sea-finding mechanism of hatchling leatherback turtles. *Brain Behavior and Evolution* 14:261–273.
- MROSOVSKY, N. 1978. Effects of flashing lights on sea-finding behavior of green turtles. *Behavioral Biology* 22:85–91.
- MROSOVSKY, N., and A. CARR. 1967. Preference for light of short wavelengths in hatchling green sea turtles, *Chelonia mydas*, tested on their natural nesting beaches. *Behaviour* 28:217–231.
- MROSOVSKY, N., and S. F. KINGSMILL. 1985. How turtles find the sea. *Zeitschrift fur Tierpsychologie* 67:237–256.
- MROSOVSKY, N., and S. J. SHETTLEWORTH. 1968. Wavelength preferences and brightness cues in the water-finding behaviour of sea turtles. *Behaviour* 32:211–257.
- MROSOVSKY, N., and S. J. SHETTLEWORTH. 1974. Further studies on the sea-finding mechanism in green turtle hatchlings. *Behaviour* 51:195–208.
- MROSOVSKY, N., and S. J. SHETTLEWORTH. 1975. On the orientation circle of the leatherback turtle, *Dermochelys coriacea*. *Animal Behaviour* 23:568–591.
- MROSOVSKY, N., A. M. GRANDA, and T. HAY. 1979. Seaward orientation of hatchling turtles: turning systems in the optic tectum. *Brain Behavior and Evolution* 16:203–221.
- MURPHY, T. 1985. Telemetric monitoring of nesting loggerhead sea turtles subjected to disturbance on the beach. Unpublished paper presented at the Fifth Annual Workshop on Sea Turtle Biology and Conservation, 13–16 February 1985.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1990. Decline of the Sea Turtles: Causes and Prevention. National Academy Press, Washington, D.C. 259 p.
- NELSON, D. A. 1992. Night orientation in sea turtles. Pp. 83–86 in M. Salmon and J. Wyneken, eds. *Proceedings of the Eleventh Annual Workshop on Sea Turtle Biology and Conservation*. NOAA Technical Memorandum NMFS–SEFSC–302.
- NEVILLE, A., W. D. WEBSTER, J. F. GOUVEIA, E. L. HENDRICKS, I. HENDRICKS, G. MARVIN, and W. H. MARVIN. 1988. The effects of nest temperature on hatchling emergence in the loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*). Pp. 71–73 in B. A. Schroeder, ed. *Proceedings of the Eighth Annual Workshop on Sea Turtle Biology and Conservation*. NOAA Technical Memorandum NMFS–SEFSC–214.
- NORTHMORE, D. P. M., and A. M. GRANDA. 1982. Mechanisms of amphibious accommodation in turtles. *Society for Neuroscience Abstracts* 8:699.
- NORTHMORE, D. P. M., and A. M. GRANDA. 1991. Ocular dimensions and schematic eyes of freshwater and sea turtles. *Visual Neuroscience* 7:627–635.
- O'HARA, J. 1980. Thermal influences on the swimming speed of loggerhead turtle hatchlings. *Copeia* 1980:773–780.
- PARKER, G. H. 1922. The crawling of young loggerhead turtles toward the sea. *Journal of Experimental Zoology* 6:323–331.
- PETERS, A., and K. J. F. VERHOEVEN. 1994. Impact of artificial lighting on the seaward orientation of hatchling loggerhead turtles. *Journal of Herpetology* 28:112–114.
- PHILIBOSIAN, R. 1976. Disorientation of hawksbill turtle hatchlings, *Eretmochelys imbricata*, by stadium lights. *Copeia* 1976:824.
- PRITCHARD, P. C. H., and R. MARQUEZ M. 1973. Kemp's ridley turtle or Atlantic ridley, *Lepidochelys kempii*. IUCN Monograph No. 2. Marine Turtle Series. Morges, Switzerland. 30 p.
- PROFFITT, C. E., R. E. MARTIN, R. G. ERNEST, B. J. GRAUNKE, S. E. LECROY, K. A. MULDOON, B. D. PEERY, J. R. WILCOX, and N. WILLIAMS-WALLS. 1986. Effects of power plant construction and operation on the nesting of the loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*): 1971–84. *Copeia* 1986:813–816.
- RAYMOND, P. W. 1984a. Sea turtle hatchling disorientation and artificial beachfront lighting. Center for Environmental Education, Washington, D.C. 72 p.

- RAYMOND, P. W. 1984b. The effects of beach restoration on marine turtles nesting in south Brevard County, Florida. Unpublished Master's Thesis, University of Central Florida, Orlando. 112 p.
- REINERS, R., M. SALMON, and C. LAVIN. 1993. Hatchling misorientation on an urban beach (Boca Raton, Florida). P. 146 in B. Schroeder and B. Witherington, eds. Proceedings of the Thirteenth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFC-341.
- ROSSOTTI, H. 1983. Colour. Princeton University Press, Princeton, New Jersey. 239 p.
- SALMON, M., and K. J. LOHMANN. 1989. Orientation cues used by hatchling loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*, L.) during offshore migration. *Ethology* 83:215-228.
- SALMON, M., and B. E. WITHERINGTON. 1995. Artificial lighting and seafinding by loggerhead hatchlings: Evidence for lunar modulation. *Copeia* 1995:931-938.
- SALMON, M., and J. WYNEKEN. 1987. Orientation and swimming behavior of hatchling loggerhead turtles *Caretta caretta* L. during their offshore migration. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 109:137-153.
- SALMON, M., and J. WYNEKEN. 1990. Do swimming loggerhead sea turtles (*Caretta caretta* L.) use light cues for offshore orientation? *Marine Behavior and Physiology* 17:233-246.
- SALMON, M., R. REINERS, C. LAVIN, and J. WYNEKEN. 1995a. Behavior of loggerhead sea turtles on an urban beach. I. Correlates of nest placement. *Journal of Herpetology* 29:560-567.
- SALMON, M., M. G. TOLBERT, D. P. PAINTER, M. GOFF, and R. REINERS. 1995b. Behavior of loggerhead sea turtles on an urban beach. II. Hatchling orientation. *Journal of Herpetology* 29:568-576.
- SALMON, M., J. WYNEKEN, E. FRITZ, and M. LUCAS. 1992. Seafinding by hatchling sea turtles: role of brightness, silhouette and beach slope as orientation cues. *Behaviour* 122:56-77.
- SCHÖNE, H. 1984. Spatial Orientation. Princeton University Press, Princeton, N. J. 347 p.
- STONEBURNER, D. L., and J. I. RICHARDSON. 1981. Observations on the role of temperature in loggerhead turtle nest site selection. *Copeia* 1981:238-241.
- TALBERT, O. R., JR., S. E. STANCYK, J. M. DEAN, and J. M. WILL. 1980. Nesting activity of the loggerhead turtle (*Caretta caretta*) in South Carolina. I. A rookery in transition. *Copeia* 1980:709-719.
- VAN METER, V. B. 1992. Florida's Sea Turtles. Florida Power and Light Company. 60 p.
- VAN RHIJN, F. A. 1979. Optic orientation in hatchlings of the sea turtle, *Chelonia mydas*. I. Brightness: not the only optic cue in sea-finding orientation. *Marine Behavior and Physiology* 6:105-121.
- VAN RHIJN, F. A., and J. C. VAN GORKOM. 1983. Optic orientation in hatchlings of the sea turtle, *Chelonia mydas*. III. Sea-finding behaviour: the role of photic and visual orientation in animals walking on the spot under laboratory conditions. *Marine Behavior and Physiology* 9:211-228.
- VERHEIJEN, F. J. 1958. The mechanisms of the trapping effect of artificial light sources upon animals. *Les Archives Neerlandaises de Zoologie* 13:1-107.
- VERHEIJEN, F. J. 1978. Orientation based on directivity, a directional parameter of the animals' radiant environment. Pp. 447-458 in K. Schmidt-Koenig and W. T. Keeton, eds. *Animal Migration, Navigation, and Homing*. Springer-Verlag, Berlin.
- VERHEIJEN, F. J. 1985. Photopollution: artificial light optic spatial control systems fail to cope with. Incidents, causations, remedies. *Experimental Biology* 44:1-18.
- VERHEIJEN, F. J., and J. T. WILDSCHUT. 1973. The photic orientation of sea turtles during water finding behaviour. *Netherlands Journal of Sea Research* 7:53-67.
- WIBBLES, T. R. 1984. Orientation characteristics of immature Kemp's ridley sea turtles. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFC-131. 62 p.
- WILLIAMS-WALLS, N., J. O'HARA, R. M. GALLAGHER, D. F. WORTH, B. D. PEERY, and J. R. WILCOX. 1983. Spatial and temporal trends of sea turtle nesting on Hutchinson Island, Florida, 1971-1979. *Bulletin of Marine Science* 33:55-66.

- WITHAM, R. 1982. Disruption of sea turtle habitat with emphasis on human influence. Pp. 519–522 in K. A. Bjorndal, ed. *Biology and Conservation of Sea Turtles*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
- WITHERINGTON, B. E. 1986. Human and natural causes of marine turtle clutch and hatchling mortality and their relationship to hatchling production on an important Florida nesting beach. Unpublished Master's Thesis, University of Central Florida, Orlando. 141 p.
- WITHERINGTON, B. E. 1989. Beach lighting and the seaward orientation of hatchling sea turtles. Pp. 189–190 in S. Eckert, K. Eckert, and T. Richardson, eds. *Proceedings of the Ninth Annual Workshop on Sea Turtle Conservation and Biology*. NOAA Technical Memorandum NMFS–SEFC–232.
- WITHERINGTON, B. E. 1990. Photopollution on sea turtle nesting beaches: problems and next-best solutions. Pp. 43–45 in T. H. Richardson, J. I. Richardson, and M. Donnelly, eds. *Proceedings of the Tenth Annual Workshop on Sea Turtle Biology and Conservation*. NOAA Technical Memorandum NMFS–SEFC–278.
- WITHERINGTON, B. E. 1991. Orientation of hatchling loggerhead turtles at sea off artificially lighted and dark beaches. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 149:1–11.
- WITHERINGTON, B. E. 1992a. Behavioral responses of nesting sea turtles to artificial lighting. *Herpetologica* 48:31–39.
- WITHERINGTON, B. E. 1992b. Sea-finding behavior and the use of photic orientation cues by hatchling sea turtles. Ph.D. Dissertation, University of Florida, Gainesville. UMI Dissertation Information Service, Ann Arbor. 241 p.
- WITHERINGTON, B. E. 1992c. How are hatchling sea turtles able, and unable, to locate the sea? Pp. 127–130 in M. Salmon and J. Wyneken, eds. *Proceedings of the Eleventh Annual Workshop on Sea Turtle Biology and Conservation*. NOAA Technical Memorandum NMFS–SEFSC–302.
- WITHERINGTON, B. E. 1997. The problem of photopollution for sea turtles and other nocturnal animals. Pp. 303–328 in J. R. Clemmons and R. Buchholz, eds. *Behavioral Approaches to Conservation in the Wild*. Cambridge University Press, Cambridge, England.
- WITHERINGTON, B. E., and K. A. BJORNDAL. 1991a. Influences of wavelength and intensity on hatchling sea turtle phototaxis: implications for sea-finding behavior. *Copeia* 1991:1060–1069.
- WITHERINGTON, B. E., and K. A. BJORNDAL. 1991b. Influences of artificial lighting on the seaward orientation of hatchling loggerhead turtles (*Caretta caretta*). *Biological Conservation* 55:139–149.
- WITHERINGTON, B. E., and M. SALMON. 1992. Predation on loggerhead turtle hatchlings after entering the sea. *Journal of Herpetology* 26:226–228.
- WITHERINGTON, B. E., C. CRADY, and L. BOLEN. 1996. A “hatchling orientation index” for assessing orientation disruption from artificial lighting. Pp. 344–347 in J. A. Keinath, D. E. Barnard, J. A. Musick, and B. A. Bell, eds. *Proceedings of the Fifteenth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*. NOAA Technical Memorandum NMFS–SEFSC–387.
- WITHERINGTON, B. E., K. A. BJORNDAL, and C. M. McCABE. 1990. Temporal pattern of nocturnal emergence of loggerhead turtle hatchlings from natural nests. *Copeia* 1990:1165–1168.
- WITZELL, W. N., and A. C. BANNER. 1980. The hawksbill turtle (*Eretmochelys imbricata*) in Western Samoa. *Bulletin of Marine Science* 30:571–579.
- WORTH, D. F., and J. B. SMITH. 1976. Marine turtle nesting on Hutchinson Island, Florida, in 1973. *Florida Marine Research Publication* 18:1–17.
- WYNEKEN, J., M. SALMON and K. J. LOHMANN. 1990. Orientation by hatchling loggerhead sea turtles *Caretta caretta* L. in a wave tank. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 139:43–50.

APENDICES

APENDICE A

A continuación se ofrece una lista de fuentes de luz artificial agrupadas de acuerdo al nivel del efecto que tienen en el anidamiento de tortugas marinas. Los criterios utilizados para agrupar estas fuentes se basan en los estudios fisiológicos de la sensibilidad espectral (Granda y O'Shea, 1972), de la orientación de las crías con respecto a fuentes de luz del laboratorio (Mrosovsky y Carr, 1967; Mrosovsky y Shettleworth, 1968; Mrosovsky, 1972; Witherington y Bjorndal, 1991a; Witherington, 1992b), a fuentes de luz comerciales (Dickerson y Nelson, 1988, 1989; Witherington, 1989; Witherington y Bjorndal, 1991b; Ferreira *et al.*, 1992; Nelson, 1992; Witherington, 1992b), y los perfiles espectrales de luces usadas comúnmente (Anónimo, 1983; Rossotti, 1983; Anónimo, 1989; Witherington y Bjorndal, 1991b). Los efectos son clasificados como extremadamente, muy, moderadamente o mínimamente nocivos.

Iluminación blanca, espectro amplio, arco corto (*extremadamente nocivas*).—Estas fuentes de luz incluyen lámparas de arco de xenón y mercurio y son las fuentes de luz más brillante y de mayor energía usadas comúnmente. Estas luces emiten longitudes de onda equitativamente a lo largo del espectro visible (lo que las hace lucir blancas) y en el espectro ultravioleta. Se usan principalmente para iluminación temporal intensa.

Iluminación blanca, espectro amplio, por descarga eléctrica (*extremadamente nocivas*).—Las luces de vapor de mercurio, metal-halogenado y tubos fluorescentes están incluidas en este grupo. Al igual que las luces del grupo anterior, emiten longitudes de onda a lo largo del espectro visible. Se usan tanto en interiores como exteriores. Los tubos fluorescentes se están convirtiendo en una fuente de iluminación para interiores y a menudo son empleados para alumbrar pórticos y rótulos.

Iluminación fosforescente de color y fluorescentes teñidas (luces negra, ultravioleta, violeta, azul, verde y mezclas de estos colores) (*extremadamente nocivas*).—Como es revelado por su color hasta cierto punto, estas lámparas-tubo por descarga eléctrica emiten luz principalmente en el extremo de onda corta de la luz visible. Los llamados tubos de "luz negra", sin embargo, emiten luz en la región del ultravioleta cercano. Esta luz es percibida por los humanos como violeta tenue, sin embargo, es muy dañina para las crías. Estas luces se emplean a menudo para atraer insectos y electrocutarlos. Los tubos de otros colores se usan de manera decorativa.

Iluminación blanca, espectro amplio, incandescente (*extremadamente nocivas*).—La luz emitida por estas fuentes proviene de un filamento incandescente. Este grupo incluye las fuentes de cuarzo-tungsteno-halógeno, y aquellas con filamento de tungsteno solamente. Sin estar teñidas, estas fuentes emiten longitudes de onda a lo largo del espectro visible y en menor medida en la onda corta que las fuentes anteriores. Se usan mayormente como fanales exteriores,

en iluminación interior (bombillos corrientes) y como iluminación temporal (linternas de mano y antorchas eléctricas).

Iluminación incandescente teñida (azul y verde) (*extremadamente nocivas*).—Estas fuentes de color emiten principalmente luz de onda corta. Se usan a menudo de manera decorativa.

Linternas blancas de combustible a presión, filamento incandescente (*extremadamente nocivas*).—Estas linternas portátiles se usan para acampar, pescar y otras actividades nocturnas temporales.

Iluminación con vapor de sodio a presión alta (HPS, por sus siglas en inglés) (*muy nocivas*).—Estas fuentes emiten luz con picos menores en la longitud de onda en las regiones del azul y verde, y mayores en las regiones amarilla y anaranjada del espectro visible. Su color es blanco dorado-durazno. Aunque son menos dañinas que las fuentes de luz blanca mencionadas, las HPS son las más usadas para iluminar exteriores en los U.S.A. y en otros países, por lo que son una de las causas más comunes de la desorientación y mortalidad de las crías de tortugas.

Fogatas al aire libre (*moderada a altamente nociva*).—Aunque las fogatas son fuentes temporales de luz y emiten menos luz de onda corta que cualquiera de las fuentes ya mencionadas, se ha documentado que contribuyen significativamente en la mortandad de las crías. A diferencia de otras fuentes de luz, las fogatas pueden matar rápidamente a las crías (es bien conocido que las crías mueren quemadas al arrastrarse hacia las fogatas). El tamaño y temperatura de la fogata determinan su atractivo a las crías.

Iluminación amarilla-de-fosforo, fluorescente con tinte ámbar y tubos rojos (*moderadamente nocivas*).—Los tubos fluorescentes de color amarillo y ámbar emiten longitudes de onda principalmente roja, amarilla y verde, pero no excluyen luz en la región azul tan efectivamente como las bombillas incandescentes amarillas. Los tubos fluorescentes amarillos y ámbar no se venden generalmente como luces contra insectos.

tos. A pesar de ser más dañinas a las tortugas marinas que las bombillas incandescentes amarillas, son preferibles a las blancas o de cualquier otro color. Sin embargo, el tono de estas luces amarillas fluorescentes varía con el fabricante, lo que puede producir efectos distintos en la orientación de las crías hacia el mar. Los tubos rojos se usan mayormente como decoración y pueden ser de dos tipos: rojo (o rojizo), tubos fluorescentes-de-fósforo, y tubos de neón rojos. Los tubos fluorescentes rojizos o rojo-violeta pueden ser muy dañinos dependiendo de la cantidad de luz de onda corta que emitan (las luces violetas emiten tanto luz azul como roja). Las luces de neón se discuten a continuación.

Lámparas con filtros dicroicos de paso largo amarillos o anaranjados (*mínima a moderadamente nocivas*).—Debido a que estos filtros son muy eficientes para atenuar las longitudes de onda corta, el tipo de lámpara en que se usen no es de importancia. Por lo tanto, estos filtros permiten el uso de bombillos de metal-halogenado y de HPS que tienen elementos pequeños que pueden ser dirigidos fácilmente. Estas lámparas pueden usarse en artefactos direccionales para reducir el escape de luz. Los filtros dicroicos no se consiguen fácilmente en el mercado pero han sido ocasionalmente empleados en las cercanías de las playas de anidamiento.

Iluminación incandescentes con color (amarillo y rojo) (*mínima a moderadamente nocivas*).—Las luces incandescentes amarillas o ámbar (luces contra insectos) generalmente son poco atractivas para las crías de tortugas (al igual que para los insectos) debido a que emiten poca luz de onda corta. Aunque su efecto es mínimo, muchas veces las luces contra insectos pueden interferir con la orientación de las crías hacia el mar si son usadas en gran cantidad, si tienen alto número de watts, o están colocadas muy cerca de la playa de anidamiento. Las luces incandescentes de tinte rojizo varían más en color que las luces contra insectos. Algunas luces rojas se tornan violetas o rosadas con el tiempo (lo que indica mayor emisión de luz de onda corta) convirtiéndose en un foco de atracción para las crías.

Iluminación con vapor de sodio a presión baja (LPS, por sus siglas en inglés) (*mínimamente nocivas*).—Las luces con menos efectos negativos que son más comúnmente usadas son las LPS. Emiten sólo luz amarilla (monocromática), una región del espectro que es debilmente atractiva a los neonatos, siendo incluso repulsiva (cuando tienen alta intensidad y sólo

a las cahuamas). Debido a que las luces LPS dan una pobre rendición del color, su uso principal es para exteriores.

Iluminación con diodo emisor de luz roja (LED, por sus siglas en inglés) (*mínimamente nocivas*).—Los LEDs son luces diminutas usadas comúnmente en exteriores. En un futuro, los LEDs podrían usarse más para alumbrar pasillos y rótulos. Los LEDs rojos resultan casi ideales para usarse en las cercanías de las playas de anidamiento. Estas fuentes emiten una luz roja, pura, que no varía en color durante la vida de la lámpara, y debido a su pequeño tamaño, iluminan áreas limitadas. Son fáciles de ocultar de la playa y son de larga duración. Los LEDs verdes y ámbar se venden en el mercado pero no son tan preferidos como los rojos.

Tubos de neón (*mínimamente nocivas*).—Los tubos de neón verdadero (no los teñidos) son una fuente pura de luz roja. Actualmente, el neón es usado casi exclusivamente con carácter decorativo. Los tubos de neón son difíciles de cubrir, pero su color tiene un efecto mínimo. Usos potenciales incluyen iluminación de senderos y a nivel del suelo.

Fuentes de luz transitorias (linternas, antorchas eléctricas, flash de fotografía) (*efectos variables*).—Este tipo de iluminación es colocado en una categoría separada debido a que su uso es solo por períodos relativamente cortos. La mayoría de estas fuentes utiliza un bombillo blanco incandescente, por lo que se puede esperarse que afecten a las tortugas marinas tanto como las fuentes incandescentes mencionadas anteriormente. Las fuentes transitorias es bien sabido que afectan la orientación de las tortugas adultas y sus crías en su búsqueda del mar, pero los investigadores no han podido determinar aún cuál es su efecto sobre las tortugas que salen del mar a anidar. Muchos expertos opinan que las linternas de mano y los flashes de las cámaras fotográficas hacen que las tortugas que salen del mar regresen a él, interrumpiendo así el anidamiento. Hasta que no se tenga información adicional que pruebe lo contrario, las luces intermitentes deben ser poco utilizadas en los alrededores de una playa de anidamiento. Si se van a usar luces de mano, se le deberá colocar un filtro rojo oscuro al lente del artefacto. La luz roja es percibida más brillantemente por el ser humano que por las tortugas y la misma no degrada la visión nocturna de la gente usandola. Una persona que utiliza luz roja se acostumbra fácilmente a la oscuridad, y una mayoría se sorprende al descubrir lo bien que ven solamente a la luz de la luna y las estrellas.

APENDICE B

Tabla de los distintos tipos de lámpara y sus eficiencia. Las fuentes de información fueron los fabricantes y distribuidores mencionados en el Apéndice G. La conveniencia general está basada en las características de la lámpara que pueden afectar el anidamiento de tortugas marinas y la orientación de los neonatos.

Tipo de Lámpara	Conveniencia en Playas de Anidamiento	Eficiencia (lúmenes por watt, lámpara sola)	Número Usual de Watts	Control Direccional de la Luz	Costo Inicial
Blanco incandescente (incluyendo tungsteno halógeno)	pobre	15–25	15–1,500	excelente	bajo
Blanco fluorescente	pobre	55–100	9–219	regular	moderado
Metal-halogenado	pobre	80–100	70–1,000	bueno	alto
Vapor de mercurio	pobre	20–60	40–1,000	bueno	moderado–alto
Vapor de sodio a alta presión	pobre–regular	67–140	35–1,000	bueno	alto
Vapor de sodio a baja presión	bueno	180	18–180	regular	alto

APENDICE C

La siguiente tabla describe las lámparas incandescentes (amarillas, contra insectos) que pueden ser apropiadas para usarse cerca de playas de anidamiento, siempre que se usen apropiadamente. Las lámparas encendidas son más eficaces si no se ven desde la playa. Estas lámparas pueden reemplazar las luces blancas en los artefactos de alumbrado (por ejemplo, pórticos, balcones, puertas de entrada, pasillos, escaleras, y luces de seguridad) y pueden usarse en combinación con detectores de movimiento.

Fabricante	Nombre de Mercadeo	Watts de Lámpara
General Electric	40 A/Y Luz contra Insectos	40
"	60 A/Y Luz contra Insectos	60
"	100 A/Y Luz contra Insectos	100
"	85 PAR/FL/BG Reflectores para Uso en Exteriores	85
Osram Sylvania	15 A/Y	15
"	25 A/Y	25
"	40 A/Y	40
"	60 A/Y Luz contra Insectos	60
"	100 A/Y Luz Amarilla contra Insectos	100
"	100 PAR/EL/Y/RP Luz Amarilla-Reflector	100
"	150 A/Y Luz Amarilla contra Insectos	150

Observaciones: Otras lámparas y fanales incandescentes amarillos o ámbar están disponibles de otras manufactureros y se espera resulten menos nocivos que las lámparas blancas incandescentes en la iluminación cercana a playas de anidamiento. Sin embargo, el color amarillo o ámbar por si solo no aseguran que la lámpara, como lo son las verdaderas lámparas contra insectos, perturben moderadamente la orientación de los neonatos. Los tubos fluorescentes compactos teñidos de ámbar también están a la venta y son mucho mejores que los tubos blancos fluorescentes, pero no son adecuados como luz incandescente contra insectos. JANMAR Lighting (Apéndice G) ofrece tubos compactos fluorescentes con tinte ambar de 5, 7, 9, y 13 watts (PL-5, PL-7, PL-9, y PL-13).

APENDICE D

Las tablas siguientes describen los artefactos para alumbrado que pueden ser adecuados en las cercanías de playas de anidamiento de tortugas marinas si se emplean apropiadamente. Se considera que estos artefactos son empleados apropiadamente cuando su luz no es visible directa o indirectamente desde la playa. Se incluyeron otros artefactos considerados medianamente aceptables porque usan lámparas de sodio a baja presión. Estas fuentes de luz debieran situarse de manera que su luz no sea visible directamente desde la playa. Se recomienda en todos los casos el uso preferencial de artefactos de sodio a baja presión (LPS por sus siglas en inglés) en vez de artefactos incandescentes o de descarga de alta intensidad (HID). Las abreviaturas son como sigue: HPS = siglas en inglés para vapor de sodio a alta presión, LPS = siglas en inglés para vapor de sodio a baja presión, MV = siglas en inglés para vapor de mercurio, MH = metal halogenado, Incan. = incandescente, Fluor. = fluorescente.

Para obtener información actualizada seleccione el eslabón Sea Turtle en el sitio web de Florida Marine Research Institute, www.floridamarine.org.

Luminarias de Perfil Bajo—Alumbrado con Persiana

Luces de protección usadas en pasillos, alrededor de piscinas y plataformas.

Fabricante	Nombre de Mercadeo	Tipo de Lámpara	Watts
Intermatic, Inc.	Malibu Tier Lights	Incandescente bajo voltaje	11
"	Malibu Tier II Lights	"	7
"	Malibu Tier Deck Lights	"	7,11
"	Malibu Dimension Prismatic	"	11
"	Malibu Shaded Tier lights	"	11
"	Malibu Metal Tier Lights	"	11
"	Malibu Walklights	"	11
"	Malibu Mushroom Lights	"	11

Observaciones: Es preferible el alumbrado con persiana en áreas cercanas a la cresta de la duna y en los lados de edificios que miran a la playa en lugar de lámparas tipo globo, postes de alumbrado y fanales. Sin embargo estos artefactos de alumbrado debieran situarse de manera que la vegetación, topografía o los edificios oculten el alumbrado de la playa, o el artefacto debiera ser equipado con escudos que no permitan que la luz se divise desde la playa. Existen en el mercado controles automáticos opcionales para los modelos mencionados arriba.

Luminarias de Perfil-Bajo—Luces de Poste Corto (Bollard)

Usadas para protección a lo largo de pasillos, alrededor de piscinas y plataformas.
Son adecuadas para estacionamientos.

Fabricante	Nombre de Mercadeo	Tipo de Lámpara	Watts
Lithonia Lighting	KBS6 (6" bollard cuadrada) ¹	Incandescent	
"	KBS8 (8" bollard cuadrada) ¹	"	150 max.
"	KBR6 (6" bollard redonda) ¹	"	116 max.
"	KBR8 (8" bollard redonda) ¹	"	150 max.
Quality Lighting	Diseño 310 (16" bollard)	HPS ²	150
"		MH y MV ²	175
"	Diseño HB Post-mounted Luminaire	LPS	18 y 35
"	Diseño HBB Bollard	LPS	18
Spaulding Lighting	Fresno I LPS (bollard cuadrada) ³	LPS	18 y 35
"	Fresno II LPS (bollard redonda) ³	LPS	18 y 35
Sterner Lighting System	Softform Bayshore	Incandescente	100 max.
"	Annapolis (bollard cuadrada) " 150 max.		
"	Annapolis (bollard redonda)	MV, MH, y HPS ²	175 max.
		Incandescente	150 max.
		MV, MH, y HPS ²	175 max.

Observaciones: Ver las Observaciones de Luces con Persiana. La mayor parte del número de watts de las lámparas dados aquí son el valor máximo para el artefacto. La lámpara con un número de watts más bajo (y balastro correspondiente) para usos específicos debieran de usarse. Las lámparas incandescentes contra insectos y las LPS son las más adecuadas para usarse en cercanías de playas de anidamiento.

¹Hay disponibles escudos protectores parciales para estos modelos.

²No se recomienda el uso de lámparas HID (HPS, MV, MH) cerca de playas de anidamiento debido al color y alta cantidad de luz emitida por estas lámparas. Las luces LPS e incandescentes contra insectos son buenos sustitutos.

³Las luminarias de poste corto Spaulding deberían usarse con las rejillas opcionales internas que proveen una reducción de 90° (bloquean completamente la luz lateral).

Luminarias de Perfil-Bajo, Luces Misceláneas de Nivel-Bajo

Usadas para seguridad a lo largo de pasillos, alrededor de piscinas, plataformas y áreas de estacionamiento. Las luces en hileras y tipo tívoli se usan para alumbrar escaleras, escalones y barandillas.

Fabricante	Nombre de Mercadeo	Tipo de Lámpara	Watts
Sterner Lighting System	Quantico	Incandescente	150 max.
"	Softform Illuminated Rail ¹	MH y HPS	175 max.
Lithonia Lighting	Recessed Step Light	Fluor. e incan.	varía
	ELA VSL H1212 ²	Bajo-volt. incan.	12
Starfire Lighting	Startube Linear Lighting ³	Bajo-volt. incan.	0.5
Hydrel	9600 Recessed Wall Lights with Filter ⁵	MH y HPS	100

Observaciones: Ver las Observaciones de Luces con Persiana y Poste Corto

¹Este alumbrado, que está escondido en la barandilla, es preferible al uso de luces elevadas para iluminar escaleras y pasillos. Donde sea posible, se deben emplear luces incandescentes contra insectos o luces fluorescentes de tinte ambarino.

²Este tipo de alumbrado con persiana se coloca empotrado a altura desde el pie hasta la cintura, y su uso es preferido que el alumbrado elevado de escaleras y pasillos.

³Las luces en hilera vienen dentro de barras plásticas y se venden bajo las marcas Tivoli, Xanadu, Track-tube, Tubelite, y Step Lite. Los tubos amarillos pueden usarse con esta iluminación para reducir aún más los efectos en tortugas marinas. El uso de luces en hileras, colocadas a la altura de un pie en los pasillos o escaleras, es preferible al alumbrado en poste.

⁴Una buena fuente de alumbrado para escalones y paseos en las playas. Este alumbrado puede ser modificado para muchos usos. Los LED rojos (siglas en inglés para diodos emisores de luz) deben ser especificados.

⁵Este artefacto de alumbrado puede ser equipado con filtros dicróicos de paso-de-banda amarillos.

Iluminación hacia Abajo Montada en la Pared y el Techo

Usadas para protección y seguridad a lo largo de pasillos, portales, balcones, terrazas y escaleras.

Fabricante	Nombre de Mercadeo	Tipo de Lámpara	Watts
Lithonia Lighting	Gotham Incandescent, Serie C. Luces de inclinación (incluye las de pared y techo, y las de estilo suspendido en forma cilíndrica y cúbica)	Incandescentes	50–300
Voigt Lighting	Pragmatic Universal Luces de inclinación para uso interior/exterior	Incandescentes LPS	40–60 35

Observaciones: Se recomienda el uso de reflectores negro mate. Para uso en áreas con mayor altura (por ejemplo balcones en pisos superiores) o cerca de la playa, se recomiendan lámparas contra insectos con bajo número de watts o lámparas LPS.

Iluminación hacia Abajo Empotrada en el Techo

Usadas para protección y seguridad en lugar de fanales y luces tipo globo. Estos artefactos son empotradas (situados bajo aleros) en los techos de pórticos y balcones.

Fabricante	Nombre de Mercadeo	Tipo de Lámpara	Watts
Lithonia Lighting	Advantage Incandescente LPJ y LP Frame-in Modules	Incandescente	75–150
"	Advantage Incandescente LICS, LICJ, y LICM Housings	Incandescente	40–100
"	Gotham Incandescente: Series A, D, E, y R con deflectores negros	Incandescente	100–200

Observaciones: Ver las Observaciones de Iluminación hacia Abajo Montada en la Pared y el Techo.

Luminarias HID Montadas en Brazos y Postes

Usadas para protección y seguridad en estacionamientos, carreteras y otras áreas exteriores.

Fabricante	Nombre de Mercadeo	Tipo de Lámpara	Watts
Lithonia Lighting	KSF: Arm mounted Premium Cutoff, HID	HPS	70–1,000
		MH	100–1,000
		MV	100–1,000
	KVS: Arm-mounted Square Cutoff, HID	HPS	150–1,000
		MH	175–1,000
	KAS: Arm-mounted Rectilinear Cutoff, HID	HPS	70–1,000
		MH	100–1,000
	KQS: Square Post-top Cutoff, HID	HPS, MH, MV	250–1,000
	KKS: Square Post-top Cutoff HID		
		HPS	70–400
Quality Lighting	Design SND Arm-mounted Luminaire	MH	175–400
		HPS	400
	Design SJ Sharp-cutoff Arm-mounted Rectilinear Luminaire	MH	400
		HPS	150–1,000
	Design SNDY Post-top	MH	250–1,000
		HPS, MH	400
Stern Lighting	Executive 20, 25, y 30	Incandescente, HPS, MH	1,000 max.
	Diplomat 20 y 25 (montado en poste)	Incandescente, HPS, MH	400 max.
	LeBox (montado en poste o pared)	HPS, MH	1,000 max.

Observaciones: No se recomienda el uso de artefactos HID dentro de los 50 metros de una playa de anidamiento o en donde las luminarias sean divisadas desde la playa de anidamiento. Sin embargo, estas luminarias son preferibles a aquellas que son menos dirigibles (por ejemplo, tipo globo, tipo cubo, y las tipo cabeza de cobra). Las luminarias presentadas aquí tienen escudos de protección opcionales que pueden reducir la cantidad de luz que llega a la playa. También se les puede instalar ciertos protectores para controlar mejor la dirección de la luz. Para usos similares se prefieren los artefactos LPS montadas en un brazo a los artefactos HID.

Luminarias LPS Montadas en Brazos y Postes

Usadas para protección y seguridad en áreas de estacionamiento, carreteras y otras áreas al aire libre.

Fabricante	Nombre de Mercadeo	Tipo de Lámpara	Watts
Voigt Lighting	Bajo alcance LPS ¹	LPS	35, 55, 90, 135, 180
"	Alto alcance LPS	LPS	35, 55, 90, 135
"	SEPOL (Sea turtle Environment Protective Outdoor Luminaire) ¹	LPS	18, 35, 55, 90, 135
Lithonia Lighting	KT: Montura tipo brazo, LPS	LPS	90
Spaulding Lighting	Palomar LPS	LPS	35, 55, 90, 135, 180
"	Oakland LPS	LPS	35, 55, 90, 135, 180
"	Berkeley LPS	LPS	35, 55, 90, 135, 180
"	Phoenix LPS	LPS	35, 55, 90, 135, 180
"	Sunnyvale LPS	LPS	90, 135, 180
Quality Lighting	Serie SM Montura tipo brazo LPS	LPS	35, 55, 90, 135, 180
"	Diseño SS/SE LPS Rectilíneo	LPS	55, 90, 135, 180
Thomas Industries, Gardco Lighting	Diseño No. 10/LPS Rectilíneo		
	Sharp Cutoff Luminaire ²	LPS	90, 135, 180
Sterner Lighting	Softform Pacific LPS	LPS	90, 135
Solar Outdoor Lighting	Solar LPS ²	LPS	18, 35, 55

Observaciones: Estas luminarias se prefieren en lugar de aquellas con menor control direccional (por ejemplo, tipo globo, cubo y cabeza de cobra). La opción de escudos protectores en algunos de estos artefactos reduce la luz que alcanza la playa. También pueden usarse reflectores específicos para el artefacto para dirigir mejor su alumbrado. Los artefactos LPS montados en brazo se prefieren en lugar de los artefactos HID.

¹Hay escudos protectores opcionales para estos artefactos de alumbrado.

²Estas luminarias se accionan mediante paneles solares y se usan en localidades remotas.

Artefactos de Alumbrado LPS Montados al Techo

Usados para protección y seguridad en garajes y áreas de recibidores amplias y escaleras.

Fabricante	Nombre de Mercadeo	Tipo de Lámpara	Watts
Voigt Lighting	Slimliner LPS ¹	LPS	35, 55, 90, 135, 180
"	Under-decker LPS	LPS	35, 55, 90, 135, 180
"	SEPOL (Sea turtle Environment Protective Outdoor Luminaire) ¹	LPS	18, 35, 55, 90, 135
"	Frugalume II-Interior/Exterior	LPS	35, 55
Spaulding Lighting	Troy LPS-Montura de Techo	LPS	18, 35, 55, 90, 135, 180
Genlyte Thomas	New Horizon/OLH Montura de Techo	LPS	35
"	Intensifier/IVP Montura de Techo	LPS	35, 55, 90, 135, 180

Observaciones: Las luminarias montadas al techo en pisos altos de edificios que miran hacia la playa deben tener escudos protectores o ser colocadas de manera que su luz no sea visible desde la playa.

¹Hay disponibles escudos opcionales para estos artefactos de alumbrado.

Artefactos LPS Montadas a la Pared

Usadas para protección y seguridad en estacionamientos, calzadas y áreas amplias de recibidores y escaleras.

Fabricante	Nombre de Mercadeo	Tipo de Lámpara	Watts
Lithonia Lighting	KTW: Wall Pak, LPS con Protector	LPS	90
"	TWH: Refractor de Cristal-Montura de Pared	LPS	35
Quality Lighting	Diseño NW-II: Montura de Aluminio/Pared	LPS	18
"	Diseño NW-IV: Montura de Aluminio/Pared	LPS	90, 135, 180
Spaulding Lighting	Mesa LPS Montura de Pared	LPS	35, 55, 90
"	Lámpara Phoenix LPS, PWM	LPS	35, 55, 90, 135, 180
"	Scottsdale LPS Wall Mount	LPS	35, 55
Genlyte Thomas	Lámparas LEO, OLB, y OLW	LPS	18
"	OWP Montura de Pared LPS	LPS	35, 55
Voigt Lighting	Pragmatic Universal Downlight	LPS	35
"	Montura de Pared/Protector Parcial	LPS	10, 18
"	Midas Touch Montura de Pared ¹	LPS	18

Observaciones: Usualmente la luz emitida por los artefactos montados en la pared está escasamente dirigida, pero el uso de estos artefactos es recomendado cuando su luz no sea directamente visible desde la playa. Los artefactos LPS pequeños de 10 y 18 watts son preferibles a los incandescentes o luminarias HID en pórticos, balcones y entradas en el lado del edificio que mira hacia la playa.

¹Tiene un escudo protector interno opcional.

Artefactos con Fanales LPS y HID

Usados para seguridad y protección en calzadas, estacionamientos, intersecciones de carreteras y otras áreas amplias.

Fabricante	Nombre de Mercadeo	Tipo de Lámpara	Watts
Voigt Lighting	Fanal LPS Montura de Pared ¹	LPS	35, 55, 90, 135, 180
Sterner Lighting	Lámparas de Area Modelos 871, 872, 875, y 876	LPS	250, 400, 1,000

Observaciones: Los fanales son fáciles de dirigir bien. Los fanales están dirigidos apropiadamente cuando alumbran hacia el lado opuesto a la playa y están en posición elevada en lugar de estar montados a bajo nivel y dirigidos hacia arriba. Los artefactos LPS son preferidos en lugar de los HID para usarse en la cercanía de playas de anidamiento. En todo caso, se debe tener extrema cautela en no iluminar brillantemente los edificios y objetos de gran tamaño que son visibles desde la playa de anidamiento.

¹Este artefacto tiene un escudo protector opcional interno para dirigir la luz hacia arriba.

Iluminación con Sensor de Movimiento

Usada para protección y seguridad en pasillos, patios, pórticos, escaleras, y áreas de almacenamiento.

Fabricante	Nombre de Mercadeo	Tipo de Lámpara	Watts
Heath Zenith	Reflex Professional Motion Sensor Modelo SL 5314	Incandescente	15–300
Intelectron	Motion Detector Conversion Kit Modelo BC 8950	Incandescente	15–300
"	Motion Detector Security Light Modelo BC 8700 KW	Incandescente	15–300

Observaciones: Los artefactos de alumbrado con sensores de movimiento se encienden y se mantienen encendidos por un período de tiempo que puede ser especificado cuando objetos móviles se les acercan. El período especificado debiera ser de 30 segundos o menor en artefactos aledaños a playas de anidamiento. Para reducir al máximo los impactos en las tortugas marinas, se debieran usar bombillas amarillas contra insectos en estos artefactos. Si se usan fanales, éstos debieran dirigirse en dirección contraria a la playa de anidamiento.

APENDICE E

Diagramas de los artefactos de alumbrado comunes que muestran las diferentes posiciones de montaje, distribución de la luz y la conveniencia total de su uso en las cercanías de playas de anidamiento. Para propósitos de recomendación de las distancias apropiadas de montaje, se ha considerado la cresta de la duna primaria como límite de la playa en dirección contraria al mar. Los artefactos fueron evaluados por su capacidad de reducir la iluminación directa e indirecta de la playa. En todos los artefactos las partes resplandecientes de las luminarias (incluyendo reflectores y globos) no debieran ser visibles desde la playa de anidamiento.

ALUMBRADO DE AREA MONTADO EN LA PARED

ADECUACION DE LA MONTURA:

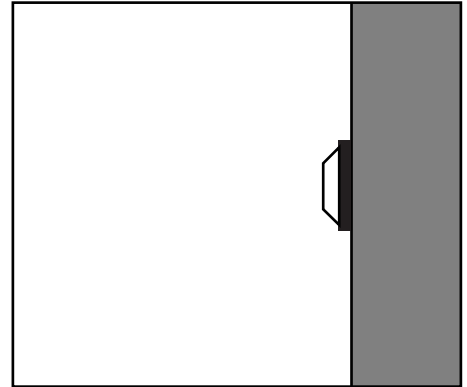
Deficiente. Muy deficiente cuando está instalada en pisos superiores.

CAPACIDAD DIRECCIONAL:

Deficiente.

CONVENIENCIA TOTAL:

Deficiente. No es adecuado para las paredes que miran a la playa en los edificios.



ALUMBRADO DE AREA MONTADO EN LA PARED, TIPO "WALL PAK"

ADECUACION DE LA MONTURA:

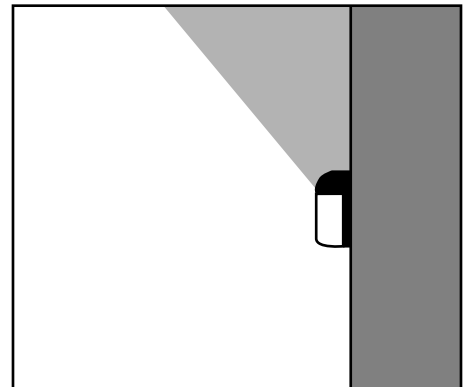
Deficiente. Inadecuada cuando está instalado en pisos altos.

CAPACIDAD DIRECCIONAL:

Deficiente.

CONVENIENCIA TOTAL:

Deficiente. No es adecuado en paredes que miran a la playa en los edificios.



LAMPARA CUBICA DECORATIVA

ADECUACION DE LA MONTURA:

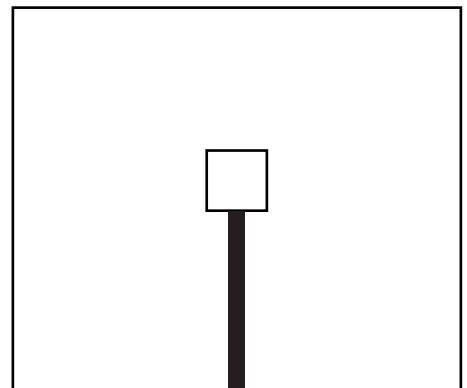
Medianamente aceptable si está montada a alturas menores de 2 m. Deficiente, si está a mayor altura.

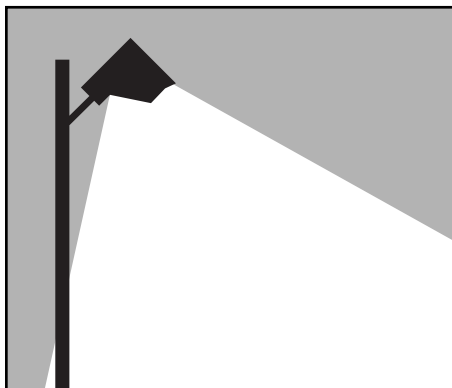
CAPACIDAD DIRECCIONAL:

Muy deficiente.

CONVENIENCIA TOTAL:

Muy deficiente. Es difícil instalar escudos protectores en este artefacto y no debe usarse cerca de playas de anidamiento.





FANAL MONTADO EN POSTE DE ALUMBRADO CON VISERA COMPLETA

ADECUACION DE LA MONTURA:

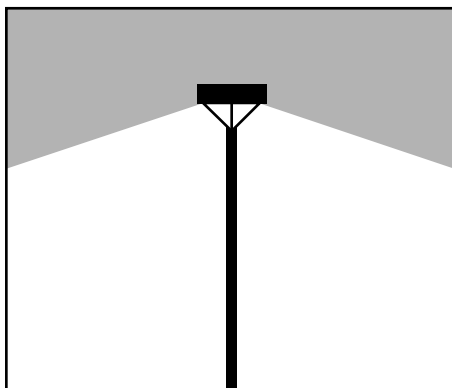
Buena si es dirigido hacia abajo y contrario a la dirección de la playa.

CAPACIDAD DIRECCIONAL:

Buena.

CONVENIENCIA TOTAL:

Buena, si es enfocado hacia abajo y en dirección contraria a la playa de anidamiento, y si la luz no ilumina objetos visibles desde la playa.



ARTEFACTO TIPO “CAJA DE ZAPATO” MONTADO EN POSTE DE ALUMBRADO

ADECUACION DE LA MONTURA:

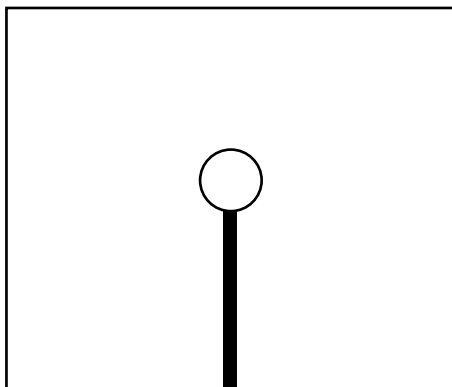
Buena a deficiente, dependiendo de la altura del montaje. No deberá colocarse a una altura mayor de 5 m dentro de los 100 m de la playa de anidamiento.

CAPACIDAD DIRECCIONAL:

Moderada a buena dependiendo de los reflectores.

CONVENIENCIA TOTAL:

Moderada a buena cuando está montado a nivel bajo.



LAMPARA DECORATIVA, TIPO GLOBO

ADECUACION DE LA MONTURA:

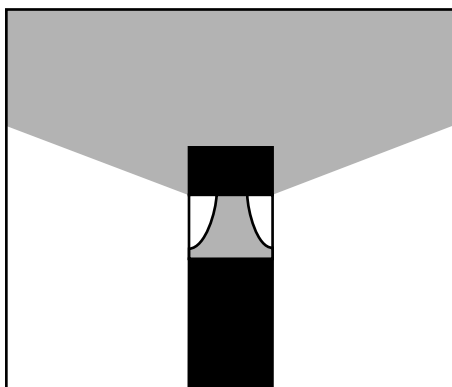
Moderada si está montada a menos de 2 m. Inadecuada si está montada a mayor altura.

CAPACIDAD DIRECCIONAL:

Muy deficiente.

CONVENIENCIA TOTAL:

Muy deficiente. Es difícil instalar escudos protectores en este artefacto y no debe usarse cerca de playas de anidamiento.



ALUMBRADO DE POSTE CORTO (BOLLARD) CON LAMPARA ESCONDIDA

ADECUACION DE LA MONTURA:

Buena si la altura del montaje es cercana a 1 m.

CAPACIDAD DIRECCIONAL:

Deficiente a moderada.

CONVENIENCIA TOTAL:

Moderada. Buena si se le instalan escudos protectores adicionales en el lado que mira al mar.

ALUMBRADO DE NIVEL BAJO, TIPO “HONGO”**ADECUACION DE LA MONTURA:**

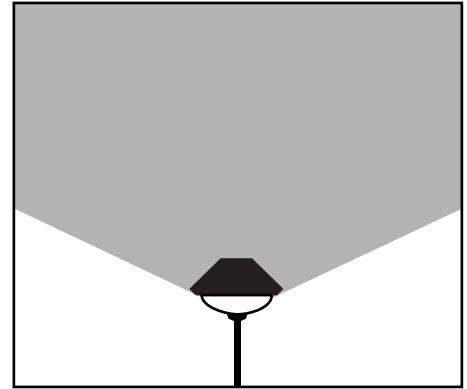
Buena, si se instala a bajo nivel.

CAPACIDAD DIRECCIONAL:

Deficiente.

CONVENIENCIA TOTAL:

Moderada. De buena a excelente, si se instala de manera que la vegetación y la topografía protejan la iluminación hacia la playa.

**ALUMBRADO DE NIVEL BAJO, TIPO PERSIANA****ADECUACION DE LA MONTURA:**

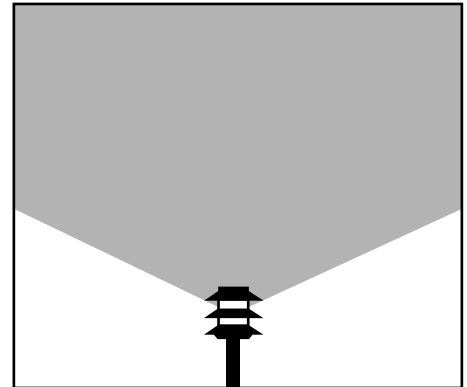
Buena, si se instala a nivel del pie.

CAPACIDAD DIRECCIONAL:

Deficiente, pero puede ser buena si el artefacto tiene persiana que elimina la luz lateral.

CONVENIENCIA TOTAL:

Moderada. Buena a excelente si está situada de manera que la vegetación y la topografía bloqueen la iluminación hacia la playa.

**ALUMBRADO TIPO PERSIANA, DE POSTE CORTO (BOLLARD)****ADECUACION DE LA MONTURA:**

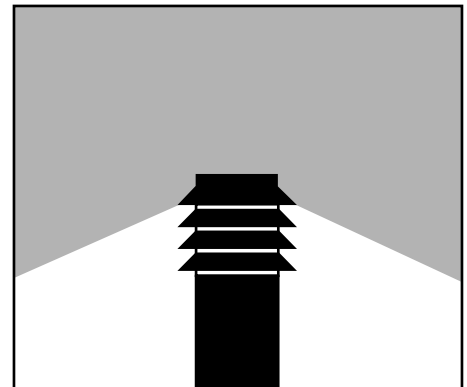
Buena, si la altura del montaje es cerca de 1 m.

CAPACIDAD DIRECCIONAL:

Buena.

CONVENIENCIA TOTAL:

Buena.

**FANALES MONTADOS EN EL SUELO****ADECUACION DE LA MONTURA:**

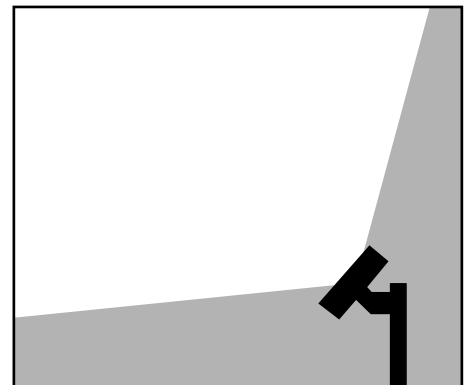
Deficiente, debido a que el haz de luz se enfoca hacia arriba.

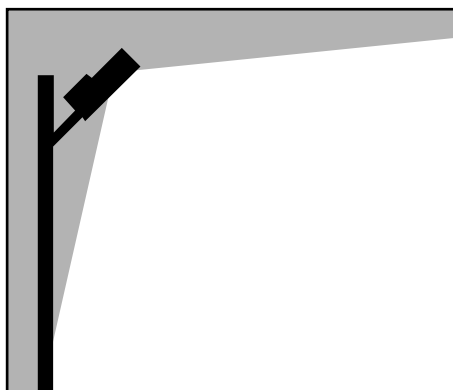
CAPACIDAD DIRECCIONAL:

Moderada a buena.

CONVENIENCIA TOTAL:

Moderada a deficiente si están dirigidos contrarios a la playa. Muy deficiente si están dirigidos hacia la playa.





ALUMBRADO CON FANALES MONTADOS EN POSTES

ADECUACION DE LA MONTURA:

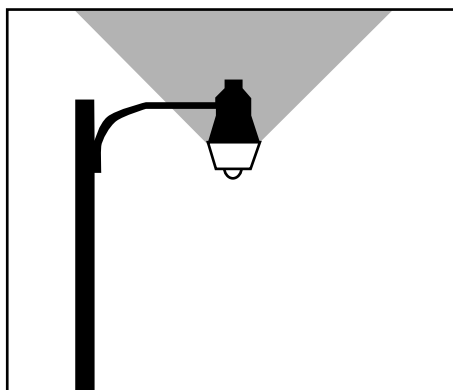
Moderada si se enfoca hacia abajo y contrario a la playa.

CAPACIDAD DIRECCIONAL:

Moderada a buena.

CONVENIENCIA TOTAL:

Moderada a buena si está dirigido hacia abajo y en dirección contraria a la playa de anidamiento, y si la luz no ilumina objetos que son visibles desde la playa. De otra manera, deficiente a muy deficiente.



ALUMBRADO DE AREA CON ARTEFACTO DE FONDO ABIERTO O GRANERO MONTADO EN BRAZO

ADECUACION DE LA MONTURA:

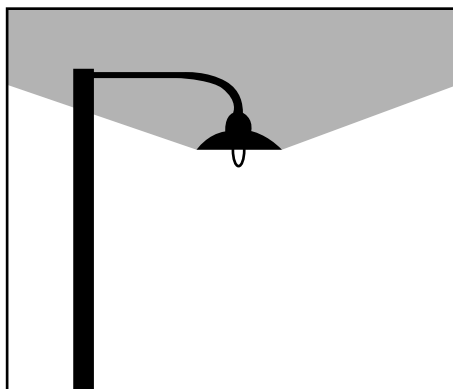
Deficiente a muy deficiente, dependiendo de la altura del montaje. No debiera montarse a más de 5 m dentro de los 150 m de una playa de anidamiento.

CAPACIDAD DIRECCIONAL:

Deficiente si no tiene escudos protectores. Moderada, con protectores.

CONVENIENCIA TOTAL:

Deficiente.



ALUMBRADO DE AREA CON ARTEFACTO DECORATIVO COLGANTE MONTADO EN BRAZO

ADECUACION DE LA MONTURA:

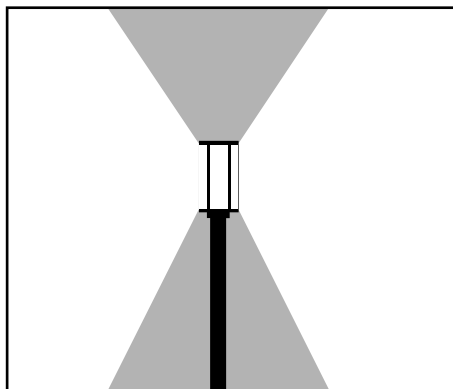
Deficiente a muy deficiente dependiendo de la altura de montaje. No debiera montarse a una altura mayor de 5 m dentro de los 150 m de una playa de anidamiento.

CAPACIDAD DIRECCIONAL:

Deficiente. Es difícil instalar escudos protectores en este artefacto.

CONVENIENCIA TOTAL:

Deficiente.



ALUMBRADO DECORATIVO TIPO “CARRUAJE”

ADECUACION DE LA MONTURA:

Moderada si está montada a una altura menor de 2 m. Deficiente si se monta a mayor altura.

CAPACIDAD DIRECCIONAL:

Muy deficiente. Moderada si lleva apropiadamente escudos protectores.

CONVENIENCIA TOTAL:

Deficiente.

ALUMBRADO DE AREA CON ARTEFACTO “CAJA DE ZAPATO” MONTADO EN BRAZO

ADECUACION DE LA MONTURA:

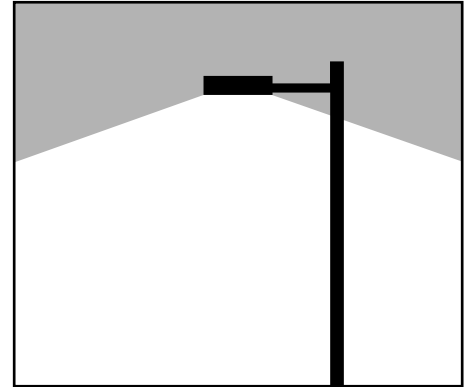
Buena a deficiente dependiendo de la altura del montaje. La altura no debiera ser mayor de 5 m dentro de los 100 m de una playa de anidamiento.

CAPACIDAD DIRECCIONAL:

Moderada a buena dependiendo de los reflectores.

CONVENIENCIA TOTAL:

Moderada a buena cuando está montado a nivel bajo y dirigido hacia abajo.



ALUMBRADO DE AREA CON ARTEFACTO “CABEZA DE COBRA” MONTADO EN BRAZO

ADECUACION DE LA MONTURA:

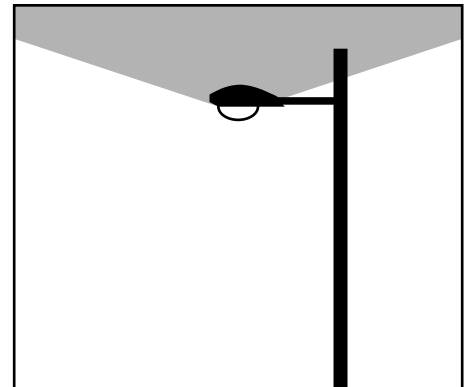
Deficiente a muy deficiente dependiendo de la altura del montaje. La altura no debiera ser mayor de 5 m dentro de los 150 m de una playa de anidamiento.

CAPACIDAD DIRECCIONAL:

Deficiente. Es difícil instalar escudos protectores en este artefacto

CONVENIENCIA TOTAL:

Deficiente.



ALUMBRADO DE AREA CON ARTEFACTO “CARA-PLANA” MONTADO EN BRAZO

ADECUACION DE LA MONTURA:

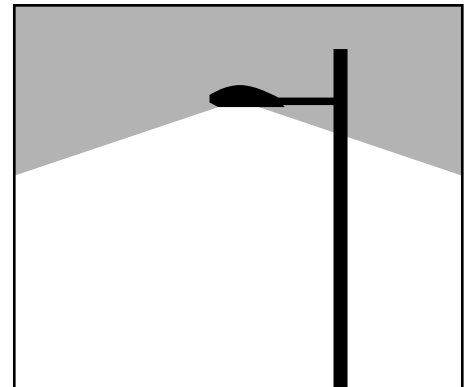
Buena a deficiente dependiendo de la altura del poste. La altura del montaje no debiera ser mayor de 5 m dentro de los 100 m de una playa de anidamiento.

CAPACIDAD DIRECCIONAL:

Moderada a buena dependiendo de los reflectores.

CONVENIENCIA TOTAL:

Moderada a buena cuando el montaje es a nivel bajo.



ALUMBRADO DE ROTULOS ESTILO FONDO-HACIA-ARRIBA

ADECUACION DE LA MONTURA:

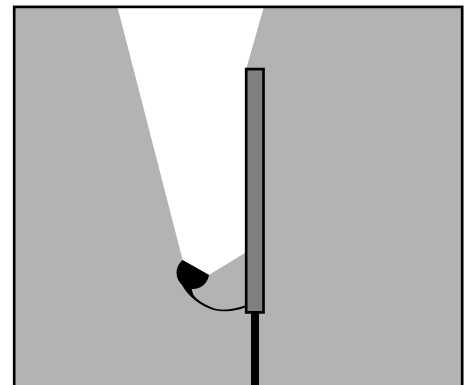
Deficiente porque potencialmente puede dispersar hacia arriba la iluminación.

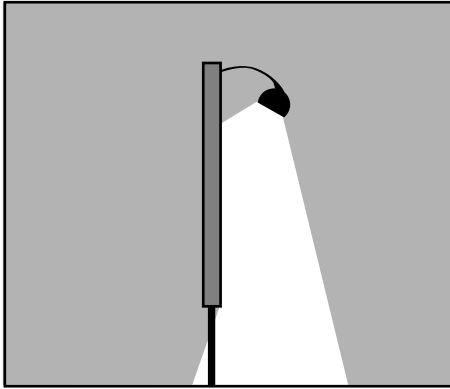
CAPACIDAD DIRECCIONAL:

Deficiente a buena.

CONVENIENCIA TOTAL:

Deficiente. Los rótulos cercanos a playas de anidamiento debieran ser iluminados de arriba hacia abajo. Bajo ninguna circunstancia los rótulos iluminados deben ser visibles desde la playa.





ALUMBRADO DE ROTULOS ESTILO DE ARRIBA-ABAJO

ADECUACION DE LA MONTURA:

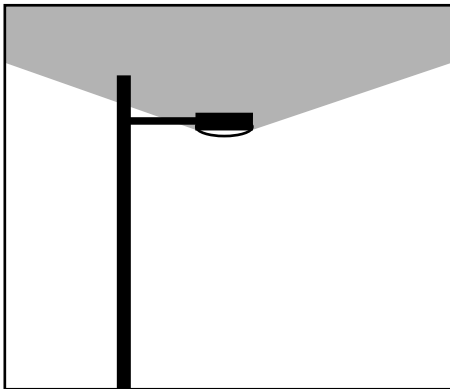
Buena.

CAPACIDAD DIRECCIONAL:

Deficiente a buena.

CONVENIENCIA TOTAL:

Generalmente buena si el rótulo no es visible desde la playa y si el alumbrado está bien dirigido.



ALUMBRADO DE AREA CON ARTEFACTOS CON GLOBOS O LENTES CONVEXOS REFRACTIVOS MONTADOS EN BRAZO

ADECUACION DE LA MONTURA:

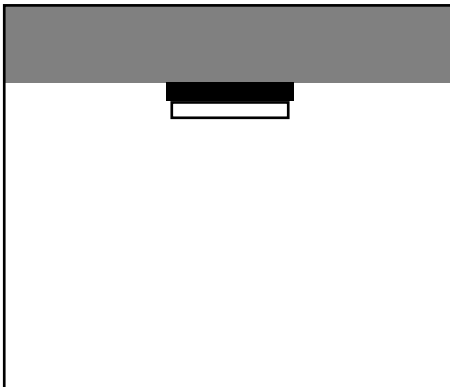
Deficiente a muy deficiente dependiendo de la altura del montaje. Este debiera ser no mayor de 5 m dentro de los 150 m de una playa de anidamiento.

CAPACIDAD DIRECCIONAL:

Deficiente. Moderada a buena si lleva apropiadamente escudos protectores.

CONVENIENCIA TOTAL:

Deficiente.



ALUMBRADO DE AREA CON ARTEFACTOS CON GLOBOS O LENTES CONVEXOS REFRACTIVOS MONTADOS EN EL TECHO

ADECUACION DE LA MONTURA:

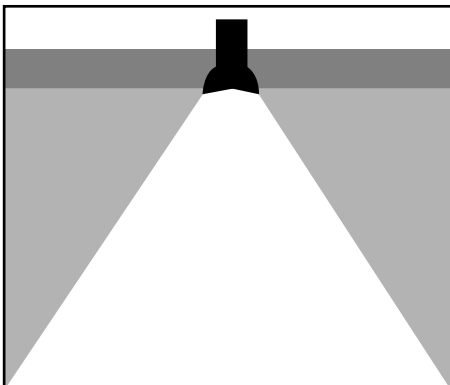
Deficiente si está montada en el lado que mira hacia la playa de los edificios o en pisos altos. Buena si está escudada de la playa por edificios.

CAPACIDAD DIRECCIONAL:

Deficiente.

CONVENIENCIA TOTAL:

Deficiente a moderado dependiendo de la localización dónde esté montada.



ALUMBRADO HACIA ABAJO EMPOTRADO EN EL TECHO CON PROTECTORES PARA ELIMINAR ILUMINACION LATERAL

ADECUACION DE LA MONTURA:

Buena a excelente cuando está montada en el techo de pisos inferiores y en los aleros.

CAPACIDAD DIRECCIONAL:

Excelente.

CONVENIENCIA TOTAL:

Buena a excelente.

ALUMBRADO DE AREA CON ARTEFACTO PARA PORTICO “JARRA-DE-JALEA” MONTADO EN LA PARED

ADECUACION DE LA MONTURA:

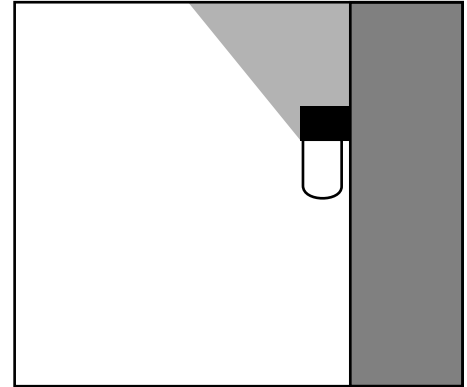
Deficiente. Muy deficiente cuando está montado en pisos altos.

CAPACIDAD DIRECCIONAL:

Deficiente.

CONVENIENCIA TOTAL:

Deficiente.



ALUMBRADO LINEAL CON TUBOS

ADECUACION DE LA MONTURA:

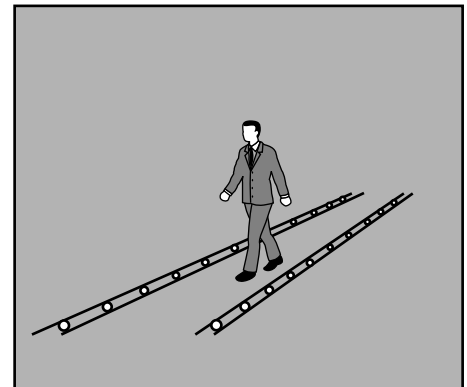
Excelente si está montado a nivel del pie.

CAPACIDAD DIRECCIONAL:

Moderada a deficiente. Este alumbrado preocupa sólo si está montado a nivel alto o si son usados un gran número de lámparas de alto número de watts (>3 W).

CONVENIENCIA TOTAL:

Excelente is se usan mesuradamente tiras de bajo número de watts en areas escondidas.



ALUMBRADO CON PERSIANA

ADECUACION DE LA MONTURA:

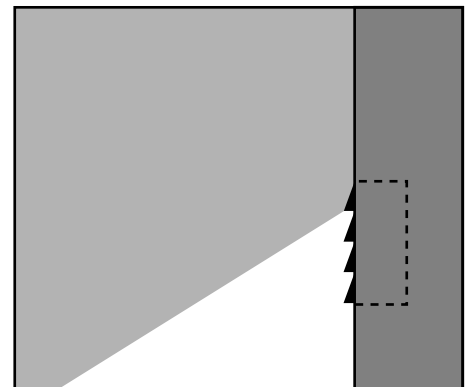
Excelente si está montado a nivel del pie.

CAPACIDAD DIRECCIONAL:

Excelente.

CONVENIENCIA TOTAL:

Excelente.



ILUMINACION HACIA ABAJO MONTADA EN LA PARED

ADECUACION DE LA MONTURA:

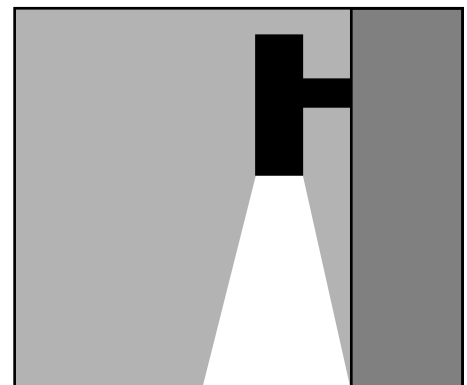
Buena a excelente cuando está montada en paredes de pisos inferiores.

CAPACIDAD DIRECCIONAL:

Excelente.

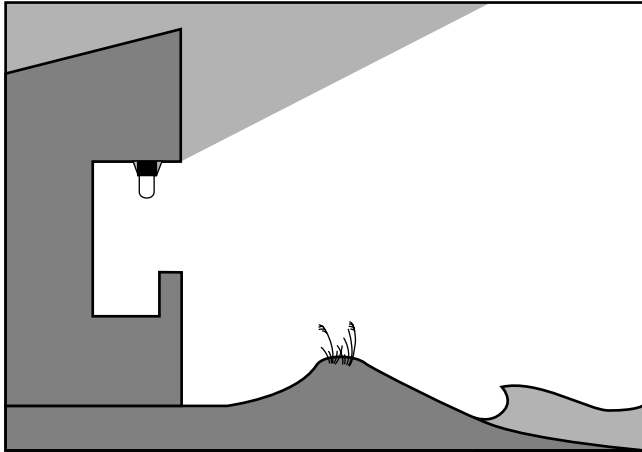
CONVENIENCIA TOTAL:

Buena a excelente.



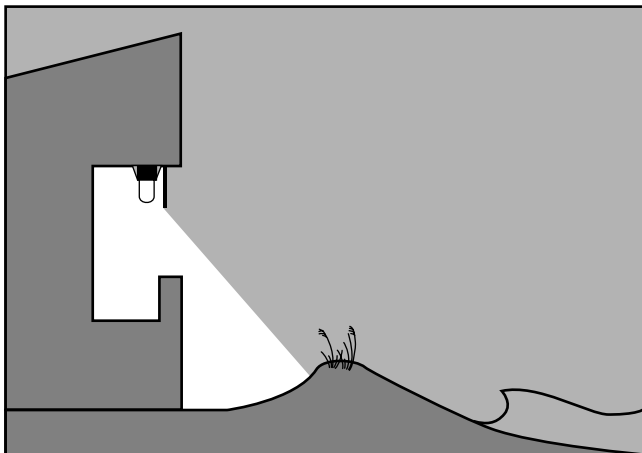
APENDICE F

Diagramas que representan las soluciones a dos problemas comunes en las cercanías de playas de anidamiento: alumbrado en balcones o pórticos y alumbrado en estacionamientos.



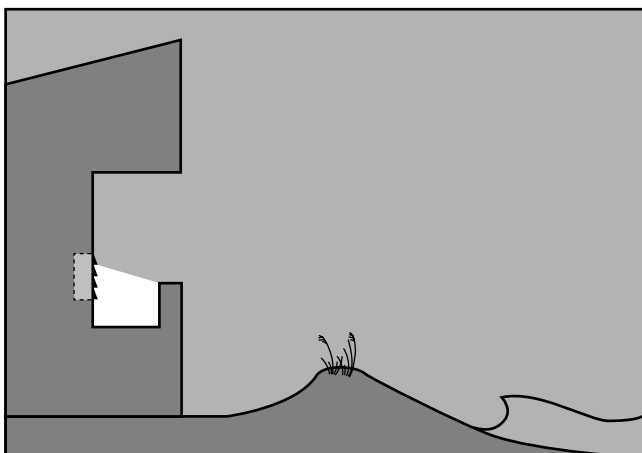
DEFICIENTE

El alumbrado dirigido deficientemente desde los balcones puede causar problemas en las playas de anidamiento.



MEJOR

El alumbrado completamente escudado con una lámina de metal reduce la iluminación que llega hasta la playa.

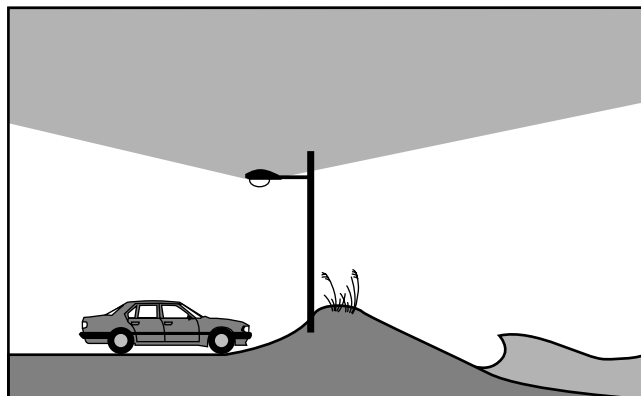


LO MEJOR POSIBLE

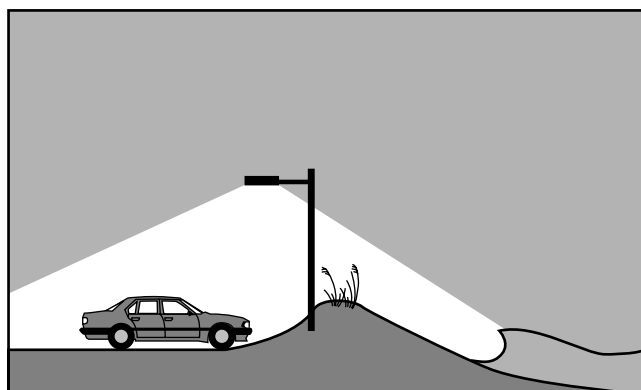
La iluminación con persiana que se usa para los escalones es uno de las mejores formas de alumbrar los balcones que son visibles desde playas de anidamiento.

DEFICIENTE

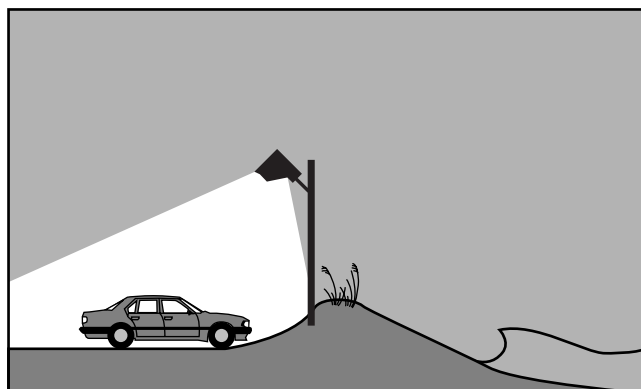
La iluminación escasamente dirigida en los estacionamientos puede causar problemas en las playas de anidamiento de tortugas marinas.

**MEJOR**

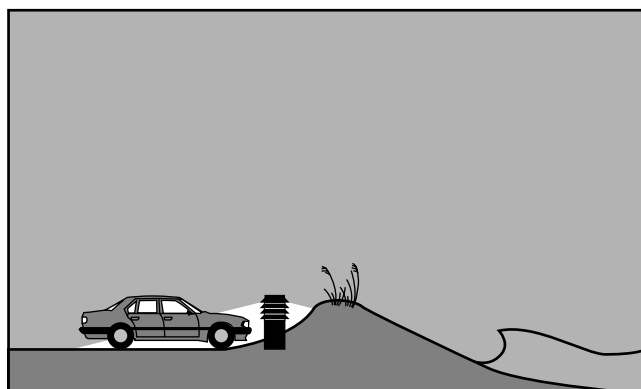
Artefactos de alumbrado con ángulo límite de 90° pueden reducir la cantidad de resplandor que llega a la playa.

**MUCHO MEJOR**

Los fanales completamente encapuchados pueden dirigir la luz exactamente y reducir aún más el resplandor.

**LO MEJOR POSIBLE**

Los artefactos con persiana montados a nivel bajo (luces de poste-corto) son la mejor manera de alumbrar los estacionamientos cerca de playas de anidamiento.



APENDICE G

La siguiente es una lista de fabricantes y distribuidores de artefactos de alumbrado y tratamiento de ventanas.

Es posible que las compañías fuera de los USA ofrezcan productos similares. Para obtener información actualizada seleccione el eslabón Sea Turtle en el sitio web del Florida Marine Research Institute, www.floridamarine.org.

AFG Industries, Inc.

(tinte de cristales)

1400 Lincoln Street
P.O. Box 929
Kingsport, Tennessee 37660 USA
TEL: 423-229-7200 or 800-251-0441
FAX: 423-229-7459
WEBSITE: www.afgglass.com
E-MAIL: (Access through website)

General Electric

(lámparas)

GE Lighting
1975 Noble Road
Cleveland, Ohio 44112 USA
TEL: 216-266-2653; 800-435-4448
FAX: 216-266-8437
WEBSITE: www.gelighting.com

Genlyte Thomas

(lámparas y accesorios)

10350 Ormsby Park Place, Suite 601
Louisville, Kentucky 40223 USA
TEL: 502-420-9500
FAX: 502-420-9540
WEBSITE: www.genlytethomas.com
E-MAIL: (Access through website)

Heath-Zenith

(lámparas y accesorios)

Desa International
2701 Industrial Drive
P.O. Box 90004
Bowling Green, KY 42101 USA
TEL: 270-781-9600
FAX: 270-781-9400
WEBSITE: www.desaint.com
E-MAIL: (Access through website)

Hubbell Lighting, Inc.

(lámparas, accesorios, escudos)

2000 Electric Way
Christiansburg, Virginia 24073-2500 USA
TEL: 540-382-6111
FAX: 540-382-1526
WEBSITE: www.hubbell-ltg.com

Hydrel

(lámparas y accesorios)

12881 Bradley Avenue
Sylmar, California 91342 USA
TEL: 818-362-9465
FAX: 818-362-6548
WEBSITE: www.thelightingcenter.com

Intermatic, Inc.

(lámparas y accesorios)

Intermatic Plaza
Spring Grove, Illinois 60081-9698 USA
TEL: 815-675-2321
FAX: 815-675-7055
WEBSITE: www.intermatic.com

Janmar Lighting

(lámparas y accesorios)

730 West Golden Grove Way
Covina, California 91722 USA
TEL: 626-858-6776
FAX: 626-967-0314
WEBSITE: www.janmar.com
E-MAIL: sales@janmar.com

LEDTronics

(lámparas)

23105 Kashiwa Court
Torrance, California 90505 USA
TEL: 310-534-1505; 800-579-4875
FAX: 310-534-1424
WEBSITE: www.ledtronics.com

Lithonia Lighting

(lámparas y accesorios)

P.O. Box A
Conyers, Georgia 30012 USA
TEL: 770-922-9000
FAX: 770-483-2635
WEBSITE: www.lithonia.com
E-MAIL: lithonia@lithonia.com

Osram Sylvania Incorporated*(lámparas)*

100 Endicott Street
Danvers, Massachusetts 01923-3623 USA
TEL: 978-777-1900 or 800-544-4828
FAX: 978-777-2152
WEBSITE: www.osram.co.za
E-MAIL: webmaster@osram.de

Patch Works*(escudos)*

216 NE 14th Avenue
Pompano Beach, Florida 33060 USA
TEL: 954-784-2314
FAX: 954-946-6052

Phifer Sunscreen*(celosías para ventanas)*

P.O. Box 1700
Tuscaloosa, Alabama 35403 USA
TEL: 205-345-2120 or 800-633-5955
FAX: 205-391-0799

PPG Industries*(tinte de cristales)*

Flat Glass Technical Services
P.O. Box 11472
Pittsburgh, Pennsylvania 15238 USA
TEL: 412-820-8500
FAX: 412-820-8025

Quality Lighting*(lámparas y accesorios)*

11500 Melrose Avenue, P.O. Box 1389
Franklin Park, Illinois 60131 USA
TEL: 847-451-0040 or 800-545-1326
FAX: 800-545-8250
WEBSITE: www.qualitylighting.com
E-MAIL: sales@qlty.com

SOL, Solar Outdoor Lighting, Inc.*(alumbrado solar)*

3210 SW 42nd Avenue
Palm City, Florida 34990 USA
TEL: 561-286-9461; 800-959-1329
FAX: 561-286-9616

Solargard*(tinte de ventanas)*

2400 West Copans Road, Suite #7
Pompano Beach, Florida 33069 USA
TEL: 800-282-9031
FAX: 954-960-0297

Southwall Technologies*(tinte de cristales)*

1029 Corporation Way
Palo Alto, California 94303 USA
TEL: 650-962-9111
FAX: 650-967-8713
WEBSITE: www.southwall.com
E-MAIL: webmaster@southwall.com

Spaulding Lighting*(lámparas y accesorios)*

1736 Dreman Avenue
Cincinnati, Ohio 45223 USA
TEL: 513-541-3486
FAX: 513-541-1454

Starfire Lighting*(lámparas y accesorios)*

7 Donna Drive
Wood Ridge, New Jersey 07075-1915 USA
TEL: 201-438-9540 or 800-443-8823
FAX: 201-438-9541
WEBSITE: www.starfirelighting.com

Sterner Lighting Systems Incorporated*(lámparas y accesorios)*

351 Lewis Avenue West, P.O. Box 805
Winsted, Minnesota 55395-0805
TEL: 320-483-2148 or 800-328-7480
FAX: 320-485-2881
WEBSITE: www.sternerlighting.com
E-MAIL: adman@sternerlighting.com

Supreme Lights*(accesorios)*

812 NW 8th Avenue
Ft. Lauderdale, Florida 33311 USA
TEL: 954-768-0044
FAX: 954-768-0645

Thomas Industries, Gardco Lighting*(lámparas y accesorios)*

2661 Alvarado Street
San Leandro, California 94577 USA
TEL: 510-357-6900 or 800-227-0758
FAX: 510-357-3088 WEBSITE:
www.sitelighting.com
E-MAIL: webmaster@sightling.com

Voigt Lighting*(lámparas y accesorios)*

135 Fort Lee Road
Leonia, New Jersey 07605 USA
TEL: 201-461-2493
FAX: 201-461-7827
E-MAIL: voightlight@aol.com

APENDICE H

CAPITULO 62B-55 Ordenanza sobre el Alumbrado para la Protección de Tortugas Marinas

62B-55.001	Propósito e Intención.
62B-55.002	Definiciones.
62B-55.003	Areas de Anidamiento de Tortugas Marinas.
62B-55.004	Guía General para los Gobiernos Locales.
62B-55.005	Prohibición de Actividades que Perturban a las Tortugas Marinas.
62B-55.006	Normas del Modelo para el Alumbrado Nuevo en las Playas.
62B-55.007	Normas del Modelo para el Alumbrado Existente en las Playas.
62B-55.008	Propuesta de Aplicación de la Ley y Sanciones.
62B-55.009	Guía para Inspecciones y Reportes.

62B-55.001 Propósito y Uso.

El propósito de esta ordenanza es implementar la Sección 161.163, de los Estatutos de la Florida, la cual requiere que el departamento designe las áreas costeras que las tortugas marinas han utilizado, o podrían utilizar para anidar, y que se establezcan pautas para las regulaciones de las autoridades locales sobre el control del alumbrado y la protección de las tortugas marinas nidificantes. Este documento intenta ofrecerle a los gobiernos locales una guía que facilite el desarrollo de ordenanzas que protejan a las crías de las tortugas marinas del efecto adverso que en ellas provoca la iluminación artificial, el mejoramiento del medio ambiente en áreas de anidaje que ya han sido afectadas por la contaminación por iluminación, y aumentar los anidamientos exitosos y la producción de crías.

Autoridad Específica 161.163 F.S., Ley Implementada 161.163 F.S., Historial—Nuevo 3-93.

62B-55.002 Definiciones.

- (1) "Luz artificial" o "iluminación artificial" significa luz emitida por cualquier artefacto fabricado por la mano del hombre.
- (2) "Playa" significa la zona formada por partículas no consolidadas que se extiende tierra adentro desde el borde del agua hasta la parte donde hay un cambio visible de material o formas fisiográficas, o hasta la línea de vegetación permanente, que es usualmente el límite de la influencia del oleaje provocado por tormentas.
- (3) "Bombillo contra insectos" significa cualquier tipo de bombillo ofertado en el mercado que indica que está específicamente fabricado para reducir la atracción de los insectos a la luz.
- (4) "Actividades de construcciones costeras" significa cualquier construcción o actividad que vaya a afectar físicamente las condiciones en las áreas costeras, la playa y las ensenadas.
- (5) "Condado" significa cualesquiera de los condados del estado de la Florida: Bay, Brevard, Broward, Charlotte, Citrus, Collier, Dade, Dixie, Duval, Escambia, Flagler, Franklin, Gulf, Hernando, Indian River, Jefferson, Lee, Levy, Manatee, Martin, Monroe, Nassau, Okaloosa, Palm Beach, Pasco, Pinellas, St. Johns, St. Lucie, Santa Rosa, Sarasota, Suwanee, Taylor, Volusia, Wakulla, y Walton.
- (6) "Iluminado acumulativo" significa iluminación de cualquier porción de la playa provocada por múltiples fuentes de luz artificial.
- (7) "Departamento" significa el Departamento de Recursos Naturales de la Florida.
- (8) "Directamente iluminado" significa iluminado por elementos resplandecientes: lámparas, globos, or reflectores brillantes de una fuente de luz artificial visible por una persona desde la playa.
- (9) "Duna" significa montículo o cresta de sedimentos sueltos, éstos generalmente de tamaño de granos de arena, localizado hacia la tierra en la playa y que ha sido formado natural o artificialmente.
- (10) "Duna frontal" significa el primer montículo de arena, creado natural o artificialmente, que se encuentra tierra adentro desde la playa y que tiene suficiente vegetación, altura, continuidad y configuración para ofrecer algún tipo de protección.
- (11) "Barrera a nivel del suelo" significa cualquier vegetación, estructura artificial o natural, que se eleve desde tierra y que obstaculice el paso de la luz hacia las dunas y la playa.
- (12) "Cría" significa cualquier especie de tortuga marina dentro o fuera del nido que recientemente ha salido del cascarón.

- (13) “Iluminado indirectamente” significa iluminado por elementos incandescentes de bombillo(s), globo(s) o reflector(es) de una fuente de luz artificial que no es divisada por un observador en la playa.
- (14) “Gobierno local” significa cualquier condado listado en la definición 4, o cualquier municipalidad, distrito comunitario, y distrito tributario especial que se encuentre dentro de esos condados.
- (15) “Tortuga marina” significa cualquier reptil marino de la familia Cheloniidae o Dermochelyidae encontrado en las aguas de la Florida, o que usan las playas como hábitat de anidamiento, incluyendo las especies *Caretta caretta* (cahuama); *Chelonia mydas* (verde); *Dermochelys coriacea* (laúd); *Eretmochelys imbricata* (carey) y *Lepidochelys kempii* (lora).
- (16) “Nido” significa un área en donde huevos de tortugas marinas han sido depositados naturalmente o transplantados por la mano humana.
- (17) “Temporada de anidamiento” significa el período de tiempo comprendido anualmente entre mayo 1 hasta octubre 31, para todos los condados excepto Brevard, Indian River, St. Lucie, Martin, Palm Beach y Broward. La temporada de anidamiento para los condados de Brevard, Indian River, St. Lucie, Martin, Palm Beach y Broward es desde marzo 1 hasta octubre 31 de cada año.
- (18) “De noche” significa el período de tiempo determinado por la hora local entre el anochecer y el amanecer.
- (19) “Persona” significa los individuos, firmas, asociaciones, empresas, fideicomisos, sociedades, copropietarios, consorcios, sindicatos, fiduciarios, corporaciones, y otros grupos o combinaciones.
- (20) “Cristal teñido” significa cualquier cristal tratado para satisfacer las normas industriales aprobadas de transmitancia de un 45% o menos de luz de dentro hacia afuera. Esta transmitancia está limitada al espectro visible (400 a 700 nanómetros) y se mide como por ciento de luz que se transmite a través del cristal.

62B-55.003 Areas de Anidamiento de Tortugas Marinas.

Investigaciones científicas han demostrado que las tortugas marinas anidan a lo largo de todas las costas del estado. Los datos obtenidos no son suficientes para excluir un condado como área utilizado por las tortugas marinas para anidar. Para el propósito de este reglamento, sin embargo, las áreas costeras del Estado utilizadas o que probablemente pudieran ser utilizadas por las tortugas marinas para anidar incluyen las playas adyacentes al Océano Atlántico, el Golfo de México y el Estrecho de la Florida, y las localizadas dentro de los condados de Bay, Brevard, Broward, Charlotte, Collier, Dade, Duval, Escambia, Flagler, Franklin, Gulf, Indian River, Lee, Manatee, Martin, Monroe, Nassau, Okaloosa, Palm Beach, Pinellas, St. Johns, St. Lucie, Santa Rosa, Sarasota, Volusia, y Walton.

62B-55.004 Guía General para los Gobiernos Locales.

(1) La protección de las hembras de tortugas marinas y sus crías es responsabilidad tanto del gobierno local como del Departamento. Se recomienda a los gobiernos locales que adopten, implementen y ejecuten las medidas aquí provistas. Los gobiernos locales que han adoptado reglamentos menos drásticos deben considerar una enmienda a las ordenanzas actuales con el fin de proveer una mayor protección a las tortugas marinas nidificantes y a sus crías. Al implementar esta guía, los gobiernos locales deberán también tomar en consideración los siguientes objetivos de manejo:

- (a) Educación del Público. Cualquier persona que someta una solicitud para realizar actividades de construcción en áreas costeras dentro de la jurisdicción del gobierno local, deberá ser informada de las regulaciones y los requisitos vigentes relacionados con el alumbrado artificial y la protección de tortugas marinas.
- (b) Gobierno Local-Comunicación con el Departamento. Una vez que se adopte esta guía, se deberá establecer un sistema de comunicación, si aún no ha sido iniciado, entre el gobierno local y el Departamento. Cuando los gobiernos locales controlan las actividades en sus playas y áreas costeras en forma consistente con las metas fijadas para la conservación de tortugas marinas, se incrementa la protección del hábitat, de las tortugas nidificantes y de sus neonatos. El Departamento está listo para asistir a los gobiernos locales mediante el aporte de información necesaria sobre conservación y asistencia técnica.
- (c) Cooperación Inter-gubernamental. Una vez adoptadas estas medidas, los gobiernos locales deberán establecer un sistema para recibir copias de los permisos de construcción para el desarrollo de áreas costeras dentro de su jurisdicción, emitidos por el Departamento, el Departamento de Regulaciones Ambientales, o el U.S. Army Corps of Engineers. El trabajo autorizado por estas agencias deberá ser evaluado para determinar si está en cumplimiento con las estipu-

laciones sobre el alumbrado artificial emitidas por el gobierno local.

(d) Aplicación de la Ley. Los gobiernos locales deberán desarrollar un proceso consistente y efectivo para hacer cumplir estas pautas. Este proceso deberá incluir por lo menos una inspección en la playa durante la noche, antes de que comience el período de anidaje y otra inspección durante la época de anidaje.

(2) El departamento considera que las provisiones en este Capítulo constituyen pautas mínimas a adoptarse para la protección del área de anidamiento, las tortugas nidificantes, y sus crías, de los efectos negativos de la iluminación artificial. Los gobiernos locales son responsables de adoptar medidas más estrictas para la protección de las tortugas marinas. Antes de adoptar cualquier medida, se exhorta a los gobiernos locales a consultar con el departamento para verificar que dichas medidas sean consistentes con las normas ya establecidas y con otras reglas adoptadas por el Departamento.

62B-55-005 Prohibición de Actividades que Perturban a las Tortugas Marinas.

Las siguientes actividades nocturnas relacionadas con la proyección de iluminación directa en ciertos sectores de la playa, deberán ser prohibidas durante el período de anidamiento para brindar una mayor protección a las tortugas nidificantes, sus nidos, y las crías:

- (1) El uso de todo vehículo motorizado, excepto los vehículos de emergencia, de la policía y aquellos permitidos en la playa para la conservación y estudio de las tortugas marinas.
- (2) Hacer fogatas u hogueras.

62B-55.006 Normas del Modelo para el Nuevo Alumbrado en las Playas.

Con el fin de ofrecer una mayor protección a las tortugas marinas nidificantes y sus crías, los gobiernos locales deberán adoptar las siguientes medidas para el alumbrado artificial en todas las nuevas construcciones en áreas costeras:

- (1) Las fuentes de alumbrado en el exterior deberán ser diseñadas y colocadas de manera que:
 - (a) La fuente de luz o cualquier superficie donde ésta se refleje, no sea directamente visible desde la playa;
 - (b) El reflejo de la luz no llegue directa o indirectamente hasta el área al sur de la primera duna.
 - (c) Que el resplandor de la luz no llegue cumulativamente hasta el área al sur de la primera duna.
- (2) Las fuentes de alumbrado artificial visibles directamente desde la playa se consideran apropiadas si:
 - (a) Se usan luces con protectores, luces empotradas y de bajo número de watts (es decir, 50 watts o menos) o bombillas contra insectos, o lámparas en que el interior de su superficie no refleje el brillo. Se pueden usar también otros artefactos que tienen protectores apropiados, rejillas o cualquier otro aditamento siempre y cuando cumplan con los requisitos arriba mencionados, sección (1)(a), (b), y (c); y
 - (b) Todas las lámparas estén montadas a un nivel tan bajo como sea posible, utilizando monturas de pared apropiadas, postes bajos o monturas a nivel del suelo.
- (3) No deben usarse reflectores, proyectores, o luces que enfoquen hacia arriba, ya sea con fines decorativos o comerciales, que sean directamente visibles desde la playa, o que indirectamente o cumulativamente la iluminen.
- (4) El uso de luces de exterior por motivo de seguridad y protección deberá estar limitado al mínimo y configuradas para cumplir su cometido. Se prefiere el uso de sensores de movimiento con interruptor que mantengan la luz apagada y sólo se enciendan por un corto período de tiempo cuando se detecte movimiento.
- (5) Se deben usar únicamente luces de baja intensidad en las áreas de parqueo que dan hacia la playa. Este alumbrado deberá:
 - (a) Estar colocado sobre una base que permita instalar la fuente de alumbrado a una altura no mayor de 48 pulgadas del suelo;
 - (b) Estar instalado y protegido de manera que la luz enfoque hacia abajo y la fuente de luz o cualquier superficie que refleje la luz no sea visible desde la playa, y no la ilumine directa o indirectamente.
- (6) Las áreas de estacionamiento y carreteras, incluyendo áreas pavimentadas o no-pavimentadas donde vehículos de motor se estacionan u operan, deben ser diseñadas y construidas en forma tal que obstaculicen el reflejo directo o indirecto de los faros de vehículos hacia la playa.

(7) Se deberán instalar verjas para proteger las playas del resplandor de la luz emitida por los faros de lanternos de los vehículos, y las luces localizadas en áreas de estacionamiento y carreteras. La instalación de estas verjas protectoras no deberá interferir con el anidamiento de las tortugas marinas o la salida del cascarón de las crías, ni ocasionar daño a corto o a largo plazo a la playa y/o al sistema de dunas.

(8) Se le deberá instalar un crystal teñido a las ventanas y puertas corredizas en estructuras de una o varias plantas con vista hacia la playa.

(9) Se recomienda el uso de lámparas y bombillas de vapor de sodio a baja presión con protectores en lugares que requieren un alumbrado intenso como las áreas de estacionamiento, las carreteras, áreas de seguridad, y en otros usos similares.

(10) El alumbrado temporal en áreas de construcción deberá ser reducido al mínimo durante la temporada de anidamiento y deberá cumplir con los requisitos de este reglamento.

62B-55.007 Normas del Modelo para el Alumbrado Existente en las Playas.

Con el fin de ofrecer un mayor nivel de protección a las tortugas marinas y sus crías, los gobiernos locales deberán adoptar las siguientes medidas para el alumbrado instalado en las contiguas a las playas:

(1) Los artefactos de luz artificial en uso deberán ser colocados en otro lugar, modificados o removidos de manera que:

(a) La fuente de luz o cualquier superficie de la misma no sea directamente visible desde la playa.

(b) El área al sur de la primera duna no sea directa o indirectamente iluminada, y

(c) El área al sur de la primera duna no sea iluminada acumulativamente.

(2) Las siguientes medidas deberán implementarse para reducir o eliminar los efectos negativos del alumbrado artificial usado en el exterior:

(a) Coloque el artefacto en otro lugar de manera que la fuente de luz o cualquier superficie de ésta no sea visible desde la playa.

(b) Reemplace el artefacto que contiene una luz expuesta por un modelo que sea empotrado en la pared o techo o tenga protectores.

(c) Reemplace los bombillos tradicionales por bombillos contra insectos que no excedan los 50 watts;

(d) Reemplace el artefacto no-direccionales por artefactos con luces direccionales que alumbren hacia el piso y orientadas en sentido opuesto a la playa.

(e) Reemplace las lámparas que tengan cubiertas transparentes o translúcidas por otros modelos que tengan protectores opacos que cubran un arco de por lo menos 180 grados y que se extienda solamente un poco más allá del borde de la lámpara en la parte que queda hacia las playas, de manera que la fuente de luz o cualquier superficie de la lámpara que refleje la luz no sea visible desde la playa.

(f) Sustituya las lámparas de los postes con luminarias de bajo nivel de forma que la fuente de luz o cualquier superficie de la lámpara que refleje la luz no sea visible desde la playa.

(g) Sustituya las luces incandescentes, fluorescentes o de alta intensidad, por luces de vapor de sodio de un número de watts más bajo.

(h) Siembre o mejore la vegetación que sirve de barrera entre la fuente de luz y la playa para que sirva como un filtro de luz.

(i) Construya una barrera a bajo nivel para proteger la playa del alumbrado. Estas barreras no deben interferir con la actividad de las tortugas marinas, la salida de las crías, u ocasionar daño a corto o largo plazo a la playa y/o el sistema de dunas.

(j) Retire o desarme permanentemente cualquier artefacto o luminaria que no pueda ser modificado para cumplir con los requisitos aquí mencionados.

(3) Las siguientes medidas deberán ser tomadas para reducir o eliminar los efectos negativos de las luces vistas desde la playa y que son emanadas desde el interior a través de puertas y ventanas:

(a) Aplique al cristal de la ventana un sombreado (tinte) que cumpla con los requisitos establecidos;

(b) Mueva lejos de las ventanas las lámparas y otros objetos movibles;

(c) Cubra sus ventanas (por ejemplo, cortinas persianas) para evitar que la luz del interior se proyecte hacia la playa; y

(d) Apague las luces innecesarias.

62B-55.008 Propuesta de Aplicación de la Ley y Sanciones.

La aplicación de la ley, apelaciones y soluciones a los problemas enumerados en este Capítulo deberán ser regulados a través de procedimientos establecidos por ordenanzas locales. Las multas por incumplimiento de la ley deberán ser establecidas para servir de freno a las violaciones. Se debe contar con el personal suficiente para responder a las llamadas de posibles violaciones dentro de un tiempo prudente para así prevenir el impacto continuo y prolongado que estos actos tengan sobre la tortuga marina y sus crías.

62B-55.009 Guía para Inspecciones y Reportes.

La siguiente información deberá ser recopilada anualmente y sometida al Departamento.

- (1) Cantidad revisada de solicitudes para alumbrado.
- (2) Cantidad reportada de posibles violaciones.
- (3) Número de posibles violaciones investigadas.
- (4) Resultado de las investigaciones, incluyendo tipo de violación y multas imputadas.
- (5) Resultado de las inspecciones realizadas antes y durante la temporada de anidamiento; y
- (6) El estado de las ordenanzas locales sobre el alumbrado y las enmiendas a dichas ordenanzas.

APENDICE I

La siguiente es una lista de organizaciones para la conservación, agencias de gobierno y otros grupos que pueden ayudarle a resolver problemas de contaminación por iluminación de playas donde anidan las tortugas marinas.

ARCHELON—Sea Turtle Protection Society of Greece⁴

3rd Marina, GR-166 75 Glyfada
Athens, GREECE
TEL: +30-1-898-2600
FAX: +30-1-898-2600
WEBSITE: <http://www.archelon.gr>
E-MAIL: rescue@archelon.gr

Bureau of Protected Species Management^{1,2}

Florida Fish & Wildlife Conservation Commission
620 South Meridian Street OES-BPS
Tallahassee, Florida 32399-1600 USA
TEL: 850-922-4330
FAX: 850-922-4338
WEBSITE: floridaconservation.org

Caribbean Conservation Corporation¹

4424 NW 13th Street, Suite A-1
Gainesville, Florida 32609 USA
TEL: 800-678-7853
FAX: 352-375-2449
WEBSITE: www.cccturtle.org
E-MAIL: ccc@cccturtle.org

Center for Marine Conservation¹

The Ocean Conservancy
1725 DeSales Street, NW, Suite 600
Washington, DC 20036 USA
TEL: 202-429-5609
WEBSITE: www.cmc-ocean.org
E-MAIL: info@oceanconservancy.org

Ecological Associates, Inc.¹

1458 Sunview Terrace
Jensen Beach, Florida 34957 USA
TEL: 772-334-3729
FAX: 772-334-4929

Florida Marine Research Institute^{1,2,4}

Florida Fish & Wildlife Conservation Commission
Tequesta Field Laboratory
P.O. Box 3478
19100 SE Federal Highway
Tequesta, Florida 33469 USA
TEL: 561-575-5407
FAX: 561-743-6228

Florida Marine Research Institute^{1,2,4}

Florida Fish & Wildlife Conservation Commission
Resource Recovery, Marine Turtles
100 Eighth Avenue SE
St. Petersburg, Florida 33701 USA
TEL: 727-896-8626
FAX: 727-893-9176
WEBSITE: www.floridamarine.org

Florida Power and Light Company²

Environmental Services Department
P.O. Box 14000
Juno Beach, Florida 33408 USA
TEL: 800-342-5375
FAX: 561-691-7049
WEBSITE: www.fpl.com

International Dark-Sky Association⁵

3225 North First Avenue
Tucson, Arizona 85719 USA
TEL: 520-293-3198 (voice)
FAX: 520-293-3192
WEBSITE: www.darksky.org
E-MAIL: ida@darksky.org

IUCN—The World Conservation Union³

Marine Turtle Specialist Group, Chair
Archie Carr Center for Sea Turtle Research
University of Florida
P.O. Box 118525

¹Puede asistirle en apoyar educación y legislación.

²Ofrece para distribución un panfleto titulado "Sea Turtles and Lights" y un folleto con información general sobre la biología de las tortugas marinas (Van Meter, 1992).

³Mantiene contacto a nivel mundial con los investigadores y conservacionistas de tortugas marinas.

⁴Recopila a nivel regional o nacional datos obtenidos en playas de anidación de tortugas marinas.

⁵Recopila y distribuye información sobre las causas y efectos de la contaminación de luz.

Gainesville, Florida 32611 USA

TEL: 352-392-5194

FAX: 352-392-9166

WEBSITE: accstr.ufl.edu

E-MAIL: kab@zoo.ufl.edu

Ogasawara Marine Center⁴

Byobudani, Chichijima

Ogasawara-mura, Tokyo, JAPAN 100-21

E-MAIL: BXL02325@niftyserve.or.jp

Programa Restauración de Tortugas Marinas⁴

Apdo. 1203-1100 Tibas

COSTA RICA

TEL: 506-241-5227

FAX: 506-236-6017

WEBSITE: www.tortugamarina.org

E-MAIL: rarauez@tortugamarina.org

pretoma@racsa.co.cr

PRONATURA—Yucatán⁴

Calle 17 # 188-A x 10

Colonia García Ginerés

Mérida, Yucatán—97070 MEXICO

TEL/FAX: (99) 25-37-87, 20-46-41, 20-46-47

Queensland National Parks and Wildlife Service⁴

Environmental Protection Agency

160 Ann Street

P.O. Box 155, Brisbane Albert Street

Queensland 4002 AUSTRALIA

TEL: (07) 3227 8186

FAX: (07) 3227 8749

International: +61 (7) 3227 8186

fax +61 (7) 3227 8749

TAMAR^{1,4}

Praia do Forte

Base Mãe

CAIXA Postal 2219

Salvador, Bahia

C.E.P. 40210-970

Salvador-BRASIL

TEL: (71) 676-1045

FAX: (71) 676-1067

WEBSITE: www.tamar.com.br

or in English: www.tamar.com.br/ingles

United States Fish and Wildlife Service⁴

National Sea Turtle Coordinator

6620 Southpoint Drive South, Suite 310

Jacksonville, Florida 32216

WEBSITE: northflorida.fws.gov/SeaTurtles/

seaturtle-info.htm

E-MAIL: northflorida@fws.gov

WIDECAST¹

17218 Libertad Drive

San Diego, California 92127 USA

TEL: (858) 451-6894

FAX: (858) 451-6986

WEBSITE: www.widecast.org

E-MAIL: widecast@ix.netcom.com

World Wildlife Fund¹

1250 24th Street NW

Washington, DC 20037 USA

TEL: 1-800-225-5993

WEBSITE: www.worldwildlife.org

¹Puede asistirle en apoyar educación y legislación.

²Ofrece para distribución un panfleto titulado "Sea Turtles and Lights" y un folleto con información general sobre la biología de las tortugas marinas (Van Meter, 1992).

³Mantiene contacto a nivel mundial con los investigadores y conservacionistas de tortugas marinas.

⁴Recopila a nivel regional o nacional datos obtenidos en playas de anidación de tortugas marinas.

⁵Recopila y distribuye información sobre las causas y efectos de la contaminación de luz.

APENDICE J

Respuestas a algunas preguntas y comentarios comunes referentes a las tortugas marinas y el alumbrado.

¿Cuándo emergen los neonatos de tortugas marinas de sus nidos?

Los primeros neonatos de la temporada emergen del nido aproximadamente 8 semanas después de la primera anidada de la temporada. Esta actividad continúa por hasta un total de 8 semanas después de la última anidada de la temporada. Fuera de los trópicos, los neonatos emergen durante el verano y temprano en el otoño. En el sureste de los U.S.A. los neonatos emergen en los meses de junio, julio, agosto, septiembre y octubre. El que los neonatos emergen del nido únicamente en luna llena es un mito. Los neonatos listos para emerger aguardan bajo la superficie de la arena hasta que las condiciones refrescan. La señal de la temperatura les avisa a salir mayormente de noche, aunque algunas emergencias en las últimas horas del atardecer y en horas tempranas de la mañana han sido documentadas.

¿Cómo saben los neonatos de tortugas marinas dónde está el océano cuando emergen de sus nidos?

Los neonatos tienen una tendencia innata a moverse hacia la dirección más brillante. En una playa natural la dirección más brillante es mas a menudo la vista abierta del cielo nocturno reflejado sobre el mar. Los neonatos también tienden a retirarse de los objetos con siluetas oscuras asociados con el perfil de la duna y vegetación. Esta conducta para encontrar el mar puede ocurrir durante cualquier fase y posición de la luna, lo que indica que los neonatos no dependen de la luz de la luna para guiarse hacia el mar.

¿Porqué las fuentes de luz artificial atraen a los neonatos de tortugas marinas?

Los neonatos que se arrastran hacia fuentes de luz artificial están siguiendo la misma respuesta instintiva que los guía hacia el mar en playas iluminadas naturalmente. El aparente resplandor y brillantez de la iluminación artificial es lo que a menudo desorienta a los neonatos. Para un neonato en la playa, una fuente de luz artificial luce brillante porque está relativamente cercana, pero a la vez no es lo suficientemente intensa para alumbrar el cielo y el paisaje. El resplandor resultante hace que la dirección de la fuente de luz artificial aparezca de forma tan brillante que los neonatos ignorarán otras señales visuales y se moverán hacia la luz artificial sin importar dónde se encuentre ésta en relación al mar.

Cerca de mi propiedad con vista a la playa hay otras luces que son visibles desde la playa. ¿Porqué debiera yo modificar mis luces?

Cualquier disminución en la cantidad de luz artificial que alcanza a la playa de anidamiento ayuda a las tortugas marinas. Cuando la iluminación es reducida, las crías que emergen del nido en noches iluminadas por la luna y en localidades alejadas de propiedad iluminada tendrán una mayor oportunidad de encontrar el mar.

¿Puede protegerse a los neonatos incrementando el número de luces en una playa de anidamiento para prevenir que las tortugas aniden?

Aunque el alumbrado artificial tiende a prevenir a las tortugas marinas de anidar, muchas anidan en playas alumbradas. Aparentemente el nivel de luz artificial necesario para desorientar a los neonatos está muy por debajo del nivel necesario para evitar el anidamiento. Pero, aún si las playas estuvieran tan iluminadas que no hubiera anidamiento, los neonatos de las playas adyacentes resultarían dañados. De cualquier manera, el ahuyentar tortugas marinas de sus playas de anidamiento significa que pierden habitat importante para ellas, y por lo tanto no es una buena estrategia de conservación.

¿Qué tan brillante puede ser una luz sin que afecte a los neonatos o a las tortugas marinas adultas en la playa?

Desafortunadamente, ninguna medida de la intensidad de la luz puede revelar si una fuente de luz causará un problema. Los efectos del alumbrado artificial en las tortugas marinas pueden en realidad aumentarse en las noches oscuras y sin luna en las que la luz ambiental disminuye. Debido a que cualquier luz visible de una fuente de luz artificial puede causar problemas, los “instrumentos” mas confiables para usarse para juzgar problemas de ilumi-

nación son los ojos de un observador humano en la playa de anidamiento. Cualquier fuente de luz que produce luz que es visible desde la playa probablemente causará problemas a las tortugas marinas que anidan y a los neonatos.

¿Qué debiera hacerse con los neonatos desorientados que son encontrados en la playa?

Los neonatos de tortugas marinas que se encuentran deambulando lejos del océano debieran ser llevadas a la parte más oscura de la playa y permitirseles caminar por su cuenta hacia la resaca. Aquellos que no se arrastren vigorosamente debieran ser colocadas en el agua y permitirseles alejarse nadando. Las agencias de recursos naturales o de protección ambiental debieran notificarse en todos los casos. Consulte el Apéndice I para ver una lista de organizaciones gubernamentales y no-gubernamentales de conservación.

¿A quién debo reportar una luz que es visible desde una playa de anidamiento de tortugas marinas?

El dueño o residente de la propiedad donde la fuente de luz está localizada debiera contactarse. No es que no le importe a la persona, en la mayoría de los casos ésta no se ha percatado de la situación. Las agencias de conservación de los gobiernos locales debieran ser notificadas. Un número creciente de comunidades costeras han adoptado ordenanzas que prohíben el alumbrado en las playas durante la temporada de anidamiento. Las oficinas de cumplimiento de los códigos a menudo supervizan el cumplimiento de las ordenanzas. Si hay regulaciones inadecuadas sobre el alumbrado de playas en su área o si un problema de alumbrado persiste, las organizaciones privadas de conservación pudieran ayudarle. Consulte el Apéndice I para ver una lista de agencias de gubernamentales y no-gubernamentales de conservación.

No tengo la capacidad de apagar una luz problematica localizada en mi propiedad. ¿Qué puede hacerse?

Las luminarias que no cuentan con un interruptor para encender y apagar la misma son a menudo controladas por la empresa de servicio público. Los dueños de la propiedad deben comunicarse con la compañía a quien pagan su factura de arrendamiento por consumo de energía eléctrica.

¿Podrá el alumbrado en un muelle afectar a las tortugas marinas de una playa adyacente?

Sí. La iluminación en los embarcaderos es muy difícil de escudar para evitar que llegue a las playas. Los neonatos en estrechos de playa adyacentes pudieran arrastrarse por largas distancias en dirección al muelle alumbrado. Los neonatos que entran al agua cerca del embarcadero, en lugar de dispersarse frente a la costa, se pueden rezaigar debajo de la estructura iluminada, y son presa de los peces que también son atraídos hacia la luz.

¿Guiar hacia el mar a los neonatos de playas iluminadas con luces brillantes colocadas en plataformas frente a la costa?

Además de ser una solución costosa y complicada, el alumbrado del océano para atraer fuera de la costa a los neonatos probablemente crearía problemas adicionales. El alumbrado del agua puede interferir con la dispersión de los neonatos e incrementar la mortalidad por depredación por peces.

No hay suficiente actividad de anidamiento en esta playa para justificar el intento de obscurecer la playa. ¿Porqué es necesaria la legislación de manejo del alumbrado?

Las playas donde anida un número pequeño de tortugas pueden ser muy importantes. La extension del anidamiento de una población puede conformarse por playas con anidados escasos. Por ejemplo, el carey es una de las especies de tortugas marinas en serio peligro de extinción, no anida en gran número en un sitio específico. Además, cualquier grupo de tortugas marinas que nidifica puede constituir una unidad genéticamente única y vulnerable. La pérdida de pequeñas poblaciones puede significar la pérdida permanente de diversidad. La ironía al ignorar los problemas de alumbrado en playas donde la actividad de anidamiento es mínima es que la iluminación pudo ser la causa de que los anidamientos sean escasos. Muchas playas iluminadas con pocos anidamientos pueden atraer de nuevo más anidamientos de tortugas una vez que son obscurecidas.

El crimen se incrementaría si la playa no está alumbrada.

Generalmente, las playas no son áreas donde hay gran necesidad de prevención del crimen. Muy poca propiedad de valor es almacenada en las playas y raramente hay mucha actividad humana por la noche que requiera seguridad. Afortunadamente las áreas adyacentes a las playas de anidamiento en donde las personas habitan, trabajan, se divierten y guardan sus objetos de valor pueden ser alumbradas para protección sin necesidad de afectar a las tor-

tugas en la playa de anidamiento. La Oficina de la Fiscalía del Estado de la Florida encontró que en las comunidades costeras de la Florida donde se legisló el manejo del alumbrado no hubo aumento posterior en el crimen.

La ejecución de un programa para oscurecer las playas sería extremadamente costoso.

El oscurecer las playas de anidamiento de las tortugas marinas es una de las soluciones menos costosas que pueden beneficiar el medio ambiente. La solución más simple al problema—apagar las luces visibles desde la playa durante la estación de anidamiento—cuesta poco o nada y puede resultar en ahorro en costos de electricidad. La mayoría de la iluminación esencial restante puede adecuarse con escudos protectores de manera que cumpla su función sin que ilumine la playa. Pueden fabricarse escudos protectores apropiados y de bajo costo e instalarse con tornillos. El remplazo de artefactos de alumbrado es más costoso pero es necesario solamente cuando el dueño decide hacerlo para incrementar la eficiencia o por estética. El seleccionar artefactos bien diseñados e incorporar técnicas de manejo del alumbrado durante la planificación del desarrollo costero, es uno de los modos más efectivos de satisfacer los requerimientos de alumbrado y de protección de las tortugas marinas.

Hay muchas desventajas al usar iluminación de vapor de sodio a baja presión para proteger tortugas marinas.

Como es verdad para cualquier fuente de luz, existen ventajas y desventajas al usar luces de vapor de sodio a baja presión (LPS). La siguiente es una lista de los puntos en cuestión específicos a la iluminación con LPS.

Costo—Los costos iniciales de LPS son substancialmente más altos que los de las fuentes incandescentes y fluorescentes y sólo moderadamente más altos que los de fuentes de alta intensidad (por ejemplo, HPS). Sin embargo, los costos de operación son generalmente mucho más bajos que los de cualquier otra fuente comercial.

Color—Debido a que las fuentes LPS son monocromáticas dan una representación muy deficiente del color. Sin embargo, para protección y seguridad muy pocas veces se necesita el espectro de color completo. Las instalaciones de la Fuerza Aérea de los U.S.A. cerca de playas de anidamiento en la Florida (áreas con requerimientos rigurosos de seguridad), son alumbradas con fuentes LPS excepto en las áreas de seguridad.

Desecho—Las lámparas en las luminarias LPS contienen sodio elemental, una substancia que puede ocasionar fuegos si no se desecha cuidadosamente. Sin embargo, a diferencia de las lámparas de descarga de alta intensidad que contienen mercurio (por ejemplo, vapor de mercurio, o vapor de sodio a alta presión) el contenido de las lámparas LPS no es tóxico.

Disponibilidad—Aunque las luminarias LPS no se consiguen fácilmente como otras fuentes de luz en tiendas al menudeo, éstas están disponibles en varios fabricantes (ver Apéndices D y G).

Los nidos de tortugas marinas en nuestra playa son mudados a áreas más oscura para proteger a los neonatos de la luz. ¿Son nuestras luces un problema todavía?

Sí. Aunque parezca que al mudar los nidos lejos del peligro se solucionaría el problema, esto sólo lo soluciona parcialmente y puede crear nuevos problemas. Al mudar nidos no se hace nada para prevenir que la iluminación disuada a las tortugas de anidar e interfiera con su orientación en la playa. El mudar los nidos tiene también consecuencias negativas producto de las limitaciones de esta técnica:

1. En cada intento para localizar nidos, muchos pasan inadvertidos. Los neonatos de los nidos faltantes sufrirán los efectos del alumbrado de la playa.
2. A menudo las nidadas que se mudan tienen tasas bajas de eclosión. La mudanza de huevos mata al menos algunos de ellos dependiendo de la habilidad con que se hace la mudanza.
3. El poner los huevos en lugares distintos que el seleccionado por la tortuga anidadora puede resultar adverso. El ambiente específico del nido es crítico tanto para la supervivencia de los huevos como para la determinación de la proporción de sexos de los neonatos.

¿Cómo puede justificarse el sacrificio de la protección y seguridad humana para salvar unas pocas tortugas marinas?

Afortunadamente esta opción no es necesaria. La seguridad y protección de los humanos puede ser mantenida sin poner en peligro a las tortugas marinas. La meta de cualquier programa de reducir el acoso y mortalidad de tortugas marinas causado por la iluminación es el manejo de las fuentes de luz de forma tal que éstas lleven a cabo su función sin alcanzar la playa de anidamiento. Pero, algunas personas pueden objetar que cualquier inconveniencia es demasiada y que el bienestar de los humanos debe prevalecer por encima del de las tortugas. Las personas que insisten en esta generalización no debieran ignorar el sentir del gran número de constituyentes decididos que valoran las tortugas marinas. Las tortugas marinas tienen valor tanto ecológico como de pura satisfacción para el pueblo. De muchas maneras, la protección de las tortugas marinas es en nuestro propio beneficio.

¿De que sirven las tortugas marinas?

El medir el valor verdadero de las cosas es difícil, pero es especialmente difícil estimar el valor de un recurso común. Aunque algunos aprecian las tortugas marinas más que otros, éstas tienen valor para todos en general. En substitución de una descripción completa del papel ecológico de las tortugas marinas, cabe decir que el mundo sería sin ellas un lugar muy pobre. Simplemente no podemos especificar cuán pobre. Sobre el sacrificio de la diversidad de la vida, Aldo Leopold escribió en su *Sand County Almanac*:

*“La última palabra de ignorancia es la del hombre que dice de una planta o animal:
‘¿De que sirve?’...
Si la biota, en el transcurso de los millones de años,
ha construido algo que nos gusta pero no entendemos,
entonces, ¿quién sino un tonto desecharía las partes aparentemente inservibles?
Guardar cada rueda y pieza es la primera precaución del remendero inteligente.”*

APENDICE K

Glosario

- Altura de la montura:** La distancia vertical entre la luminaria y la superficie a ser iluminada.
- Alumbrado de poste corto:** Artefacto de iluminación con altura a nivel de la cintura. Este tipo de artefacto generalmente está diseñado para iluminar únicamente el área inmediata alrededor del poste.
- Alumbrado direccional:** Una luminaria que puede ser apuntada de tal manera que su luz sólo alcanza áreas específicas.
- Alumbrado hacia abajo:** Artefactos de alumbrado en forma tubular o cilíndrica que dirigen la luz predominantemente hacia abajo y que poseen deflectores para reducir la iluminación lateral.
- Alumbrado hacia arriba:** Artefacto de alumbrado que es dirigido hacia arriba, usualmente hacia objetos (banderas, monumentos, rótulos, edificios, *etc.*)
- Angulo de aceptación:** Un ángulo, usualmente especificado como horizontal o vertical que describe el rango de direcciones, desde el cual la luz puede ser medida por un detector (o un animal).
- Angulo límite:** El ángulo entre una línea vertical al través de la fuente luminosa y la primera línea de avistamiento a la que los elementos incandescentes de la fuente luminosa ya no son visibles.
- Antropogénico:** Originado por las acciones o artefactos de los humanos.
- Artefacto de alumbrado:** El artefacto que sostiene, protege, y provee el sistema óptico y las conexiones eléctricas de una lámpara.
- Artefacto de iluminación:** *Ver* Artefacto de alumbrado
- Candela:** Unidad internacional básica para medir intensidad luminosa.
- Color:** La sensación resultante de la estimulación de la retina por luz de ciertas longitudes de onda.
- Color de la luz:** *Ver* Color
- Conducta para encontrar el mar:** La tendencia de moverse en dirección del océano.
- Cono de aceptación:** Un ángulo sólido que describe el vértice de un cono geométrico que contiene el rango de direcciones desde el cual la luz puede ser medida por un detector (o un animal).
- Contaminación por iluminación:** La introducción perjudicial al medio ambiente de luz producida artificialmente. Muy similar a luz invasiva, es decir la emisión de luz hacia áreas donde no se quiere.
- Desorientación:** Orientación en dirección equivocada. En los neonatos de tortugas marinas, es la travesía en la playa hacia cualquier otra dirección que hacia la vecindad del océano.
- Difusor:** Hecho de material transparente, parte de la luminaria a través de la cual la luz es difundida. Uno de los elementos de la luminaria que parece incandescer. También nombrado lente o globo.
- Dirección más brillante:** La dirección a la que la luz es percibida o medida más brillantemente.
- Duna primaria:** Áreas costeras de depósitos de arena, elevadas y muy cerca del agua; generalmente tienen vegetación bien establecida si ésta no ha sido removida artificialmente.
- Eficiencia:** En una lámpara, la proporción de luz emitida (lúmenes) al potencial eléctrico (watts).
- Electroretinografía (ERG):** Un método para determinar la sensibilidad espectral en el cual el potencial eléctrico relativo es medido a lo largo de retinas expuestas a luz con intensidades y longitudes de onda específicas.
- Empotrada:** Término para describir una luminaria instalada en una cavidad del techo de tal manera que los elementos incandescentes están escondidos a la vista.
- Escudo:** *Ver* Escudo de alumbrado
- Escudo de alumbrado:** Cualquier material opaco instalado en una luminaria que hace que dicha luminaria produzca más alumbrado direccional.
- Espectro ERG:** Medido por electroretinografía, la sensibilidad espectral de un animal.

- Espectro visible:** El rango de longitudes de onda visible a los humanos, generalmente entre 380 (violeta) y 760 (rojo) nanómetros.
- Éxito de eclosión:** La proporción de huevos en un nido que produce crías vivas.
- Éxito de la anidada:** La proporción de intentos de anidaje (emergencias a la playa) que resultan en depósito de huevos en una tortuga marina.
- Extraviarse:** Pérdida de orientación. Incapaz de mantener un movimiento direccional constante.
- Fluorescente:** Una lámpara de descarga eléctrica que contiene argón, neón, mercurio y en algunos casos kriptón, ésta es revestido internamente con fósforo que determina la apariencia del color (más comunmente, blanco) cuando está encendida.
- Foto-contaminación:** Ver Contaminación por iluminación.
- Foto-pigmentos:** Los químicos absorbentes de luz dentro de las células, conos y bastones, de la retina.
- Fotómetro:** Ver Medidor de luz
- Fototropotático:** Pertinente a la fototropotaxis.
- Fototropotaxis:** Movimiento direccional gobernado por evaluación de la excitación sensorial de los estímulos recibidos en estructuras sensibles a la luz por separado.
- Globo:** Un difusor de una luminaria, usualmente hemisférico. Uno de los elementos de una luminaria que aparece incandescente.
- Iluminación artificial:** Fuentes de luz que han sido producidas por el hombre.
- Iluminación directa:** Una luminaria produce iluminación directa si cualesquiera de sus elementos incandescentes es visible a un observador en la playa.
- Incandescente:** Una lámpara que produce luz por medio de un filamento metálico incandescente calentado eléctricamente y que aparece blanco cuando está iluminado. Incluye fuentes de cuarzo tungsteno halógeno (o simplemente tungsteno halógeno). Puede ser teñida para variar el color (por ejemplo, las luces amarillas contra insectos).
- Irradiación:** La densidad del flujo irradiante sobre una superficie. El flujo irradiante puede incluir luz al través de todo el espectro.
- Irradiación:** El flujo irradiante de una superficie o fuente luminosa por unidad de área de la superficie.
- Lámpara:** La fuente de luz de una luminaria.
- Fanal:** Iluminación de alta intensidad que puede ser dirigida en varios ángulos para iluminar áreas extensas u objetos.
- Lámpara de descarga de alta intensidad:** Siglas en inglés HID = High Intensity Discharge. En referencia a aquellas fuentes de luz que incluyen lámparas de vapor de sodio a alta presión, vapor de mercurio y metal halogenado.
- Lámpara de vapor de mercurio:** Una lámpara de descarga eléctrica que contiene mercurio y argón y está algunas veces revestida con fósforo; parece blanquecina cuando está encendida.
- Lámpara de vapor de sodio a alta presión:** Siglas en inglés HPS = High Pressure Sodium. Una lámpara de descarga eléctrica que contiene una amalgama de sodio y mercurio y xenón rarificado, que parece de color blanco dorado o durazno cuando está encendida.
- Lámpara de vapor de sodio a baja presión:** Siglas en inglés LPS = Low Pressure Sodium. Una lámpara de descarga eléctrica que contiene sodio, neón y argón y que aparece amarillo ambar cuando está encendida.
- Lente:** Ver Difusor
- Longitud de onda:** La propiedad de un fotón de luz que determina su energía y color, usualmente expresado en nanómetros (nm, un millonésimo de un metro).
- Luces con persiana:** Artefactos luminosos pequeños con persianas que restringen la iluminación a un área inmediata alrededor del artefacto. Estas son generalmente instalados a nivel del piso.
- Lúmen:** Unidad de emisión de luz o flujo, es igual a la cantidad de flujo luminoso por una candela sobre la unidad de ángulo sólido.

- Luminancia:** El flujo luminoso de una superficie o fuente de luz, por unidad de área de la superficie. El flujo luminoso incluye sólo luz visible.
- Luminaria:** Una unidad completa que produce y distribuye luz artificialmente. Una fuente de luz artificial que incluye artefacto, lastre, montura y lámpara(s).
- Luminosidad:** La percepción o medida que describe la intensidad de la luz con respecto a los ángulos de aceptación y una específica sensibilidad espectral.
- Luz:** (1) Energía radiante visible o visible-cercano. (2) Un término usado comúnmente en lugar de luminaria o artefacto luminoso.
- Luz contra insectos:** Una lámpara incandescente teñida de amarillo con fin de atenuar su emisión de luz visible de onda corta para reducir su atracción a los insectos.
- Luz espectral:** Luz compuesta por longitudes de onda específicas.
- Luz indirecta:** Una luminaria provee alumbrado indirecto si su luz es visible a un observador en la playa únicamente después de ser reflejada por objetos cercanos a la playa o dispersada por la neblina.
- Lux:** Unidad métrica para medir la luminancia; es igual a la iluminación de una superficie uniformemente a un metro del punto fuente de una candela; un lumen por metro cuadrado.
- Medidor de luz:** Un detector utilizado para medir los niveles de luz visible, típicamente luminancia o intensidad luminosa.
- Metal-halogenado:** Una lámpara de descarga eléctrica que contiene mercurio, argón, yoduro de sodio, yoduro de escandio y escandio, luce blanca cuando está encendida.
- Monocromática:** La descripción de una fuente de luz que emite un conjunto de longitudes de onda restringido (por ejemplo, un solo color).
- Neonato:** Una tortuga marina recién nacida.
- Nidada:** El grupo de huevos depositados en un nido.
- Nido:** El área de arena perturbada en una playa donde una tortuga marina ha enterrado una nidada de huevos.
- Persiana:** Una serie de tablillas bloqueantes de la luz, son usadas para dirigir a la luz emitida por una luminaria.
- Playa:** Áreas costeras dinámicas de depósitos sedimentarios, usualmente arena, entre la duna primaria y el agua.
- Radiómetro:** Un instrumento para medir la energía radiante (por ejemplo, luz visible).
- Rastro:** Las huellas y otras perturbaciones dejadas en la arena por una tortuga marina que ha intentado anidar.
- Rastro falso:** Un intento por anidar (emergencia a la playa) abortado de una tortuga marina.
- Reflector:** Un elemento de una luminaria que dirige la luz de la misma por reflexión.
- Representación del color:** El efecto de una fuente de luz sobre la apariencia del color de un objeto.
- Resplandor en el cielo:** El resplandor de luz difundida por la neblina y nubes sobre áreas iluminadas densamente.
- Resplandor en el cielo urbano:** Ver Resplandor en el cielo.
- Retina:** La superficie en el ojo de los vertebrados que contiene las células pigmentadas (conos y bastones) sensibles a la luz.
- Tasa de sexos:** La proporción de hembras a machos. La tasa de sexos en las tortugas marinas neonatas es determinada por las condiciones ambientales (mayormente temperatura) bajo las que los huevos son incubados.
- Xantofobia:** La tendencia a orientarse lejos de fuentes ricas en luz amarilla. Un tipo de orientación visto en los neonatos de la cahuama.
- Zona de rompientes:** La zona de la playa en donde las olas rompen y retroceden.

Florida Marine Research Institute Technical Report Series

- TR-1** Sargent, F.J., T.J. Leary, D.W. Crewz, and C.R. Kruer. 1995. Scarring of Florida's seagrasses: assessment and management options. Florida Marine Research Institute Technical Report TR-1. 37 pp. + appendices.
- TR-2** Witherington, B. E., and R. E. Martin. 2000. Understanding, assessing, and resolving light-pollution problems on sea turtle nesting beaches. 2nd ed. rev. Florida Marine Research Institute Technical Report TR-2. 73 pp.
- TR-2** Witherington, B. E., and R. E. Martin. 2003. Entendiendo, evaluando y solucionando los problemas de contaminación de luz en playas de anidamiento de tortugas marinas. Florida Marine Research Institute Technical Report TR-2, traducción de la Tercera Edición inglesa, revisada. (In Spanish.) 75 p.
- TR-3** Camp, D. K., W. G. Lyons, and T. H. Perkins. 1998. Checklists of selected shallow-water marine invertebrates of Florida. Florida Marine Research Institute Technical Report TR-3. 238 pp.
- TR-4** National Oceanic and Atmospheric Administration, Florida Fish and Wildlife Conservation Commission, and Florida Keys National Marine Sanctuary. 2000. Benthic habitats of the Florida Keys. Florida Marine Research Institute Technical Report TR-4. v + 53 pp.
- TR-5** McBride, R. S. 2000. Florida's shad and river herrings (*Alosa* species): a review of population and fishery characteristics. Florida Marine Research Institute Technical Report TR-5. 18 pp.
- TR-6** Adams, D. H., and R. H. McMichael. 2001. Mercury levels in marine and estuarine fishes of Florida. Florida Marine Research Institute Technical Report TR-6. 35 pp.
- TR-7** Weigle, B. L., I. E. Wright, M. Ross, and R. Flamm. 2001. Movements of radio-tagged manatees in Tampa Bay and along Florida's west coast, 1991–1996. Florida Marine Research Institute Technical Report TR-7. 156 pp.
- TR-8** Wakeford, A. 2001. State of Florida conservation plan for gulf sturgeon (*Acipenser oxyrinchus desotoi*). Florida Marine Research Institute Technical Report TR-8. 100 pp.