



Atlas de la

Reserva de Biósfera Seaflower

Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina



Atlas de la

Reserva

de Biósfera

Seaflower

*Archipiélago de San Andrés,
Providencia y Santa Catalina*





Francisco Armando Arias Isaza
DIRECTOR GENERAL

Jesús Antonio Garay Tinoco
SUBDIRECTOR COORDINACIÓN DE INVESTIGACIONES (SCI)

Carlos Augusto Pinilla González
SUBDIRECTOR DE RECURSOS
Y APOYO A LA INVESTIGACIÓN (SRA)

David Alejandro Alonso Carvajal
COORDINADOR PROGRAMA DE BIODIVERSIDAD
Y ECOSISTEMAS MARINOS (BEM)

Luisa Fernanda Espinosa Díaz
COORDINADORA PROGRAMA DE CALIDAD AMBIENTAL MARINA (CAM)

Blanca Oliva Posada Posada
COORDINADORA (E) PROGRAMA DE GEOCIENCIAS MARINAS (GEO)

Paula Cristina Sierra Correa
COORDINADORA PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN
PARA LA GESTIÓN DE ZONAS COSTERAS (GEZ)

Mario Enrique Rueda Hernández
COORDINADOR PROGRAMA DE VALORACIÓN
Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS MARINOS (VAR)

Óscar David Solano Plazas
COORDINADOR PROGRAMA DE SERVICIOS CIENTÍFICOS (CSC)

WWW.INVEMAR.ORG.CO
CERRO PUNTA BETÍN, SANTA MARTA DTCH, COLOMBIA
PBX: +57 5 432 8600 • FAX: +57 5 432 8694 • A.A. 1016



Corporación para el Desarrollo Sostenible
del Archipiélago de San Andrés, Providencia
y Santa Catalina

Elizabeth Taylor Jay
DIRECTORA GENERAL

Opal Marcela Bent Zapata
SUBDIRECTORA GESTIÓN AMBIENTAL

Arne Britton
SUBDIRECTOR DE MARES Y COSTAS

Catherine Archbold
SECRETARÍA GENERAL

J. Edith Carreño Corpus
SUBDIRECTORA DE PLANEACIÓN

Rafael Medina Whitaker
SUBDIRECTOR JURÍDICO

Jenny Bowie
COORDINADOR CONTROL Y VIGILANCIA

Claudia Marcela Delgado
COORDINADORA EDUCACIÓN AMBIENTAL

Giovanna Peñaloza
COORDINADORA GRUPO PROVIDENCIA

Nacor Bolaños
COORDINADOR ÁREAS PROTEGIDAS

WWW.CORALINA.GOV.CO
VÍA SAN LUIS, BIGHT, KM 26, SAN ANDRÉS ISLA, COLOMBIA
PBX: +57 8 512 0080 • LÍNEA VERDE: +57 8 512 8272

Coordinación editorial:

Diana Isabel Gómez López, INVEMAR
Carolina Segura Quintero, INVEMAR
Paula Cristina Sierra Correa, INVEMAR
Jesus A. Garay Tinoco, INVEMAR
Elizabeth Taylor Jay, CORALINA
Opal Bent Zapata, CORALINA

Producción cartográfica:

Carolina Segura Quintero, INVEMAR
Anthony Mitchell, CORALINA
Stephane Rifaterra, INVEMAR
Nathaly Mahecha Moreno, INVEMAR

Fuentes de información cartográfica:

La información geográfica utilizada para la generación de los mapas presentados en este documento, proviene de diversas entidades tales como: Instituto Geográfico Agustín Codazzi -IGAC-, información base y ortomosaicos de imágenes Vexcel ULTRACAM de 2007 además de fotografías aéreas de diferentes fechas; Dirección General Marítima -DIMAR- principalmente información batimétrica; Sistema de Información Geográfica de la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina -CORALINA-; Sistema de Información Geográfica del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives De Andrés" -INVEMAR- y Sistema de Información Ambiental Marina para Colombia -SIAM-.

Las líneas de delimitación fronteriza presentadas en este documento son una representación gráfica aproximada, con fines ilustrativos solamente.

Los editores, CORALINA e INVEMAR, no se hacen responsables por la información que se presenta en cada uno de los capítulos. La responsabilidad sobre el contenido, sentido y rigor científico en la elaboración de los mismos es estrictamente de los autores.

Imagen de portada: ESRI Digital Chart of the World - modelo digital de terreno 1 km.

Fotografías contraportada: Opal Bent, Gloria Murcia y Nacor Bolaños; CORALINA.

Cítese la obra completa así: CORALINA-INVEMAR. 2012. Gómez-López, D. I., C. Segura-Quintero, P. C. Sierra-Correa y J. Garay-Tinoco (Eds). Atlas de la Reserva de Biósfera Seaflower. Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives De Andrés" -INVEMAR- y Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina -CORALINA-. Serie de Publicaciones Especiales de INVEMAR # 28. Santa Marta, Colombia 180 p.

Cítese los capítulos así: Autores. 2012. Título del capítulo. pp (intervalo de páginas) en CORALINA-INVEMAR, 2012. Gómez-López, D. I., C. Segura-Quintero, P. C. Sierra-Correa y J. Garay-Tinoco (Eds). Atlas de la Reserva de Biósfera Seaflower. Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives De Andrés" -INVEMAR- y Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina -CORALINA-. Serie de Publicaciones Especiales de INVEMAR # 28. Santa Marta, Colombia 180 p.

Palabras clave: Caribe colombiano, cartografía, archipiélago, reserva de biósfera, atlas, biodiversidad, Seaflower

Diseño e impresión: John Khatib / Carlos González
Ediprint Ltda. (ediprint.com.co)

Diagramación: Jorge Beltrán, Ediprint Ltda.

ISBN: 978-958-8448-50-3

© 2012. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives De Andrés" -Invemar-, Santa Marta, Colombia. Vinculado al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, desde 1993 (Ley 99).

Todos los derechos reservados. Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida, almacenada en sistema recuperable o transmitido en ninguna forma o por ningún medio electrónico, mecánico, fotocopia, grabación u otros, sin el previo consentimiento escrito del INVEMAR.

Primera edición de 1.000 ejemplares, agosto de 2012

Impreso en Bogotá D. C., Colombia

Hace no más de diez años, el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, no figuraba en los principales mapas del mundo. De manera similar, a nivel nacional siempre se presentaba en la cartografía oficial un pequeño recuadro con las tres islas principales, dando una concepción errónea de la magnitud de la frontera azul de Colombia en el mar Caribe. Indudablemente, la declaratoria del Archipiélago como Reserva de la Biósfera Seaflower en el año 2000 por la UNESCO y la posterior declaratoria por el hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible del Área Marina Protegida (AMP) Seaflower (65.000 km²), ambos logrados a partir de procesos participativos liderados por CORALINA y con el acompañamiento científico del INVEMAR a través de su participación en el Consejo Directivo de la Corporación, generan un cambio sustancial, en cómo, tanto la Nación como el mundo y el nivel internacional concebían el Archipiélago. A partir de ese momento, el área del Archipiélago empieza a figurar en los mapas de la red mundial de reservas de la biósfera y posteriormente el AMP Seaflower se incorpora a la base de datos mundial de áreas marinas protegidas, así como en diversos sistemas de información a nivel global, generando un especial foco de atención sobre estas áreas tan estratégicas, pero tan remotas en el Caribe Occidental. A pesar de estos logros tan importantes aún existe desconocimiento principalmente en el colectivo nacional sobre la verdadera dimensión del Archipiélago.

La protección de las áreas marinas, ha cobrado especial relevancia para el planeta en la última década, tan es así que muchos de los países han establecido metas ambiciosas para garantizar la sostenibilidad de sus recursos costeros y marinos; hoy Australia aspira a crear una red de AMP que garantice la protección de un tercio de su territorio marino y comparativamente Colombia apunta a la creación de un Subsistema de AMP. La protección del mar se ha convertido en una verdadera competencia de los diversos países, de tal relevancia ha sido que el área marina protegida más grande del mundo y que permaneció con ese honor por más de 30 años, el Parque Marino de la Gran Barrera de Arrecife de Australia (300.000 km²), fue superada con la declaratoria realizada por el gobierno de Estados Unidos en el año 2006 de las islas hawaianas, el Monumento Marino Nacional de Papahānaumokuākea (360.000 km²). Sin embargo no se mantuvo en cabeza de las más extensas del mundo por mucho tiempo, toda vez que en el año 2008, el gobierno de Kiribati declara el área protegida de las islas Phoenix (408,250 km²). El gobierno de gran Bretaña no se quedaría atrás y el 1 de abril de 2010 declaró las islas Chagos como el AMP más grande del mundo y que figura hasta hoy, como el más extenso (545.000 km²). Los gobiernos han utilizado diversas estrategias, así como persiguen fines diversos con la declaratoria de estas AMP, una de tipo económico, porque han encontrado que conservar estas áreas es más rentable para el país que permitir actividades extractivas, algunos para garantizar el manejo de sus pesquerías, pero una de las más importantes y cruciales para los grandes países desarrollados ha sido para reafirmar su soberanía. Al principio del nuevo siglo,



(Foto: Elizabeth Taylor, CORALINA).

Prólogo

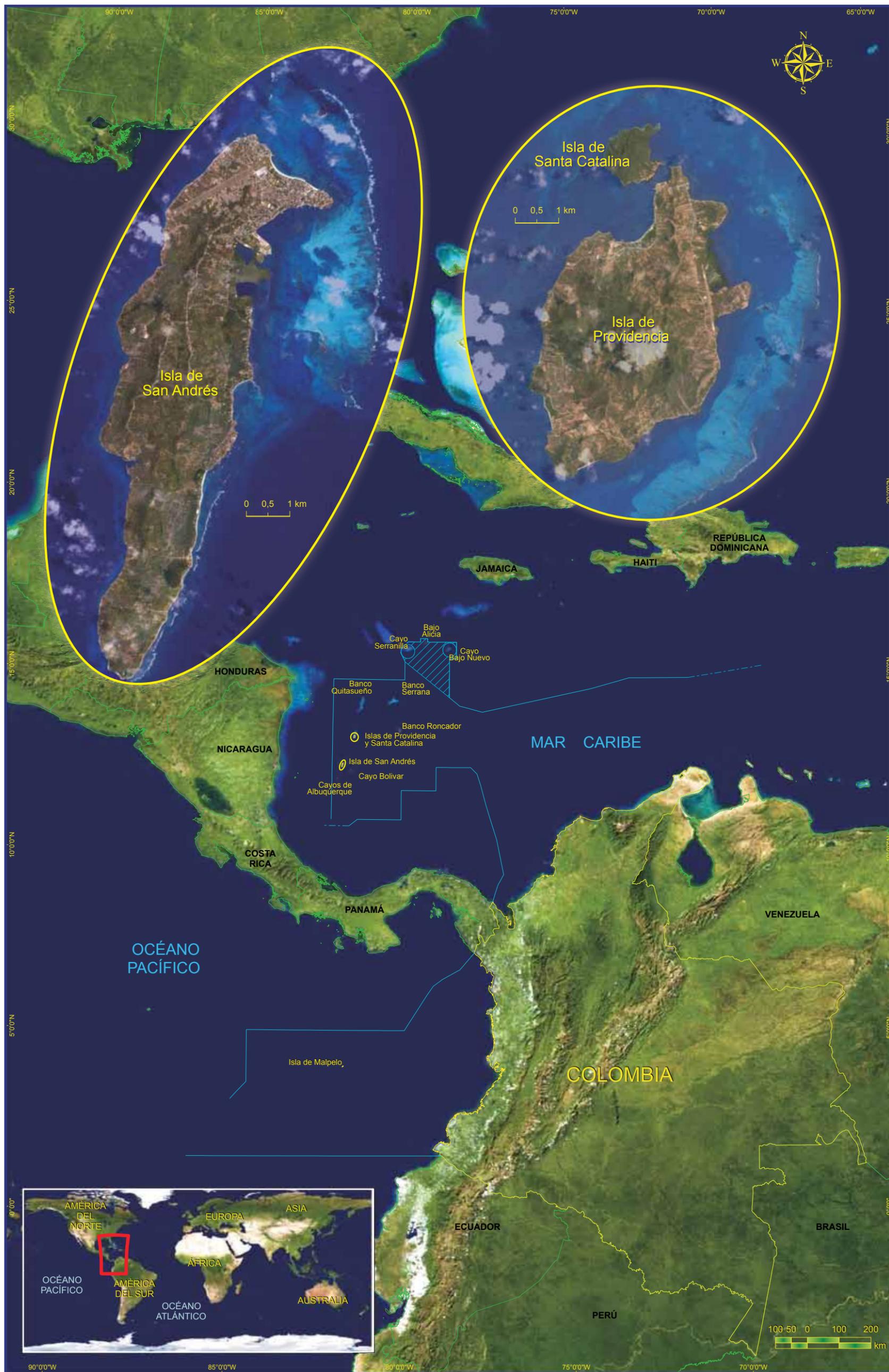
existían tan solo alrededor de 1.700 AMP en el mundo, en la actualidad hay más de 6.000 AMP distribuidas en los diversos países. Sin embargo, y a pesar de todos los avances realizados y los esfuerzos emprendidos, solo el 1,7% del mar del mundo se encuentra bajo un esquema de protección. En Colombia la declaratoria del AMP Seaflower, ha permitido que la protección del mar del país que escasamente alcanzaba el 4%, hoy se encuentre en un 9,6%, aspecto significativo que ha permitido el avance del país hacia el cumplimiento de la meta internacional de garantizar mares sostenibles. Esta protección sin embargo no es evidente y visible a todo el país y este es uno de los grandes retos de las autoridades ambientales en los siguientes años. Una estrategia para visibilizar estas áreas, tanto de la Reserva de Biósfera como del AMP es a través de este atlas que presentamos a la población de las islas, al país y a la comunidad internacional.

Esta obra completa y realizada con todo el cuidado de incorporar la información científica y socioeconómica más acertada de los últimos años, que los equipos humanos de CORALINA y el INVEMAR entregan, busca generar una mayor conciencia sobre la importancia de la protección del mar del País que es parte integral del Archipiélago. Incluye desde información sobre la riqueza de su biodiversidad natural y ecosistemas, hasta el componente poblacional y los retos que hoy enfrentan las islas frente a grandes determinantes como el cambio climático, la alta densidad poblacional y la invasión de especies exóticas.

Los invitamos a disfrutarlo desde su inicio hasta el final, ilustrado con espectaculares imágenes del “Mar de los Siete Colores”.

Elizabeth Taylor Jay

Directora General CORALINA, 2003- 2012



Fuente imágenes: Digital Chart of the world - MDE 1 km de ESRI, Landsat ETM 2000 y Ortomosaicos Vexcel ULTRACAM 2007 de IGAC.



(Foto: Elizabeth Taylor, CORALINA).

¡El archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina es la frontera departamental habitada de Colombia en la región del Caribe Occidental. Además de ser un espacio oceánico de imperante diversidad biológica, el característico mar de los siete colores, el hogar de la Cabeza de Morgan, del Cocoloco, del espléndido Blue Hole y de una población étnica raizal única, es sin lugar a dudas un paraíso reservado para las generaciones actuales y futuras de toda la humanidad!

El Archipiélago apareció cartográficamente por primera vez en los mapas europeos en 1527 y fue solo un siglo más tarde, en febrero de 1631, cuando un grupo de puritanos ingleses navegaron desde el puerto de Londres a bordo del *Seaflower* con destino al Nuevo Mundo y se establecieron en forma permanente en la isla que bautizaron como Providencia. Debido a que la isla estaba cerca de las rutas de navegación de los barcos españoles, los puritanos pronto se vieron involucrados en el muy rentable negocio de la piratería. Esta circunstancia llevaría finalmente a la desaparición de este proyecto puritano en el Caribe, ya que las autoridades españolas tomaron la decisión de eliminar ese enclave para garantizar la seguridad de sus barcos. Después de 1641 los españoles mantuvieron un pequeño destacamento en Providencia para evitar que fuera repoblada por los ingleses. Sin embargo, después de 1670 los españoles retiraron la tropa y con el Tratado de Versalles de 1783, pretendieron expulsar a los ingleses de sus enclaves, a lo cual los que habitaban en San Andrés y Providencia pidieron un permiso especial para quedarse habitando las islas, con la condición de que se convertirían al catolicismo y declararían su lealtad a la Corona española.

Para 1792, aparecen nuevos mapas de San Andrés y Providencia con Santa Catalina, elaborados por el Capi-

Presentación

tán de Navío José del Río. En 1803 la Real Orden de Carlos IV separaba las islas de San Andrés y la costa de la Mosquitía de la Capitanía de Guatemala y las transfería al Virreinato de Santa Fe y la Real Orden de 1805 confirmaría lo anterior “escriturando” el Archipiélago a Colombia, trabajo que se desprendió de la expedición cartográfica que dirigiera el Capitán Fidalgo entre 1791 y 1805, y especialmente el sondeo de la ruta de Cartagena al Archipiélago y el reconocimiento hidrográfico de los bajos, cayos y arrecifes para establecer las rutas seguras de navegación. En 1886 Colombia amplía espacialmente el departamento de Bolívar con el archipiélago compuesto por las islas de San Andrés, Providencia, Santa Catalina, Mangle Grande y Mangle Chico; que un año después, 1887, se convertiría en la Provincia de Providencia, en 1890 sufriría la ocupación nicaragüense de la Mosquitia e islas Mangles, y en 1912 el Archipiélago se declararía por Colombia como la Intendencia Nacional de San Andrés y Providencia.

La primera mitad del siglo XX muestra una reseña cartográfica primero de británicos y luego de norteamericanos en el Caribe, que hicieron posible un levantamiento de mapas más completos del territorio insular colombiano, y especialmente, de la batimetría, que en 1961, después de promulgada la definición de Plataforma Continental en la Convención de Ginebra, permitiría a Colombia reclamar jurisdicción y soberanía sobre su plataforma submarina. Con la Constitución Nacional de 1991 se elevó al Archipiélago a categoría de departamento. Con la Ley 99 de 1993 Colombia crea la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago -CORALINA-, como autoridad ambiental regional para el departamento, y dispone convertirlo en Reserva de Biósfera, reconociéndole su importancia geoestratégica, de biodiversidad principal-

mente marina y su particular comunidad étnica raizal, producto del mestizaje entre indígenas, españoles, franceses, ingleses, holandeses y africanos.

El final del siglo XX y los inicios del siglo XXI dan cuenta de una cartografía ambiental, la base cartográfica de ecosistemas marinos y costeros de insumo para la declaración de áreas protegidas, la actualización batimétrica, las expediciones oceanográficas y el mapa de ecosistemas marinos, costeros y continentales de Colombia evidencian una transformación en la forma de abordar la gestión ambiental en el territorio marino del país, en la cual es pionero el Archipiélago, con el liderazgo de CORALINA. En el año 2000 dos hitos marcan el inicio de una nueva era en la visión espacial de los mares colombianos: la promulgación de la Política Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceánicos y Zonas Costeras e Insulares de Colombia (PNAOCI) con su CONPES 3164 (primer CONPES netamente marino) y la declaratoria de la Reserva de Biósfera Seaflower, ambos con un importante respaldo en el conocimiento científico de los recursos naturales renovables, el medio ambiente y los ecosistemas costeros y oceánicos, producto no solo del ejercicio de las funciones del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras -INVEMAR-, sino de su alto compromiso con el Archipiélago por su importante riqueza marina e insular.

La alianza estratégica CORALINA-INVEMAR, con la cooperación nacional e internacional reciente de un sin

número de entidades comprometidas o interesadas en el Archipiélago, ha permitido que a través de diferentes expediciones de investigación, se presente esta obra, **Atlas de la Reserva de Biósfera Seaflower - Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina**, con la cual todos los colombianos y el mundo tendrán el privilegio de conocer la diversidad biológica del Área Marina Protegida más grande de Colombia y su importancia geopolítica, socioeconómica y cultural, promoviendo sin duda su apropiación como patrimonio de Colombia y la humanidad. Con este Atlas, se pone a disposición el conocimiento marino e insular del Archipiélago al mundo, enfatizando en sus tres islas habitadas: San Andrés, Providencia y Santa Catalina. Esperamos se convierta en un documento de consulta fácil, didáctica y frecuente, pues ha sido basado en la experiencia de profesionales y expertos de distintas áreas de las ciencias sociales, naturales, marinas e ingenierías de Colombia, y recopila información colectada por propios y extranjeros que se han enamorado de este paraíso reservado para las generaciones actuales y futuras de toda la humanidad.

Francisco A. Arias Isaza
Director General INVEMAR



(Foto: Nacor Bolaños, CORALINA).



(Foto: Elizabeth Taylor, CORALINA).

Esta publicación presenta una aproximación espacial integradora de la información biótica, física, social, económica, cultural y de gestión ambiental del departamento archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, declarado como Reserva de Biósfera Seaflower desde noviembre del año 2000 y una porción de 65.018 km² como Área Marina Protegida (AMP) en el año 2005.

El Archipiélago se ubica en el extremo jurisdiccional de Colombia en el mar Caribe Centro-Occidental. Cuenta con un área aproximada de 180.000 km² de los cuales menos del 1% son áreas emergidas y su inmensa mayoría son las aguas marinas colombianas ricas biológicamente e importantes por los servicios de provisión, regulación, soporte y culturales, que ofrece tanto al Archipiélago en particular, como a la extensión del Caribe colombiano y al Gran Caribe en general. La localización del Archipiélago es un referente para todos los colombianos de las fronteras marítimas del país en el Caribe; con Costa Rica, Nicaragua, Honduras, Jamaica, Haití y República Dominicana.

La Reserva de Biósfera Seaflower, abarca la extensión del Archipiélago. Dentro de sus límites se encuentra el AMP Seaflower, integrada por tres secciones: una de mayor extensión situada al Norte (37.522 km²) que incluye los atolones de Quitasueño, Serrana y Roncador además de múltiples bancos profundos que no alcanzan a emerger; una sección central (12.716 km²) que incluye el atolón de Old Providence y Santa Catalina y el Julio bank y la tercera sección en la parte sur (14.780 km²) que incluye los atolones de San Andrés, East-South-East o Bolívar y South-South-West o Albuquerque y otros bancos como Far, Martínez y Meridiano 82. Si bien las secciones comparten ambientes similares dominados por corales, aguas transparentes y características oceánicas, cada una mantiene en sí misma sus particularidades y dinámicas, que hacen necesario generar acciones de manejo específicas para cada sección. Un diagnóstico

La visión espacial del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina

general que mostró que los bancos objeto de la mayor explotación pesquera se localizan especialmente en la sección Norte o en los extremos más distantes de las secciones Centro y Sur, resalta, que las consideraciones de tipo limítrofe definen la necesidad de controlar áreas distantes para lo que se requerirían una infraestructura y presupuestos significativos, un escenario donde las acciones de control y vigilancia están directamente influenciadas por las decisiones políticas y por el dife-rendo limítrofe que persiste con Nicaragua respecto a los límites marinos y submarinos (INAP, 2011).

El presente *Atlas de la Reserva de Biósfera Seaflower - Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina* ha sido elaborado a partir de la recopilación de diferentes estudios e investigaciones científicas llevadas a cabo en las últimas décadas, e ilustra cartográficamente aquellos aspectos marinos e insulares clave, concentrado principalmente en sus tres islas pobladas: San Andrés, Providencia y Santa Catalina, dada la mayor información disponible para estas áreas, sin dejar de lado la visión regional que las afecta. Es la primera publicación que integra esta información procurando entregarle al lector una visión espacial del comportamiento de cada una de las temáticas abordadas, como tributo a la primera década como reserva de biósfera.



(Foto: Gloria Murcia, CORALINA).

Descripción de contenido

El Atlas se encuentra dividido en seis capítulos, **el primero** de los cuales trata de la gestión ambiental del Archipiélago enfocado en el papel que CORALINA como autoridad regional ambiental ha jugado, la importancia de la planificación bajo el modelo del Manejo Integrado de Zonas Costeras -MIZC- y la relevancia que cobra el manejo del Archipiélago bajo diferentes figuras de conservación, incluidas nacionales, regionales y locales, que en un futuro cercano quedarán integradas al igual que las demás AMP del territorio colombiano, al Subsistema de Áreas Marinas Protegidas de Colombia -SAMP dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas -SINAP. En este capítulo se refleja la experiencia y camino recorrido en el diseño e implementación de las AMP, siendo en este sentido, el mayor aporte desde el Archipiélago al ámbito regional y nacional.

En el segundo capítulo se hace la descripción física incluyendo aspectos de geología, clima y oceanografía. En el componente de geología se presenta a manera de introducción la tectónica regional, pasando a detallar sobre los aspectos geomorfológicos de las islas pobladas, describiendo e ilustrando cada una de las geoformas presentes. La última parte hace énfasis sobre los procesos erosivos principalmente en la isla de San Andrés; el tema cierra con un glosario que permite al lector tener una mayor comprensión de los textos.

A continuación se presenta una caracterización climatológica del Archipiélago, presentando los factores de macro y mesoescala que condicionan el tiempo atmosférico en la franja tropical en la que se encuentra, entre los cuales se reconocen los huracanes, las ondas del Este en el Caribe y los fenómenos que condicionan el tiempo atmosférico en la franja tropical. Esta parte del libro destaca específicamente para las Islas, la distribución espacio-temporal de las variables climáticas, presentándolas de manera ilustrada mediante mapas, figuras y tablas.

Dando continuidad a la caracterización física del Archipiélago, se abre paso al tema de oceanografía. Ilustraciones en 3D evidencian la batimetría del área, así como se abordan para el Caribe las principales variables oceanográficas de temperatura, salinidad, masas de

agua, oxígeno disuelto y corrientes, caracterizando las aguas que rodean las porciones emergidas del Archipiélago, definidas principalmente como oceánicas.

El capítulo tres, ilustra el tema de calidad ambiental, presentando una revisión de las fuentes de contaminación que influyen la calidad físico química y microbiológica de las aguas marinas y especialmente para la isla de San Andrés los resultados del monitoreo de los acuíferos y los avances en los seguimientos de calidad de aire y contaminación acústica, dando cuenta de la situación actual.

Con respecto a la calidad físico química y microbiológica, se consideran algunos aspectos sobre las principales fuentes de contaminación como vertimientos de aguas residuales domésticas, residuos sólidos y actividad marina y portuaria, presentando el comportamiento anual promedio para las temporadas seca y lluviosa de las variables de salinidad, temperatura, pH, oxígeno disuelto, sólidos suspendidos totales, nutrientes inorgánicos disueltos, hidrocarburos del petróleo y plaguicidas y coliformes totales y termotolerantes. Se hace énfasis en el comportamiento histórico de coliformes totales (CT) y termotolerantes (CTE) evidenciando en general que la mayoría de las aguas recreativas del Archipiélago son de buena calidad sanitaria. El capítulo muestra que aunque no existe una tendencia temporal definida, las concentraciones de las diversas variables aumentan en la temporada de lluvia y las concentraciones de CT son superiores en la isla de San Andrés con respecto a la isla de Providencia, lo cual tiene sentido, reconociendo el mayor uso turístico que se hace de la primera Isla respecto a la segunda.

En cuanto a los acuíferos, fuente principal de abastecimiento de agua dulce de San Andrés, se indica en los textos que el sistema de monitoreo del recurso hídrico subterráneo de la Isla ha mejorado gradualmente, y en la actualidad mide la calidad, los niveles piezométricos y la explotación de las concesiones otorgadas, buscando determinar las tendencias del comportamiento del recurso, asumiendo el agua subterránea y el acuífero como un sistema integrado, permitiendo la implementación y evaluación del plan de manejo de aguas subterráneas, así como la toma de decisiones al respecto.

Este capítulo finaliza con una descripción de la calidad ambiental del aire y contaminación acústica en la isla de San Andrés, mostrando los resultados de los estudios sobre el comportamiento y estado del recurso aire, monitoreando las concentraciones de los parámetros óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno y TSP. Los resultados de estos estudios han comprobado que los aportes de contaminantes se dispersan y que las concentraciones medidas se encuentran por debajo de los límites permisibles. Entre las conclusiones, está la importancia de desarrollar seguimientos similares en la isla de Providencia.

El cuarto capítulo presenta una mirada a la biodiversidad del borde costero en las islas de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, resaltando la distribución de la vegetación vascular terrestre con respecto a las unida-

des paisajísticas de afloramientos coralinos, manglares, zonas de transición, playas y litoral rocoso. Para estas unidades, la composición de la avifauna es tratada en profundidad, haciendo igualmente una contribución en cuanto al listado de las colonias reproductivas de aves marinas en los cayos menores del norte, parte integral del Archipiélago.

Adicionalmente, este capítulo hace una reseña sobre algunas especies como el característico cangrejo negro (*Gecarcinus ruricola*), y wilks (*Cittarium pica*), además de una caracterización de las comunidades de peces y la riqueza íctica, identificándolos como patrimonio natural y en algunos casos cultural del Archipiélago y de por sí, de la Reserva de Biósfera Seaflower. También se hace un análisis sobre especies invasoras, tratando en extenso la presencia del pez león (*Pterois volitans* y/o *P. miles*), el lobo pollero (*Tupinambis tequixín*) y el ave *Quiscalus mexicanus*, comúnmente conocida en el Caribe como María mulata.

Fortaleciendo el tema anterior, **el quinto capítulo** aborda la actualización del conocimiento de los ecosistemas marinos de la Reserva de Biosfera Seaflower, con énfasis en aquellos ubicados alrededor de las islas, San Andrés, Providencia y Santa Catalina. Hace alusión a la importancia que revisten estas islas al albergar representativamente los seis ecosistemas marinos tropicales definidos como estratégicos para Colombia: arrecifes coralinos, fanerógamas marinas, manglares, litorales rocosos, playas y fondos blandos. Los arrecifes coralinos distribuidos en el Archipiélago constituyen el 78% del área total del país con una gran variedad de fauna y flora asociada y corresponden al segundo sistema de arrecifes en el hemisferio Occidental con cinco atolones grandes, dos arrecifes de barrera, parches lagunares y arrecifes de franja y otras formaciones coralinas con más de 85 especies de coral y 100 de esponjas. Adicionalmente se presenta una recopilación de información para humedales, principalmente por el papel que juegan de albergar flora y fauna particular, ilustrando su localización en cada una de las cuencas.

El capítulo sexto recopila información sobre ciertos aspectos importantes de población, demografía y socioeconomía. Hace primero un recuento de los antecedentes de poblamiento de las islas y su asociación a las actividades económicas, presentando un perfil demográfico específicamente para la isla de San Andrés, considerando posteriormente la distribución de la tenencia de la tierra por grupos socioeconómicos e institucionales para las islas. Finalmente, aborda la parte socioeconómica incluyendo entre otros, el componente pesquero y la problemática del mismo, lo relativo a los recursos langosta espinosa, caracol pala y peces escama.

Representación cartográfica

En conjunto, el lugar y el tiempo definen el contexto geográfico de lo sucedido en el pasado, al igual que establecen los límites de las nuevas decisiones, pues condicionan lo que sabemos y lo que percibimos como opciones (Longley *et al.*, 2005). En este sentido, la presente publicación busca, a través de la representación de un conjunto de mapas, figuras e ilustraciones, sumar una visión espacial a los aspectos físicos, bióticos, poblacionales, socioeconómicos, culturales y de gestión ambiental que se abordan, persiguiendo entregarle al lector de una manera sencilla, práctica y completa, un consolidado de información georeferenciada del ámbito marino costero, como insumo indispensable para el conocimiento y la toma de decisiones en el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.

La construcción de la base de datos geográfica de información secundaria básica y temática, consolidada para la presente publicación, se realizó de acuerdo a los estándares nacionales e internacionales, a partir de la mejor y más actualizada información disponible, producida a diversas escalas por las entidades responsables de su generación en el ámbito local y nacional. Entre estas instituciones se encuentran principalmente el Instituto Geográfico Agustín Codazzi -IGAC- y la Dirección territorial Marítima -DIMAR- para la información básica, y en cuanto a la temática proveniente de diversos



(Foto: Gloria Murcia, CORALINA).



(Foto: Gloria Murcia, CORALINA).

procesos de investigación y monitoreo, los sistemas de información geográfica de CORALINA y de INVEMAR, consignada en el Sistema de Información Ambiental Marino de Colombia -SIAM-.

Entre los productos cartográficos asociados se destacan los modelos digitales de elevación y de profundidades a escala media para las áreas circundantes a zonas emergidas, cayos y bajos (1:100.000 a 1:250.000), y a escala general (1:1.000.000) para el Archipiélago; elaborados a partir de datos GEBCO, cartas náuticas de la DIMAR y datos puntuales de las expediciones de investigación realizadas por las instituciones participantes. Igualmente se hace uso de imágenes aéreas de alta resolución espacial como los ortomosaicos de imágenes Vexcel ULTRACAM de 2007 de IGAC, con el ánimo de ilustrar las características del territorio y permitir un análisis integrado de los productos. En cuanto a la cartografía temática, esta permite identificar la importancia de la biodiversidad y la oferta ambiental de la zona costera del departamento, destacando la distribución espacial de las especies y ecosistemas presentes, además de las potencialidades geográficas, geopolíticas y socioambientales para Colombia y la región del Gran Caribe.

Se espera, que la gestión de información y la representación geográfica lograda para la presente publicación, no solo induzcan al lector a reconocer la importancia del uso de tecnologías de información como los sistemas de información geográfica y la teledetección en la gestión ambiental que se ha llevado a cabo en el Archipiélago, si no que además incentive a cada uno de los investigadores de la temática ambiental a involucrar en su trabajo diario la documentación de los conjuntos de datos incluyendo la referencia espacial, contribuyendo así a fortalecer la perdurabilidad y acceso al conocimiento, promoviendo cada vez en mayor medida, la toma efectiva de decisiones para nuestro territorio.

Lecciones clave

Como cierre de la introducción a la presente publicación, vale la pena rescatar lo relacionado con las lecciones claves para el manejo ambiental de un Archipiélago, que lo han convertido en modelo para otras islas en el

país y la región, reconociendo las particularidades de los territorios insulares. Entre otras se destacan: i) La existencia de un marco legal adecuado fundamental para la gestión ambiental en pequeños territorios insulares, donde la protección de la base natural debe compatibilizarse con la voluntad política, los recursos financieros, técnicos y humanos para el éxito del modelo y en lo que hay todavía un amplio camino por recorrer; ii) La autonomía administrativa y financiera de CORALINA como principal autoridad ambiental regional que ha probado ser una herramienta idónea para lograr impactar la gestión ambiental de manera integral, oportuna, cotidiana y apropiada. Este modelo descentralizado pero apoyado por los entes nacionales ha sido indispensable en las reacciones tempranas que responden a los retos y problemas; iii) La asesoría técnica y científica del INVEMAR, por su particular enfoque de investigación científica en el mar de Colombia y cuyo asiento en el Consejo Directivo de la Corporación fortalece la visión para una gestión ambiental basada en la mejor información disponible y motiva la generación de nueva información clave para la protección y uso del territorio marino e insular del Archipiélago; iv) La integración de factores socioeconómicos y los diferentes actores en los procesos de planificación y manejo ambiental que han promovido el sentido de pertenencia sobre el territorio y sus recursos, facilita su participación directa, abona el camino para el manejo, permite una planificación desde la base y mejora la visión de futuro; v) El uso de la información representada espacialmente, incluidas herramientas como cartografía social, encuestas y entrevistas con los usuarios como mecanismos exitosos para el reconocimiento del territorio insular y marino, que facilita su participación en los procesos de implementación; vi) Reconocer que para abordar problemas ecológicos, culturales y socioeconómicos, y satisfacer las necesidades locales, la planificación y el manejo ambiental, debe realizarse con base en sus características geoespaciales, siendo flexibles y adaptables a cambios inesperados, permitiendo alcanzar el desarrollo sostenible en la medida en que se integren objetivos de conservación, reducción de la pobreza, desarrollo económico, creación y construcción de capacidades, valores culturales y ambientales reconocidos, y equidad en los procesos de planificación y gestión ambiental.

**Paula Cristina Sierra-Correa y
Carolina Segura Quintero**

Citas bibliográficas

- INAP. 2011. Resultados del Proyecto Piloto de Adaptación Nacional al Cambio Climático -INAP (TF 056350). Informe Final. The World Bank, GEF, Instituto Nacional de Salud, IDEAM, Conservación Internacional Colombia, INVEMAR y CORALINA. 121p.
- Longley P.A., M.F. Goodchild, D.J. Maguire y D.W. Rhind. 2005. Geographic information systems and science. Segunda edición. Jhon Wiley & Sons. Inglaterra. 517 p.

Contenido

Gestión Ambiental en la Reserva de la Biósfera Seaflower, archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, Caribe Occidental, Colombia13

Introducción	15
Condiciones que demandan gestión	16
Planificación ambiental regional	22
Avances en la gestión ambiental	22
Parques regionales	27
Parque nacional	28
Gestión de cooperación internacional	32
Lecciones aprendidas	33

Descripción física del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina35

Geología del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina	36
Caracterización climática del archipiélago de San Andrés y Providencia	47
Oceanografía del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina	53

Calidad ambiental en las islas de San Andrés, Providencia y Santa Catalina61

Calidad de aguas	62
Calidad fisicoquímica y contaminación de las aguas marinas de San Andrés y Providencia	65
Contaminación microbiológica	71
Calidad ambiental de los acuíferos de la isla de San Andrés	73
Calidad ambiental de aire y contaminación acústica en la isla de San Andrés	81

Una mirada a la biodiversidad del borde costero de la isla de San Andrés.87

Vegetación vascular terrestre del borde litoral del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina	88
El cangrejo negro, patrimonio natural de la Reserva de Biósfera Seaflower	93
Composición de la avifauna de la zona costera de la Reserva de Biósfera Seaflower	96
Caracterización y estado de las poblaciones de Wilks (<i>Cittarium pica</i> Linnaeus, 1758) en el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina	102
Comunidades de peces	106
Riqueza íctica en diferentes zonas de la Reserva de Biósfera Seaflower.	114
Tortugas marinas en la isla de San Andrés	116
Especies invasoras en la Reserva de Biósfera Seaflower	116

Actualización del conocimiento de los ecosistemas marinos en la Reserva de Biósfera Seaflower, con énfasis en las islas de San Andrés y Providencia . . .129

Arrecifes de coral	131
Playas	136
Fanerógamas marinas	139
Bosques de manglar	144
Humedales	153

Población, tenencia de la tierra y aspectos socioeconómicos en la isla de San Andrés159

Distribución de la tenencia de la tierra por grupos socioeconómicos e institucionales en las islas de San Andrés, Providencia y Santa Catalina	166
Socioeconomía en el archipiélago de San Andrés y Providencia con énfasis en la isla de San Andrés, Reserva de Biósfera Seaflower	169



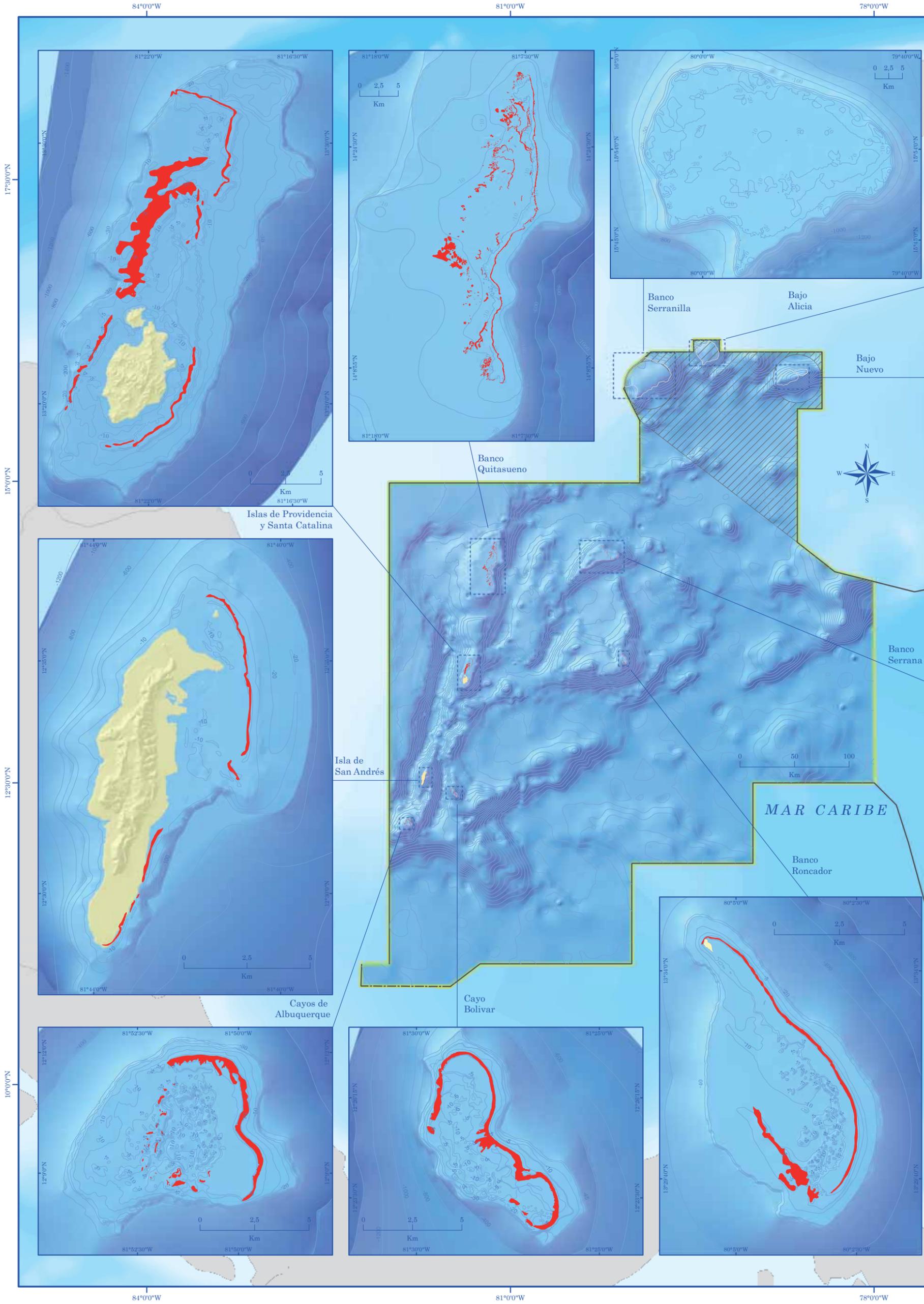


Gestión Ambiental en la Reserva de la Biósfera Seaflower, archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, Caribe Occidental, Colombia

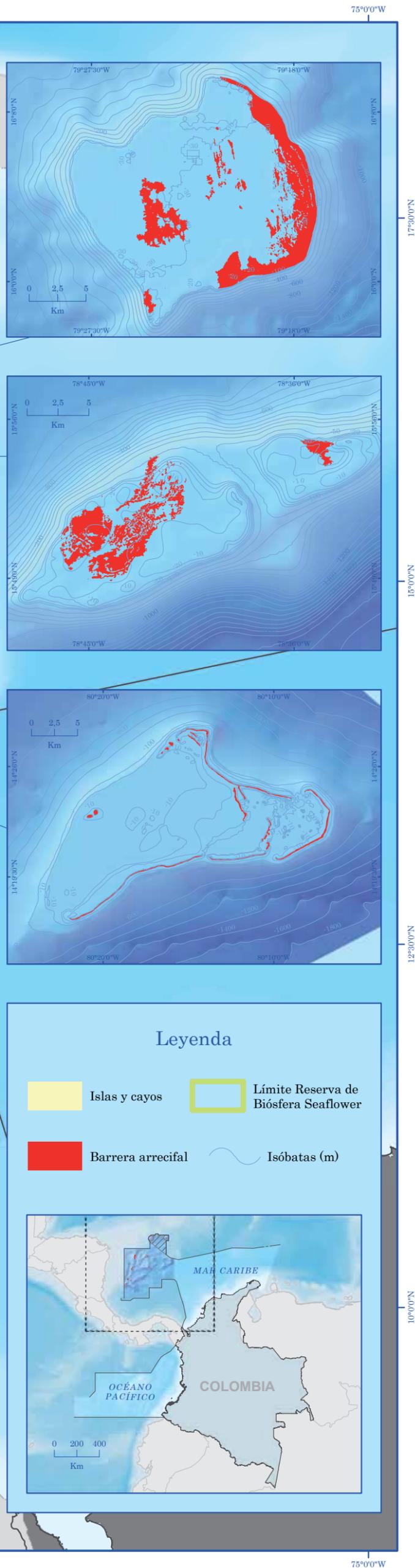


*Elizabeth Taylor,
Marion Howard,
Rafael Medina,
Opal Bent, CORALINA*

(Foto: Gloria Hinestroza, CORALINA).



MAPA 1. Localización de islas, bancos y bajos del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.



Introducción

Las entidades del Estado enfrentan, por una parte, los retos impuestos por los procesos de globalización, automatización e internacionalización de la economía, y por otra, los requerimientos cada vez más exigentes de la sociedad. Por lo tanto, hay que mejorar constantemente la competitividad, eficiencia y efectividad en la prestación de los servicios para las cuales fueron creadas. El Sistema Nacional Ambiental, creado en 1993, fortalece la estructura ambiental estatal, haciéndola coherente con los compromisos adquiridos en la Cumbre de Río en 1992 y su ratificación en Johannesburgo en 2002. Esta estructura impulsa la descentralización de funciones ambientales, que a su vez permiten una mayor capacidad de maniobras y oportunidades para atender las necesidades y agilizar la toma de decisiones regionales y locales.

CORALINA, una de las 33 corporaciones autónomas regionales -CAR- del país, es una entidad pública del Estado colombiano que nace en 1993 con la Ley 99 que crea el Ministerio del Medio Ambiente, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible -MADS-. Se crea como una de las siete CAR de desarrollo sostenible, con jurisdicción sobre el mar. Desde noviembre del 2000, Unesco reconoce a CORALINA como la administradora de la Reserva de la Biósfera Seaflower (RB Seaflower), que comprende el territorio del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, representando más de 180,000 km² de mar territorial y escasos 57 km² de superficie terrestre, por consiguiente con una jurisdicción eminentemente oceánica con 99,9% de mar territorial (Mapa 1).

CORALINA inicia sus funciones el 30 de junio de 1995 en la isla de San Andrés, la cual se mantiene como su sede principal. Una segunda oficina se establece en la isla de Providencia el 1° de septiembre del mismo año, para finalmente acomodarse en su sede propia adquirida y acondicionada en diciembre de 2006. Luego de un proceso de más dos años, CORALINA logra que su laboratorio fuera acreditado por el Ideam mediante Resolución ISO 17025 en agosto de 2005. En el mismo sentido, con el afán de construir una cultura de calidad, la entidad logra certificarse en normas de gestión de calidad NTGP:1000 e ISO 9001. A la fecha, los servicios al público incluyen dos centros de docu-

mentación, que fortalecen el acceso a información técnica ambiental a la comunidad de las islas. Cuenta con una planta de 40 funcionarios y anualmente contrata entre 100 y 150 personas para desarrollar sus proyectos especiales.

Este Archipiélago ostentó la calidad de Puerto Libre durante más de 40 años, un modelo de desarrollo que generó claras tendencias de deterioro ambiental, por lo tanto nace CORALINA afrontando grandes retos. Su establecimiento coincide con la pérdida de ventajas comerciales del Puerto Libre generando una crisis económica, pero al mismo tiempo dando una oportunidad para redireccionar la visión de futuro del Archipiélago y adopción de un sistema de vida basado en el uso sostenible de la oferta ambiental. Más de quince años de trabajo incansable se reflejan en la apropiación de los mandatos legales, la sensibilidad social en las instituciones locales, y la consolidación de un proceso de transformación regional, es decir, demostrando los beneficios de ser la Reserva de la Biósfera Seaflower.

Condiciones que demandan gestión

Ser sistemas insulares oceánicos

Las islas del archipiélago San Andrés (27 km²), Providencia (18 km²) y Santa Catalina (1 km²) fácilmente encajan en la definición de pequeñas islas oceánicas, establecida para aquellas con áreas terrestres menores de 10.000 km² y poblaciones menores de 500.000 habitantes (MEA, 2005), asociándoles aspectos ecológicos, sociales y económicos particulares que resaltan su vulnerabilidad, relacionada principalmente con el mantenimiento de interrelaciones ecosistémicas de los ambientes marinos, costeros y terrestres y una base económica limitada y altamente expuesta a influencias externas, con impactos notorios e inmediatos y en muchos casos irreversibles. En este sentido, es claro que las decisiones que se tomen sobre estos territorios, tienen un bajo margen de error.

Entre los aspectos ecológicos que resaltan la vulnerabilidad para las islas de la RB Seaflower, se encuentran: a) el predominio de condiciones oceánicas que promueven la biodiversidad, siendo fuente de reclutamiento de especies, b) la oferta de agua potable limitada, cuyo uso afecta la zona costera y marina casi de inmediato y c) una alta relación longitud costa/área terrestre que incrementa la vulnerabilidad a eventos naturales y genera escenarios de baja variabilidad climática a pesar de las amenazas de disturbios naturales.

Así mismo, entre los aspectos sociales y económicos se destacan: a) carencia de recursos financieros o capital humano para industrias a gran escala, b) ausencia de infraestructura, c) dependencia total del transporte externo, haciéndolas extremadamente susceptibles, d) altas densidades poblacionales y e) sociedades estrechamente relacionadas con sistemas tradicionales, con un rango limitado de habilidades.

A través de una planificación y ejecución integral de acciones, donde los factores endógenos y exógenos son tenidos en cuenta, CORALINA orienta la toma de decisiones oportunas y pretende incidir positivamente en la problemática ambiental de las islas.

Poseer imperativos ambientales

Los atolones que conforman el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina están compuestos por extensos arrecifes coralinos, praderas de pastos marinos, manglares, playas, bosques secos tropicales y playas de arenas coralinas a lo largo de sus pequeñas islas, cayos y plataformas insulares. Es así como se le considera parte del hotspot de arrecifes del Caribe Occidental y parte del hotspot del Caribe terrestre (Howard y Taylor, 2007), y UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) lo ha catalogado en su lista A de Latinoamérica y el Caribe como áreas potenciales de patrimonio de la humanidad. De hecho estos arrecifes coralinos son de importancia global y ocupan aproximadamente un 5% del mar Caribe y el 76 % de los arrecifes de Colombia (Díaz *et al.*, 1996).

Lo anterior implica necesariamente que las políticas locales, regionales y nacionales deben articularse en materia ambiental, administrativa y social para que la Nación cumpla sus compromisos a todos los niveles.

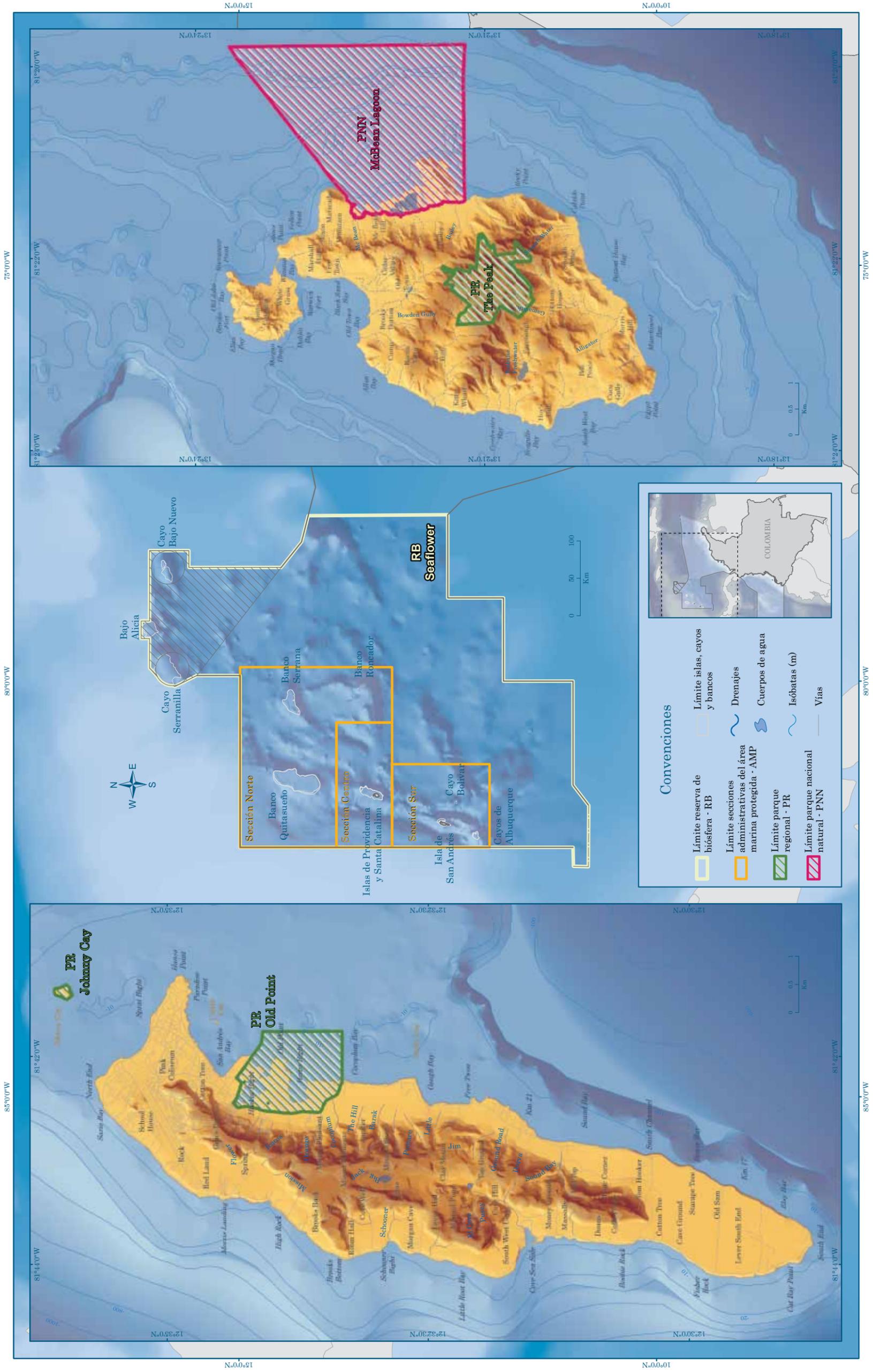
Ser reserva mundial de la biósfera

Uno de los primeros logros del trabajo colectivo liderado por CORALINA fue la gestión para la declaratoria de la Reserva de la Biósfera Seaflower en el año 2000 por parte de la UNESCO, primera creada en el país por mandato legal (parágrafo 2 del artículo 37 de la Ley 99 de 1993) (Mapa 2). Hasta diciembre de 2011 se encontraban registradas en la Red Mundial de Reservas de la Biósfera un total de 580 en 114 países del mundo. Seaflower se mantiene como la de mayor extensión entre las reservas insulares-marinas, y la más poblada de todas las insulares existentes (Rita, 2008).

Las reservas de biósfera son zonas de ecosistemas terrestres o costeros/marinos, o una combinación de los mismos, reconocidas en el plano mundial por el Programa sobre el Hombre y la Biósfera (MAB) de la UNESCO. En el marco del Programa MAB, las reservas de biósfera han sido establecidas para promover y demostrar una relación equilibrada entre los seres humanos y la biósfera. Son designadas por un Consejo Internacional de Coordinación, a petición del Estado interesado, y mantienen la soberanía exclusiva del Estado en la que están situadas y por lo tanto sometidas únicamente a la legislación nacional respectiva. En la Red Mundial de Reservas de Biósfera los Estados participan de manera voluntaria (UNESCO, 1996).

Poseer un área marina protegida

El Archipiélago posee desde el año 2005 el Área Marina Protegida (AMP) Seaflower, única de su género en el país por su estructura de uso múltiple y considerada como una de las más extensas de la región del Caribe, de las



MAPA 2. Límite de las áreas protegidas regionales, nacionales e internacionales en el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.

Américas y del mundo (ocupa el octavo lugar en extensión) (Mapa 2). Un total de 65.018 km² dentro de la reserva de biósfera están zonificados en cinco categorías de uso, que buscan, además de conservar los frágiles recursos costeros y marinos, mejores condiciones de vida para la población de las islas, a través de la designación de zonas de uso exclusivo (pescadores artesanales tradicionales).

A pesar de que existen AMP tan antiguas como la Gran Barrera de Arrecife de Australia, este esquema de manejo del mar se ha convertido paulatinamente en una de las herramientas más exitosas para promover la sostenibilidad de la oferta ambiental. Para que las AMP cumplan con sus propósitos ambientales, tendrán necesariamente que contar con planes de sostenibilidad financiera e instrumentos económicos en funcionamiento para garantizar el cumplimiento de los objetivos en el corto, medio y largo plazo.

Poseer parques nacionales y regionales

Los parques regionales son herramientas que surgen con la Ley 99 de 1993 y que permiten que las responsabilidades de conservación de los recursos de la biodiversidad estén en cabeza de las regiones. El Archipiélago cuenta con tres parques regionales declarados por CORALINA con el ánimo de reducir presión y conservar los ecosistemas estratégicos y la biodiversidad de la región. Los parques regionales son áreas dentro del AMP Seaflower que tienen ecosistemas representativos como manglares, vegetación costera, bosque seco tropical, parches arrecifales, pastos marinos, fondos blandos y arenosos (Mapa 2).

Estar habitado por una minoría étnica

El Archipiélago alberga un grupo étnico minoritario denominado “raizal” que es reconocido en la Constitu-

ción de 1991. Los raizales tienen un dialecto, cultura y costumbres propias, similares a otras comunidades caribeñas insulares, y han existido durante más de 300 años. Son una comunidad con alta dependencia de los recursos naturales, ya que sus principales actividades económicas se basan en la pesca, la agricultura y ganadería, pero a la vez vulnerable a las migraciones poblacionales.

Poseer serias amenazas

La gestión e implementación efectiva del modelo de desarrollo sostenible se ve amenazada seriamente por la alta densidad poblacional. De acuerdo con el último censo de población, la isla de San Andrés posee alrededor de 2.400 hab/ km² (DANE, 2005). La población ha crecido exponencialmente y el uso de suelo se ha modificado paulatinamente.

El aumento poblacional ha incrementado el desempleo por encima del 40%, con la mitad de los hogares teniendo ingresos menores de 1 dólar por día y el 32% de la población laboralmente activa sin ingresos (Newball, 2000; Van't Hof y Connolly, 2001). Por lo tanto, la economía informal es común y la calidad de vida para muchas familias es pobre.

El agua potable es otro factor limitante, particularmente en la isla de San Andrés, la isla con el mayor problema de sobrepoblación. El sistema de alcantarillado solo cubre el 30,6% de la demanda y las aguas residuales de los pozos sépticos contaminan el acuífero, principal fuente de agua dulce. A pesar de existir un sistema de potabilización del agua dulce, este no es permanente y no posee la cobertura adecuada para suplir de agua de buena calidad a toda la población. Un grueso de los habitantes tienen pozos domésticos (alrededor de 2.500), donde se extrae el agua subterránea para las actividades cotidianas (CORALINA, 1999).

El manejo de los residuos sólidos se convierte en uno de los aspectos de mayor preocupación ambiental. Las islas de San Andrés y Providencia generan en promedio 68 y 4 ton/día de residuos respectivamente, de los cuales un porcentaje significativo corresponde a desechos que, de acuerdo a sus características físicas, requieren de un manejo especial en función de su aprovechamiento o la disposición final; situación que frente a la ausencia de estrategias y políticas eficaces de gestión integral, se convierte en una problemática permanente en el territorio insular. En este sentido, CORALINA, en asocio con las instituciones locales, el sector privado y la comunidad, han centrado esfuerzos en el desarrollo de campañas de evacuación de residuos (Foto 1) y erradicación de puntos ilegales de vertimientos de residuos sólidos a partir de inventarios levantados por la entidad, lo que genera alivio transitorio sobre los efectos de la contaminación (Foto 2). Así las cosas, es de gran importancia en el desarrollo de este proceso, la inclusión activa de los diferentes actores involucrados en el marco de la gestión integral de los residuos sólidos en el departamento, con el propósito de lograr la implementación de mecanismos definitivos y eficaces que den solución continua a esta problemática ambiental.

Foto 1. Evacuación de llantas de la isla de San Andrés en el ARC Cartagena de Indias (Foto: Archivo CORALINA).



Atlas de la **Reserva de Biósfera Seaflower**
Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina

Sector School House



2009



2012

Sector Sarie Bay



2009



2012

Sector adyacente a pista del aeropuerto



2009



2012

Foto 2. Fotos de algunos puntos inventariados en 2009 de contaminación de residuos sólidos y la verificación de su mejora en 2012 (Fotos: Archivo CORALINA).

Los impactos del cambio climático global afectan significativamente estas pequeñas islas oceánicas. De hecho los científicos están de acuerdo en que las áreas de mayor impacto serán las costas, incluyendo erosión de playas, las cuales ya se están observando en las islas de San Andrés y Providencia (Foto 3).

Existen pronósticos de incremento en el nivel del mar preocupantes: En los próximos 50 años se podría ver comprometido el 17% de la isla de San Andrés por inundaciones costeras (UNAL, 2005). Con una población en permanente crecimiento y viviendo a menos de 50 m de la línea intermareal, estos cambios los afectarían a la población significativamente. Los residentes con una reducida capacidad de adaptación y dependientes de fuentes externas de alimento sin duda enfrentan un alto riesgo y vulnerabilidad (Mapa 3).



Foto 3. A. Erosión costera observada en el sector de la vía principal en San Andrés Isla y B. en el sector de Sprat Bight (Fotos: Elizabeth Taylor, CORALINA).



La demanda de recursos para una población en crecimiento y la tendencia creciente del turismo han resultado en altas tasas de extracción de *stocks* pesqueros los cuales tienen ya signos de sobreexplotación. Con el ejercicio de la pesca ilegal por parte de los países vecinos la amenaza del manejo sostenible de los recursos del Archipiélago es aún mayor.

La introducción de especies representa una amenaza seria para la biodiversidad de las islas (MEA, 2005; Steadman-Edwards, 2000). El Archipiélago se ha visto afectado por el incremento en la circulación de productos y personas desde la apertura del puerto libre, que ha facilitado la introducción de especies a las islas. Esta situación ha generado proliferación de plagas en los cultivos tradicionales y reducción de las poblaciones de las especies endémicas y residentes. Uno de los casos de mayor preocupación es la introducción desde la costa Caribe colombiana del ave María mulata, *Quiscalus mexicanus* (Foto 4), especie altamente agresiva, territorial y exitosa reproductivamente, lo que ha favorecido su colonización a los diferentes ambientes terrestres en la isla de San Andrés. Aunque se están dirigiendo esfuerzos importantes para el control de la población, el gran reto es garantizar la sostenibilidad de los programas de control que resultan altamente costosos.

Sin duda alguna el mayor reto para el control de especies invasoras surgió a partir de 2008 con la llegada del pez león (*Pterois volitans* o *P. mils*) a la reserva.



Foto 4. María mulata (macho) (Foto: Carlos Orozco, CORALINA).

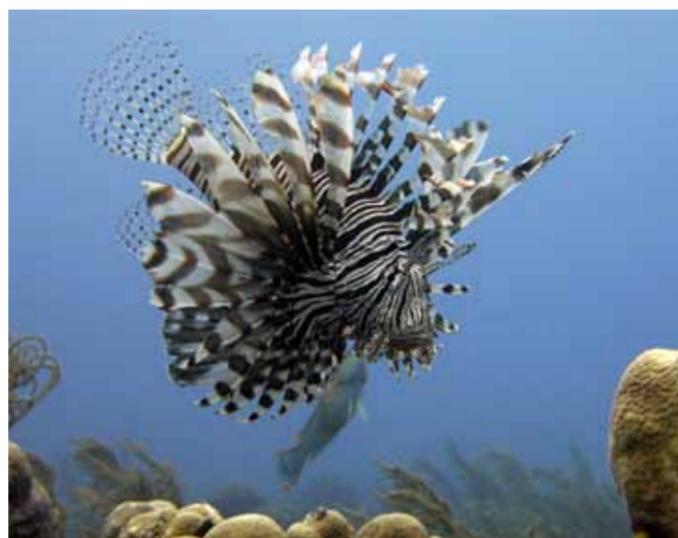
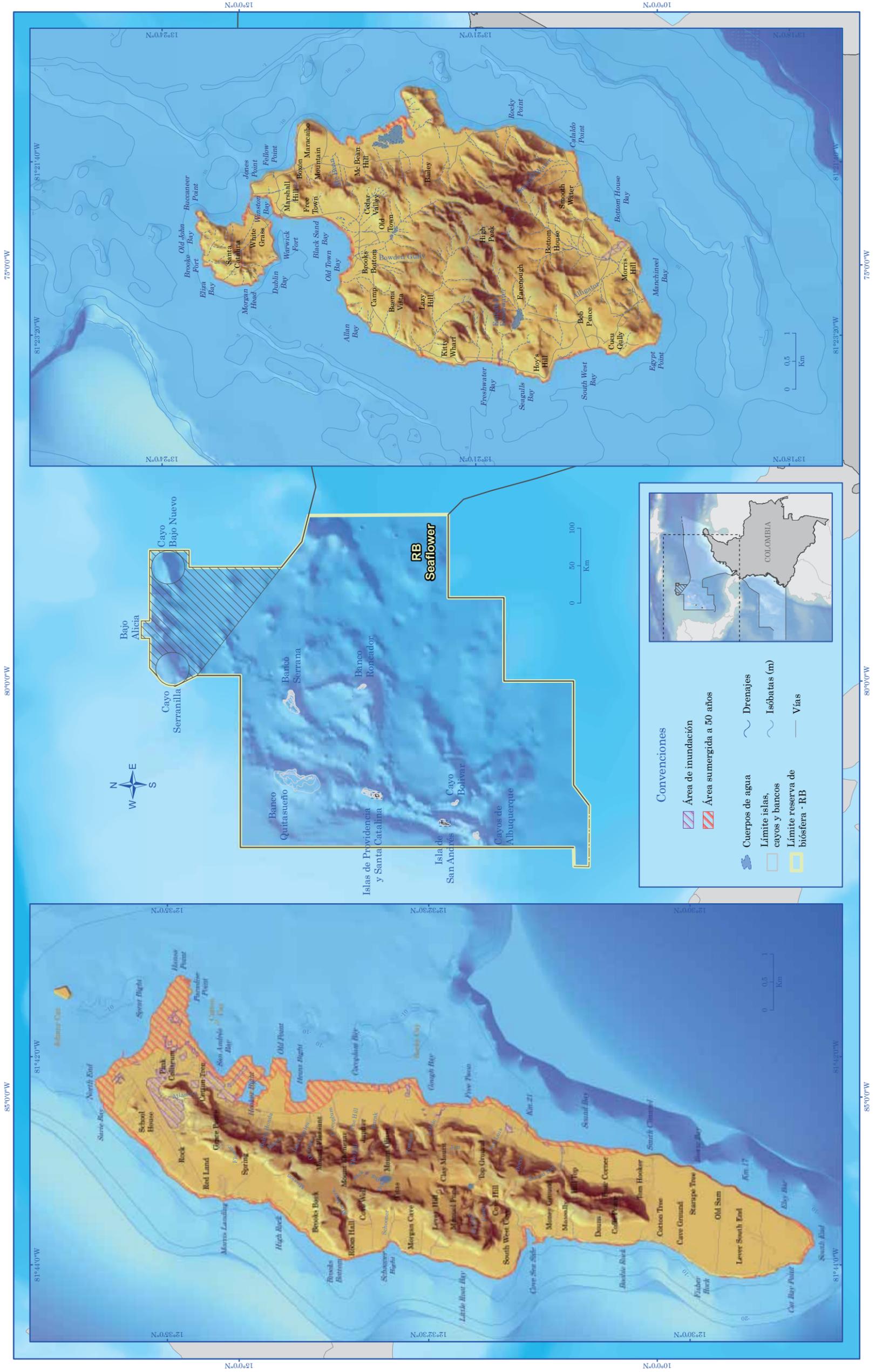


Foto 5. Pez león (*P. volitans* o *P. mils*) (Foto: Alfredo Abril-Howard, CORALINA).



MAPA 3. Modelación de elevación del nivel de mar en 1 m y áreas de inundación en los próximos 50 años para las isla de San Andrés (UNAL, 2005), Providencia y Santa Catalina (CORALINA, 2011).

Planificación ambiental regional

Sistemas de planificación a largo plazo

En la Reserva de Biósfera Seaflower se sigue un modelo de desarrollo sostenible impuesto por ley y reforzado por CORALINA mediante una amplia participación de las comunidades de las islas. Este sistema ha logrado articular una planificación coherente con los objetivos de conservación, desarrollo económico y mejoramiento de la calidad de vida de la población. De hecho, en el año 2007, se estructuró el Plan Único a Largo Plazo de la Reserva de la Biósfera Seaflower 2007-2023 (PULP RBS), aprobado por el Consejo Directivo de CORALINA. El plan integra tres instrumentos de planificación que se formularon aisladamente (el Plan de Gestión Ambiental Regional, el Plan de Manejo de la Reserva de la Biósfera Seaflower y la Agenda 21 para el Archipiélago) (CORALINA, 2007). Se abre así una oportunidad para evaluar, seguir y ejecutar las políticas de desarrollo para la región de forma coherente.

Hacen parte integral del PULP instrumentos de planificación específicos para atender las problemáticas del manejo del recurso hídrico, de los residuos sólidos, de los residuos hospitalarios y de las aguas residuales. Especial atención se ha brindado al manejo del AMP Seaflower y sus especies amenazadas como el caracol pala, langosta espinosa, aves marinas y costeras, tiburones y tortugas. Adicionalmente se ha avanzado en el proceso de ordenación de cuatro de las cuencas más importantes de la reserva, así como de las actividades agropecuarias.

Sistemas de planificación a mediano y corto plazo

Al igual que las otras corporaciones de desarrollo sostenible del país, CORALINA cuenta con su Plan de Acción Trienal (PAT) exigido por las normas en la materia. En este sistema de planificación a mediano plazo se concentra la administración ambiental durante el término para el cual el respectivo director (a) ha sido electo y define claramente los indicadores y metas de la gestión ambiental. El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible -MADS- procura que las autoridades ambientales incluyan dentro de sus instrumentos de planificación indicadores que garanticen la atención a los problemas comunes del país. Por lo tanto, CORALINA concentra sus esfuerzos en seis grandes programas:

- 1) Manejo Integrado del Recurso Hídrico
- 2) Protección y Manejo de la Biodiversidad
- 3) Manejo y Protección del Suelo y Subsuelo
- 4) Mejoramiento del Empleo - Mercados Verdes
- 5) Desarrollo Institucional
- 6) Educación Ambiental

Avances en la gestión ambiental

Manejo integrado del recurso hídrico

El manejo integrado del recurso hídrico del Archipiélago ha sido prioridad para CORALINA en la supervivencia y por su relación con los objetivos de Desarrollo del Milenio. Se ha trabajado en análisis de oferta y demanda del recurso y en garantizar programas de ahorro y uso eficiente del agua, incluyendo al sector hotelero, uno de los principales usuarios del recurso. Se busca reducir el uso per cápita de agua del turista (186 l/día), que en la actualidad supera el consumo per cápita local (150 l/día) en las islas pobladas (CORALINA, 1999).

Con el plan de manejo de aguas subterráneas de San Andrés y sus siete instrumentos de planificación, CORALINA ha mejorado su gobernabilidad mediante la reducción de riesgos de contaminación del recurso hídrico subterráneo. Los tres instrumentos que más han demandado gestión son el control de las concesiones, carrotanques de venta de agua y uso de pozos domésticos.

En materia de ordenación de cuencas, se destaca el plan de manejo de la cuenca el Cove, principal zona de recarga del acuífero de la isla de San Andrés, tradicionalmente habitada por la comunidad raizal, en implementación desde 2005. Sin embargo, aún se tiene el reto del pago por servicios ambientales, de modo que permita al mismo tiempo la supervivencia de las comunidades y la conservación de las áreas boscosas más importantes de la isla. En adición, las microcuencas de Freshwater Bay, Bailey y Mc Bean en la isla de Providencia están en proceso de ordenación conjuntamente con Parques Nacionales Naturales de Colombia -PNN-, dado que drenan al Parque Nacional Natural Old Providence Mc Bean Lagoon.

En la isla de Providencia ya desde 1989, cuando se construyó una represa, las fuentes tradicionales de agua (manantiales) quedaron relegadas y se creó una dependencia del sistema de acueducto. CORALINA inventarió 45 manantiales en 2005 y desde entonces se han hecho acciones para su recuperación, logrando ya la reactivación de cinco de ellos. Los manantiales son una opción importante para los pequeños productores agropecuarios, frente a la escasez hídrica que se presenta como consecuencia de las prolongadas sequías, aparentemente más fuertes en los últimos años (Foto 6).

Para esto se tienen ordenadas tres cuencas, McBean y Bailey en comisión conjunta con Parques Nacionales Naturales de Colombia y Fresh Water Bay, principal cuenca del servicio de acueducto de la Isla.

En los últimos años, CORALINA ha construido más de 500 m en obras biomecánicas para el control de erosión. La erosión en las islas causa impactos no solo en las porciones terrestres, sino que trascienden a los

Atlas de la **Reserva de Biósfera Seaflower**
Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina

manglares, pastos marinos y arrecifes coralinos. Con técnicas apropiadas se han protegido cauces de arroyos y se han mitigado los efectos de lluvias torrenciales,

utilizando materiales locales como el bagazo de la caña y llantas en desuso para la construcción de trinchos y barreras (Fotos 6, 7 y 8).



Antes



Después

Foto 6. Manantial recuperado del sector de Bailey en la isla de Providencia (Fotos: Martha Prada, CORALINA).



Foto 7. Control de erosión Gamadith Amareth en Providencia (Fotos: Martha Prada, CORALINA).



Foto 8. Control de erosión South West Bay en Providencia (Fotos: Martha Prada, CORALINA).



Foto 9. Control de erosión, una vista antes y después de la construcción del Muro Bowden en Providencia (Foto: Martha Prada, CORALINA).



Gestión de áreas protegidas

Área Marina Protegida Seaflower

El diseño y establecimiento del AMP Seaflower surgió de una iniciativa regional liderada por CORALINA desde el año 1999 y lograda mediante resoluciones 021 y 025 de 2005 cuando el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial la declaró legalmente, dejando su administración en el nivel regional. Seaflower es pionera en Colombia e incluye los servicios ambientales de más de 2.000 km² de manglares, pastos marinos y arrecifes coralinos que se encuentran hoy protegidos, los cuales sostienen una amplia biodiversidad marina.

El AMP Seaflower posee tres secciones administrativas (Mapa 4). Sección Norte: incluye los bancos de Luna Verde, Quitasueño, Serrana, Roncador, abundantes elevaciones submarinas y aguas oceánicas y ocupa un área total de 37.522 km².

Sección Central: incluye la plataforma de las islas de Providencia y Santa Catalina, el banco de Julio y aguas oceánicas circundantes con un área total de 12.716 km².

Sección Sur: incluye la plataforma de la isla de San Andrés y los bancos East-South-East (Bolívar), South-South-West (Albuquerque) y los bancos llamados Martínez y Far con un área total de 14.780 km².

En su interior, el AMP Seaflower estableció cinco diferentes tipos de zonas, a saber:

Preservación (No Entry), para las áreas de mayor restricción donde solo están permitidas las actividades de investigación y monitoreo de efectividad.

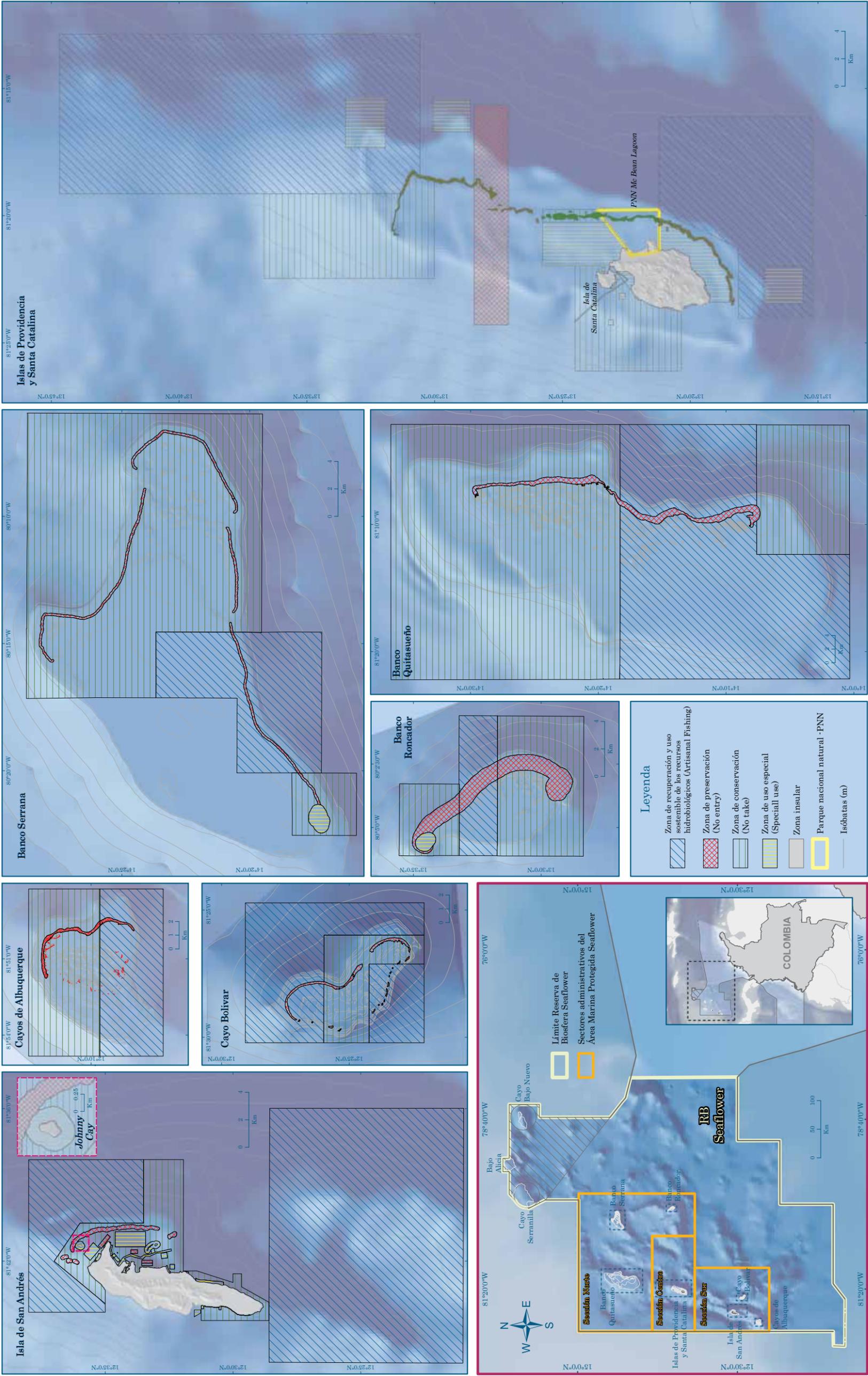
Conservación (No Take), para las áreas donde no están permitidas las actividades extractivas, pero se permiten los deportes náuticos de bajo impacto.

Protección de Recursos Hidrobiológicos (Artisanal fishing), para áreas exclusivas dedicadas a la pesca artesanal por pescadores tradicionales y otras actividades de educación y monitoreo.

Uso Especial (Special Use), para las áreas donde se desarrollan diversos tipos de usos y actividades: recreativas, canales de acceso a los puertos, deportes náuticos, regulados para reducir los impactos.

Uso General (General Use), para las áreas sin mayores restricciones donde se pueden desarrollar de manera controlada y sostenible actividades, toda vez estas mantengan la calidad de las aguas y la integridad de los ecosistemas.

Inicialmente se ha definido una reglamentación sombrilla, estableciendo los usos permitidos y pro-



hibidos para cada zona. Por ejemplo, la restricción de pesca industrial en las secciones Sur y Centro y la promoción del uso tradicional de la comunidad raizal sobre sus caladeros de pesca. Así mismo se designaron zonas de pesca artesanal en áreas tradicionales de pesca industrial en la zona Norte para promover acceso a recursos más abundantes y procurar mejor distribución de beneficios económicos a los pescadores tradicionales. Regulaciones más específicas están siendo definidas de forma participativa.

Entre las acciones de manejo para la protección y conservación de ecosistemas marinos, CORALINA ha instalado 32 boyas de amarre en 30 sitios de buceo alrededor de las islas de San Andrés y Providencia eliminando los impactos del anclaje sobre corales. Adicionalmente, más de 50 boyas de demarcación se han instalado en las zonas de mayor uso (Foto 10). Las boyas son herramientas oportunas, efectivas y eficientes para informar a los usuarios y para facilitar las labores del personal de control y vigilancia.



Foto 10. Esquema del sistema de anclaje de boyas de amarre y demarcación e ilustración de instalación finalizada (Foto: Archivo CORALINA).

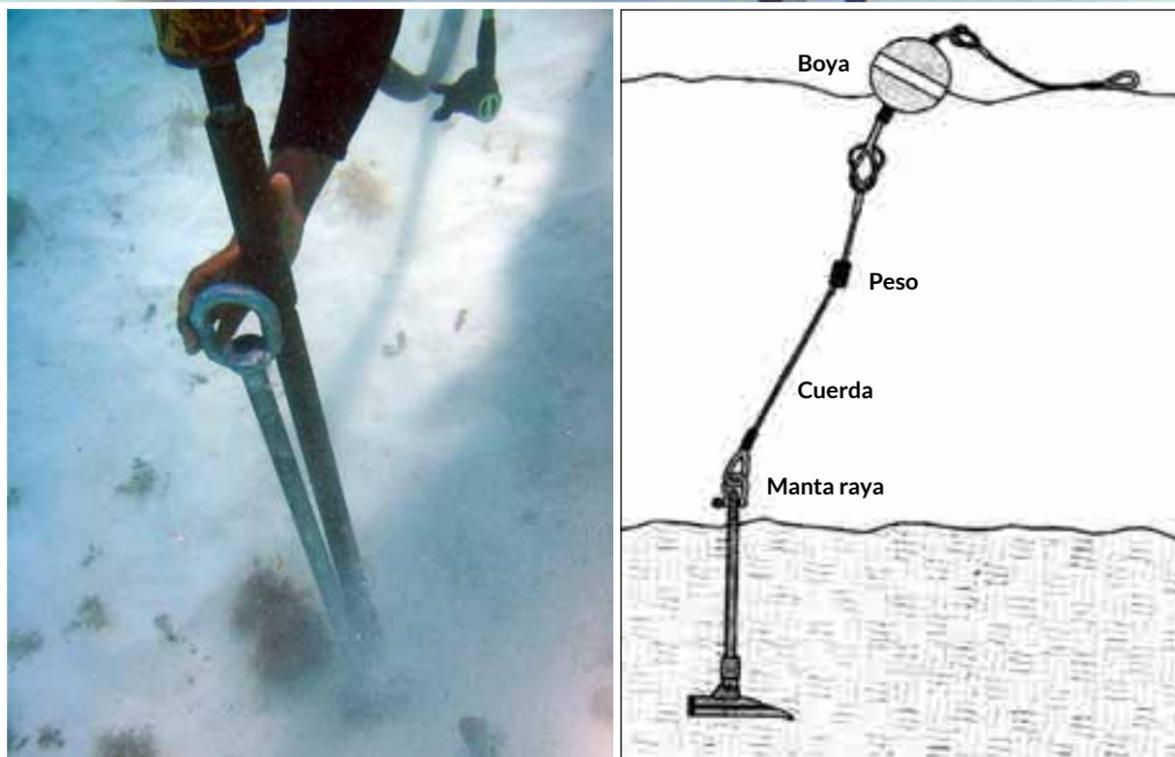




Foto 11. Parque Regional Johnny Cay (Foto: Elizabeth Taylor, CORALINA).

Parques regionales

En el marco de la estructura del Sistema Nacional Ambiental, las corporaciones autónomas regionales tienen la potestad de gestionar la declaración de áreas protegidas de carácter regional en su jurisdicción. En este contexto, CORALINA ha declarado 3 parques regionales como una alternativa de solución a la degradación de los ecosistemas.

El **Parque Regional Johnny Cay** es el de mayor avance; recibe más del 75% de los visitantes que llegan a las islas (Foto 11) y cuenta con un plan de manejo en implementación desde 2004. Con una tarifa ecológica que se cobra al ingreso del parque, se generan recursos para ser reinvertidos 100% en su manejo. El parque cuenta con un esquema de zonificación y con la construcción de un centro de acopio de residuos sólidos y baños secos de compostaje ha logrado la transformación de los sistemas tanto de manejo de residuos sólidos como líquidos.

El **Parque Regional Old Point Regional Mangrove Park** protege el área más extensa de manglares de la isla de San Andrés y promueve la recuperación natural luego



de la mortalidad causada con el funcionamiento de la central eléctrica de San Andrés durante dos décadas y que ocasionó severos daños ambientales al sistema. Actualmente, el sector está casi completamente recuperado y es un enclave ambiental que sirve de hábitat a innumerables especies residentes y migratorias.

Foto 12. Manglares del Parque Regional Old Point (Foto: Opal Bent, CORALINA).

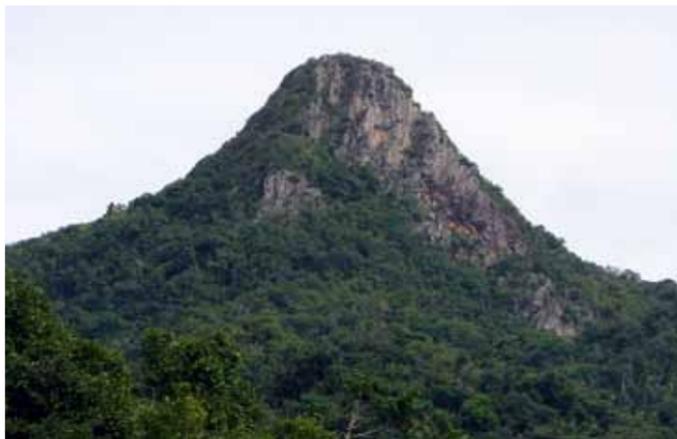


Foto 13. The Peak (Foto: Elizabeth Taylor, CORALINA).

Con el **Parque Regional The Peak**, localizado en la mayor elevación de las islas a 360 msnm, se protegen los relictos de bosques secos tropicales más importantes de las islas. CORALINA está formulando su plan de manejo ambiental en cooperación con la comunidad, para lo cual cuenta con el apoyo del Fondo de Patrimonio Natural, entidad que promueve la implementación de prácticas productivas sostenibles, principalmente para las

Foto 14. PNN McBean Lagoon, vista de laguna y manglares (Foto: Opal Bent, CORALINA).



actividades de agricultura y ganadería en las zonas de amortiguación del parque.

Parque nacional

El **Parque Nacional Natural McBean Lagoon**, ubicado en el costado nororiental de la isla de Providencia, es la única área protegida de carácter nacional en esta zona insular. Aunque es administrada por PNN, es parte integral de la estrategia de conservación de la RB y del AMP Seaflower. Incluye en su porción terrestre una pequeña colina aislada con fuertes pendientes conocida como Iron Wood Hill (150 msnm), una batea aluvial plana donde se desarrolla el área de manglar más extensa y mejor conservada de la isla y los cayos cercanos, Crab Cay (cayo Cangrejo) y Three Brothers Cays (cayos Tres Hermanos). La porción marina, un 90% del total del área protegida, incluye un sector importante de la barrera arrecifal, abarcando ecosistemas como pastos marinos y formaciones coralinas.

Reducción de la contaminación ambiental

En búsqueda de soluciones a la problemática ambiental regional, a partir de 2004 CORALINA inició la construcción de una institución más cercana a sus gentes, a sus necesidades, sus deseos y sus sueños, cambiando estrategias desgastadas de la autoridad ambiental e implementando sistemas alternativos, como tratamientos comunales de aguas residuales en San Andrés y Providencia.

A través de proyectos financiados por el Fondo de Compensación Ambiental (FCA) y el GEF-Banco Mundial, CORALINA ha construido siete sistemas descentralizados para el manejo de aguas residuales en sectores rurales y marginales considerados como vulnerables por estar dentro de la zona de recarga del acuífero. Estos sistemas comprenden tratamientos primarios en pozos o fosas sépticas, tanques sépticos, y secundarios como filtros en medio granular, absorción o infiltración en el terreno, lagunas, y en algunas ocasiones tratamientos terciarios naturales y de desinfección. Como resultado se ha logrado remover más del 95% de las cargas contaminantes, cumpliendo con la normativa establecida por el gobierno nacional.

Entre los beneficios inmediatos de estos sistemas se encuentran: a) la reducción de la carga contaminante en ecosistemas sensibles como el acuífero, el mar y suelo; b) el mejoramiento de las condiciones sanitarias y ambientales de la comunidad de los sectores beneficiados; c) el riego de cultivos con el agua residual tratada; d) mejores calidades de agua para la recarga del acuífero; y e) la confianza, cooperación y mejores relaciones entre instituciones y comunidad que se apropia de este sistema de beneficio colectivo. El sistema de Sally Taylor, en operación desde 2006, es el más antiguo y continua en funcionamiento óptimo (Foto 15).



Foto 15. Sistema descentralizado de manejo de aguas residuales Sally Taylor en San Andrés (Fotos: Archivo CORALINA).

Protección de la biodiversidad

En un territorio insular los recursos naturales se convierten en una prioridad cotidiana. El uso que la población hace de ellos determina su supervivencia y sus oportunidades de desarrollo. El Plan de Manejo para las Áreas de Manglares de la Isla de San Andrés o los siete planes de conservación de especies amenazadas y en peligro, se convierten entonces en herramientas claves hacia la sostenibilidad de la región.

En consecuencia, hay una necesidad para contrarrestar las amenazas hacia la biodiversidad, base de la prestación de los servicios ambientales. Un claro ejemplo, es el programa de prevención, control y manejo de las especies introducidas, formulado y en ejecución por CORALINA para promover la sostenibilidad de las especies propias del Archipiélago. Con la firma en 2007 de la Cuenta Atrás 2010, la Corporación une esfuerzos con la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza -IUCN-, en busca de alcanzar compromisos internacionales que reconozcan la contribución de los aportes locales en la obtención de objetivos globales, esfuerzos que más adelante en 2010 hace a la institución acreedora del premio mundial Countdown Award 2010 como reconocimiento a los esfuerzos de CORALINA para la protección de la biodiversidad, entre más de 1.100 organizaciones del mundo (Foto 16).

Siguiendo lineamientos de la Dirección General de CORALINA, se logran canalizar recursos para adelantar proyectos como el de la recuperación del caracol pala, especie comercialmente amenazada en todo el Caribe, con la participación de organismos internacionales (Harbor Branch Oceanographic Institute y Disney Foundation), gubernamentales locales (Secretaría de Agricultura y Pesca) e iniciativas privadas (Cooperativa de Pescadores de la Isla de Providencia "Fishing and Farm Cooperative" y Blue Dream Ltda) (Foto 17).



Foto 16. Momento en el cual le hacen entrega del premio mundial Countdown Award 2010 a la directora de CORALINA Dra. Elizabeth Taylor Jay (Foto: Archivo CORALINA).



Foto 17. Caracol pala *Eustrombus gigas* en proyecto de recuperación en la isla de Providencia (Foto: Archivo CORALINA).

Gestión del riesgo y adaptación al cambio climático

La vida en pequeñas islas representa una alta incertidumbre y preocupación frente a fenómenos naturales, como lo demostró el paso del huracán Beta por las islas de Providencia y Santa Catalina en octubre de 2005. Como autoridad ambiental, se pudo establecer de inmediato la valoración de los impactos y se ejecutaron acciones de recuperación en sus sistemas naturales y productivos. Las pérdidas ambientales se sufrieron en los parches de coral superficiales (menores a 5m) del sector norte con volcamiento y fraccionamiento, blanqueamiento y mortalidad. Los manglares, aunque ecosistemas altamente resistentes a este tipo de fenómenos, también fueron impactados y sufrieron caída de los árboles y fragmentación. Otros impactos en menor intensidad o con una rápida recuperación natural se observaron en los pastos marinos y playas (Foto 18).

Después del paso del huracán Beta, un total de 17 proyectos pilotos ambientales y productivos en arrecifes, playas, manantiales, bosques y granjas, junto con limpiezas y recuperación de cauces fueron hechos en los siguientes seis meses con el apoyo del Fondo de Compensación Ambiental (Foto 19).

CORALINA hace parte del primer proyecto de adaptación al cambio climático en Colombia que cuenta con financiación del GEF. Con este proyecto, se logró fortalecer el manejo integrado del recurso hídrico. Sistemas de manejo de aguas residuales junto con cisternas para captación de aguas lluvias fueron construidos en tres secto-



Foto 18. Playa en Providencia pos beta (Fotos: Martha Prada, CORALINA).



res marginales que incluyen más de 46 familias. Una clara demostración de la importancia de estos logros, es el interés que han mostrado los entes territoriales sobre cómo mejorar las condiciones de la población y mitigar los efectos que sobre el recurso hídrico tendrá el cambio climático.

CORALINA ha tomado la iniciativa para la formulación de la política de población para las islas, una de las medidas de adaptación más novedosas en la solución del problema superpoblación. Es un tema estigmatizado, visto con ojos de segregación, pero luego de un proceso arduo de sensibilización, se ha logrado acoplar el interés de los diferentes actores, que ahora ven como una oportunidad el desarrollo de estas políticas en las altas esferas del gobierno nacional.

La población y las instituciones entienden que este tipo de políticas no se concentran exclusivamente en el control de migración, sino que al mismo tiempo deben impactar áreas tan importantes como la salud reproductiva, la natalidad y la educación prioritaria de la mujer, como mecanismos idóneos de reducción de densidad de población en el largo plazo.

Ejercicio de la autoridad ambiental

El arduo trabajo que CORALINA ha realizado como autoridad ambiental en sus 16 años de existencia ha resultado entre otros en el reconocimiento de UNESCO y del MADS con la creación de la RB y AMP Seaflower, ahora conocidas a nivel mundial. La biodiversidad de sus ecosistemas marinos, costeros y terrestres de las islas, y por supuesto sus gentes, se han convertido en una vitrina, un destino apetecido por nacionales y extranjeros, por ser una muestra de exuberancia natural, cultura y encanto.

Este reconocimiento ha servido de base para que las instituciones locales, dentro del marco de sus competencias, encaminen esfuerzos en la búsqueda de los propósitos de desarrollo y sostenibilidad que las inspiraron, y que además constituyen la columna vertebral de la gestión ambiental regional que lidera CORALINA en el departamento Archipiélago.

En el ejercicio de la autoridad ambiental, referidas a sus facultades policivas, preventivas y sancionatorias de que está investida, CORALINA investiga y sanciona las infracciones ambientales, procura su reparación y trata de



Foto 19. Proceso de recuperación de arrecifes coralinos después del paso del huracán Beta entre el año 2005 y 2006 en la isla de Providencia (Fotos: Archivo CORALINA).

compensar los daños que estos ocasionan a los sensibles ecosistemas y valiosos recursos naturales.

CORALINA ha entendido que el impulso de la gestión ambiental depende del éxito de sus actuaciones, y es por ello que ha fortalecido su área jurídica. Es así como en noviembre de 2004, se crea la Subdirección Jurídica, encargada, entre otras funciones, de adelantar procedimientos sancionatorios de manera oportuna y eficaz. Apoyando esta labor, existe una Coordinación de Control y Vigilancia

encargada de atender las pequeñas contravenciones para que no se conviertan en los futuros grandes problemas ambientales (Foto 20).

La meta es lograr una conciencia colectiva tal, que las infracciones ambientales se reduzcan al máximo, e incluso se llegue al punto de prescindir de las actuaciones sancionatorias. Mientras se avanza en la búsqueda de ese ideal, se continuará con la aplicación de la ley para quienes infrinjan la normativa ambiental, causen daño a los ecosistemas, o aprovechen indebida e indiscriminadamente los recursos naturales de la Reserva de Biósfera Seaflower. La meta es lograr una conciencia colectiva tal, que las infracciones ambientales se reduzcan al máximo, e incluso se llegue al punto de prescindir de las actuaciones sancionatorias. Mientras se avanza en la búsqueda de ese ideal, se continuará con la aplicación de la ley para quienes infrinjan la normativa ambiental, causen daño a los ecosistemas, o aprovechen indebida e indiscriminadamente los recursos naturales de la Reserva de Biósfera Seaflower.

Desafortunadamente, y a pesar de los múltiples esfuerzos e inversiones en materia de gestión y educación ambiental, existe una problemática socioeconómica que, como la excesiva densidad poblacional, el creciente desempleo y falta de nuevas oportunidades laborales y la ausencia de controles estrictos por parte de algunas autoridades locales, tiene el potencial de agudizar las problemáticas ambientales del Archipiélago. Por ello, se trabaja incansablemente por una labor más coordinada, indispensable para la gestión ambiental de CORALINA, camino que ha empezado pero que aún debe fortalecerse más.

Durante los últimos ocho años, se han impuesto más de 1.600 medidas preventivas, 500 requerimientos, 250 actas de compromiso y se ha concluido un número similar de procedimientos sancionatorios. De hecho, durante el último quinquenio CORALINA ha recaudado por este concepto más de seiscientos cincuenta millones de pesos (\$650.000.000.00), constituyéndose en un renglón impor-



Foto 20. Funcionario de CORALINA guiando salida al sitio de disposición final de residuos sólidos Magic Garden en la isla de San Andrés (Foto: Archivo CORALINA).

tante de sus recursos propios. No todas las sanciones generan ingresos, también hay cierre de establecimientos, demoliciones de obras y decomisos preventivos o definitivos.

Gestión de cooperación internacional

Destacándose ampliamente frente a otras corporaciones ambientales en Colombia, CORALINA ha sido exitosa en la gestión de recursos financieros de cooperación internacional. Se han ejecutado más de quince proyectos con donantes y socios tan importantes como:

- La Unión Europea -UE-, UNESCO
- La Iniciativa Darwin y Herriot Watt University de Gran Bretaña
- El Fondo Ambiental Mundial -GEF- Banco Mundial y Banco Interamericano de Desarrollo -BID-
- El Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente -PNUMA-
- La Agencia de Administración del Océano y de la Atmósfera de los Estados Unidos -NOAA- a través de sus programas de Florida Keys National Marine Sanctuary, el Programa Internacional para los Arrecifes de Coral y el Laboratorio de Investigación de la Región Sureste
- Instituciones estadounidenses como National Fish and Wildlife Foundation, National Marine Sanctuary Foundation, Disney Foundation, The Ocean Conservancy -TOC-, The Nature Conservancy -TNC-, Conservation International -CI-, Harbor Branch Oceanographic Institute -HBOI-
- Universidades como Brandeis University, Old Dominion y Universidad de la Florida, entre otras.

Así mismo, hace parte activa de redes de monitoreo ambiental como protocolos de: a) CARICOMB que hace seguimiento a arrecifes de coral, manglares y pastos marinos a lo largo del Caribe, b) WIDECAST que estudia las tortugas en el Caribe, c) Reef Check que toma datos de coral con ayuda de buzos recreativos, d) Reef y Recon que monitorea arrecifes y peces con apoyo comunitario, y e) NaGISA que estudia las algas en el Caribe. También se aplica el monitoreo SOCMON para conocer los parámetros socioeconómicos en áreas marinas protegidas.

El éxito de CORALINA en gestión de recursos internacionales están relacionadas con su:

Localización geográfica: por ser una región insular con extensas áreas oceánicas en el Caribe Occidental en relativa buena condición y representando áreas de importancia global.

Población: por la existencia del grupo “raizal” reconocido constitucionalmente como una minoría étnica o comunidad ancestral tradicional.

Idioma: por el uso del inglés, idioma materno de la comunidad raizal, como un segundo idioma, lengua que es considerada como un idioma de comunicación universal.

Saber cómo hacerlo o “Know How”: por haber desarrollado una capacidad para el desarrollo exitoso de proyectos internacionales.

Buena fama o “Good Will”: por ser reconocidos como una institución responsable que es capaz de ejecutar responsablemente pequeños proyectos (miles de dólares) y de mayor cuantía (más de 1 millón de dólares).

Talento humano: poseer en la entidad un talento humano capaz y comprometido con el destino de las islas, fortaleza que se da con la vinculación de diferentes sectores de la sociedad.

Lecciones aprendidas

El recorrido de estos 16 años de existencia ha enseñado lecciones claves para el manejo ambiental del único archipiélago oceánico de Colombia y que lo han convertido en modelo para otras islas en el país, reconociendo su realidad como sistemas totalmente diferenciados, pero conectados que mantienen sus características especiales como:

- Un marco legal adecuado fundamental para la gestión ambiental en pequeños territorios insulares que, sin embargo, por sí solo ha demostrado ser insuficiente para el efectivo manejo de los recursos naturales. Los controles sobre las normas, junto con la voluntad política y los recursos financieros, técnicos y humanos deben estar coordinados y ser coherentes para el éxito de la misión institucional.
- La autonomía administrativa y financiera otorgada a las CAR del país y en un territorio con sociedades pequeñas, ha probado ser una herramienta idónea para lograr impactar la gestión ambiental de

manera integral, oportuna, cotidiana y apropiada. Este modelo descentralizado, pero apoyado por los entes nacionales, ha sido indispensable en las reacciones tempranas que responden a los retos y problemas.

- La integración de factores socioeconómicos y los actores en los procesos de planificación y manejo ambiental promueve el sentido de pertenencia, facilita su participación directa, abona el camino para el comanejo, permite una planificación desde la base y mejora la visión de futuro.
- El uso de herramientas como la cartografía social, encuestas puerta a puerta y entrevistas con los usuarios han sido mecanismos exitosos para recopilar información útil para manejo, cuantificar las preocupaciones comunitarias, crear conciencia, abrir el espacio para el proceso de planificación y gestión y asegurar la participación de los usuarios en los procesos de implementación.
- El conocimiento de la valoración social de los recursos ha sido tan importante para los procesos de planificación y gestión ambiental como la información biofísica recopilada en expediciones científicas o estudios de investigación específicos.
- Para abordar problemas ecológicos, culturales y socioeconómicos y satisfacer las necesidades locales, la planificación y el manejo ambiental deben realizarse con base en sus características geoespaciales, es decir, por cada zona o localidades, ser flexibles y adaptables a cambios inesperados. En conclusión la planificación y gestión ambiental no puede ser rígida y seguir una fórmula desarrollada para otras áreas.
- Se alcanza el desarrollo sostenible en la medida en que se integren objetivos de conservación, reducción de la pobreza, desarrollo económico, creación y construcción de capacidad, desarrollo humano local y valores de justicia social y ambiental, y equidad en los procesos de planificación y gestión ambiental.

Literatura citada

- | | | |
|--|---|---|
| CORALINA. 1999. Plan de Manejo de Aguas Subterráneas de la Isla de San Andrés 2000-2009. DFID/CORALINA. | lated Island Jurisdiction: San Andrés Island, Colombia. University of Prince Edward Island. En prensa. | Steadman-Edwards P. 2000. Main Findings and Conclusions of the Root Causes Project. En: The Root Causes of Biodiversity Loss. Washington, DC: World Wildlife Fund/Earthscan Publications. |
| CORALINA. 2007. Plan Único a Largo Plazo de la Reserva de la Biosfera Seaflower 2007-2023 (PULP RBS). | MEA - Millennium Ecosystem Assessment . 2005. Ecosystem and human well-being. Biodiversity Synthesis. En: http://www.millenniumassessment.org/documents/document.354.aspx . | UNAL - Universidad Nacional de Colombia. 2005. Elaboración de escenarios de cambio climático para el territorio colombiano. Documento preparado para el IDEAM. |
| CORALINA. 2011. Modelo de elevación de un metro en el nivel medio del mar para las islas de Providencia y Santa Catalina, a partir de la información topográfica generada por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi. | Newball R. 2000. Evaluación económica del diseño e implementación de un área marina protegida en el Archipiélago Caribeño: El caso de los arrecifes coralinos de la Isla de San Andrés. Tesis de grado. Bogotá: Universidad de los Andes. | UNESCO. 1996. Reservas de Biósfera: La Estrategia de Sevilla y el Marco Estatutario de la Red Mundial. UNESCO, Paris. |
| DANE. 2005. Censo general 2005. Consultado en diciembre de 2011. En: www.dane.gov.co . | Rita J. 2008. Estrategias compartidas para las islas pequeñas. Ponencia en la Reunión Temática Sobre Reservas de Biosfera Insulares. Universidad de las Islas Baleares. Isla de Menorca 10 al 13 de Marzo 2008, España. | Van't Hof T. y E Connolly. 2001. Financial sustainability for the marine protected area system in the Seaflower Biosphere Reserve. Draft/technical report. Washington, DC: The Ocean Conservancy. |
| Díaz J, G Díaz, J Garzón-Ferreira, J Sánchez y S Zea. 1996. Atlas de Los Arrecifes Coralinos del Caribe Colombiano. Santa Marta: INVEMAR. | | |
| Howard M y E Taylor. 2007. Managing Natural Assets in a Densely Popu- | | |





Descripción física del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina



*Liane Gamboa, CORALINA
Blanca O. Posada, INVEMAR
Olga Cecilia González, IDEAM
Gonzalo Hurtado, IDEAM
Carlos Alberto Andrade-Amaya,
Grupo de Investigaciones en Oceanología,
Escuela Naval de Cadetes, Cartagena*

(Foto: Opal Bent, CORALINA).

Geología del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina

Liane Gamboa y Blanca O. Posada

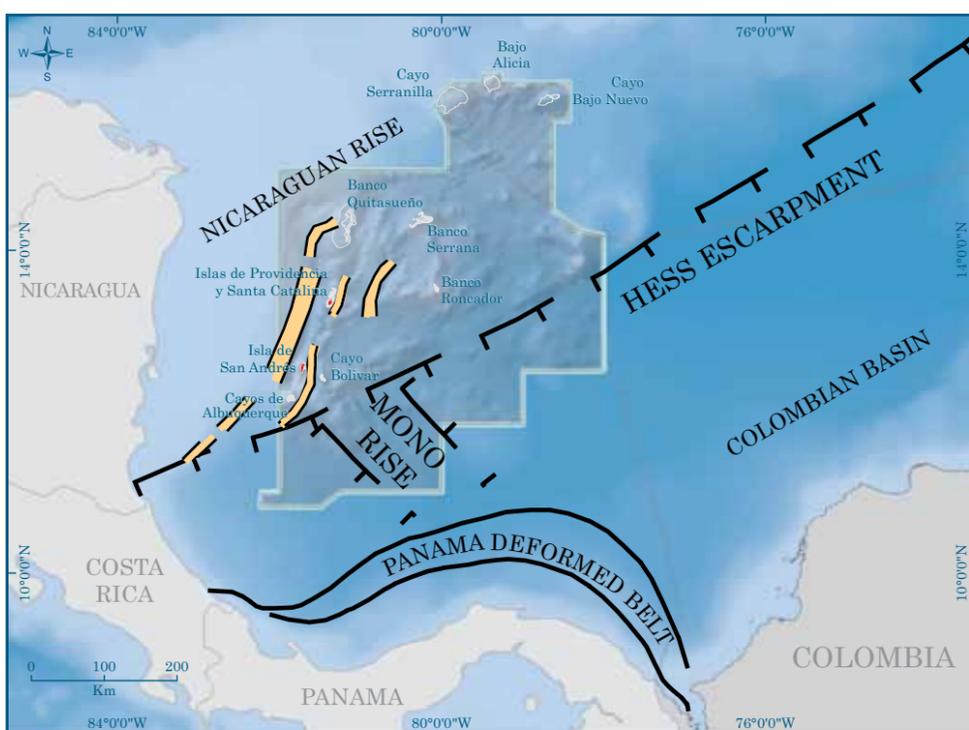
Introducción

El archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina está formado por un conjunto de islas oceánicas, atolones y bancos coralinos alineados en dirección NE, paralelos a la elevación de Nicaragua, que se originaron aparentemente a partir de volcanes dispuestos a lo largo de fracturas tectónicas de la corteza oceánica, orientadas predominantemente hacia el NE y el SW. El Archipiélago es uno de los sistemas arrecifales más extensos del Atlántico y constituye la mayor extensión de arrecifes coralinos de Colombia. De hecho, las plataformas insulares de siete de sus diez atolones verdaderos se extienden por más de 2.188 km² (Díaz *et al.*, 2000). Los bancos más profundos, la sección colombiana sobre la plataforma nicaragüense y la que se comparte con Jamaica, son áreas sobre las cuales muy poca información científica o cartográfica se ha adquirido hasta el momento.

El esquema tectónico regional del fondo marino en el Caribe occidental se caracteriza por sus zonas de fractura, en donde la de San Andrés un graben tectónico en la parte sur de la Elevación de Nicaragua con un orientación de 15° NE, es la más notable ya que separa al Archipiélago de la plataforma continental de Centroamérica. Geister (1992) sugirió que el alineamiento de los atolones de Albuquerque, San Andrés, Providencia y Quitasueño obedece a una zona de fractura submarina (Mapa 6).

Los atolones se forman en los flancos de un cráter volcánico. Cuando el volcán termina su fase activa, actúa la erosión en él y por movimientos activos puede ser hundido lentamente. Durante el hundimiento, los corales y los otros organismos del ecosistema se establecen en los flancos del volcán y construyen el arrecife, conformando de esta forma un atolón con una laguna central.

MAPA 6. Esquema tectónico del Caribe occidental en el área del Archipiélago (modificado de Geister y Díaz, 2007).



Por lo tanto, la forma actual de los complejos arrecifales responden a estos procesos de subsidencia (hundimiento de los basamentos volcánicos) y su recubrimiento con carbonatos de origen biológico (sedimentos y estructuras formados de corales, algas y moluscos entre otros) sucedidos durante el Neógeno y el Cuaternario (Díaz *et al.*, 1996; Geister, 1986).

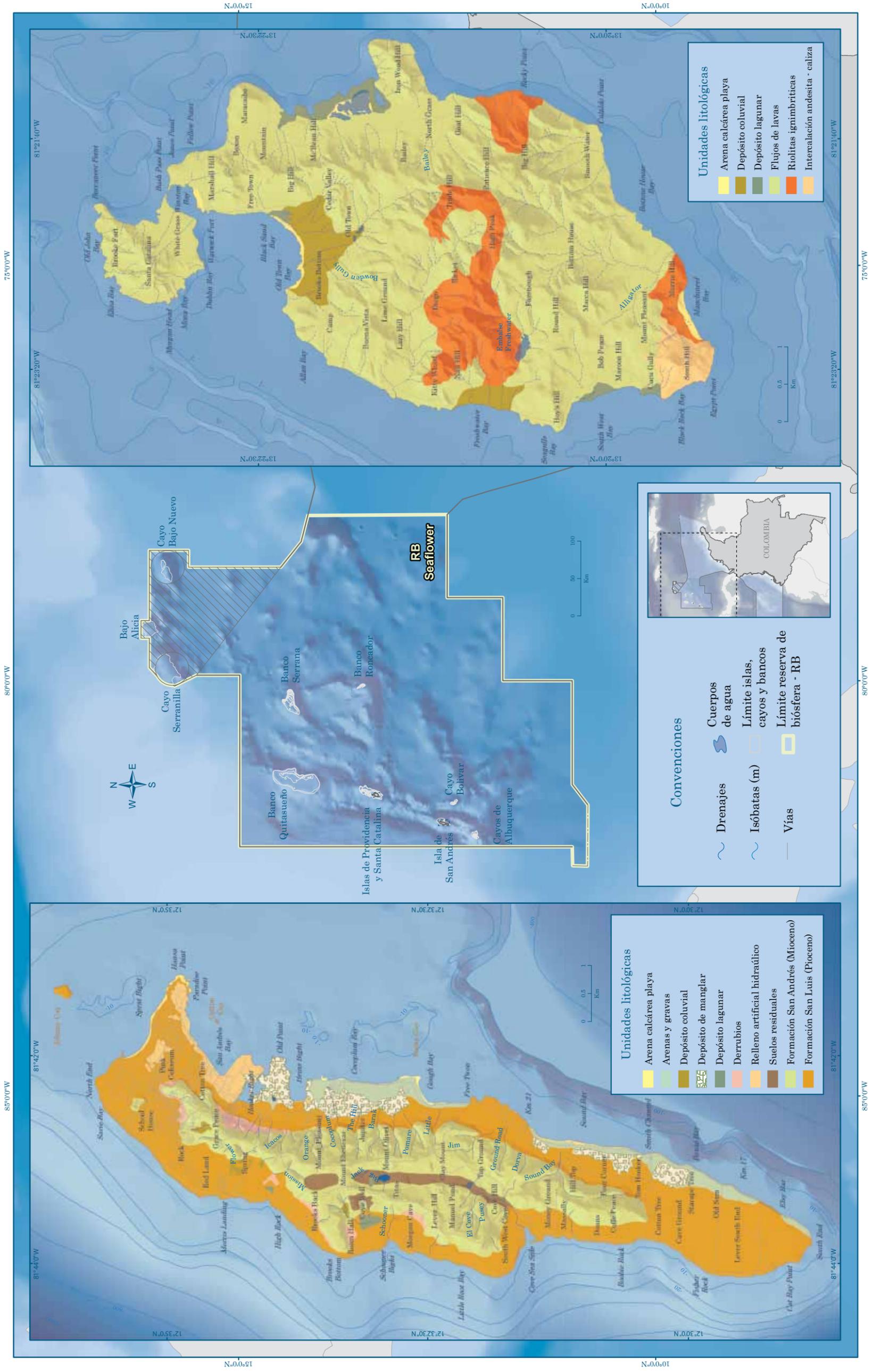
Isla de San Andrés

Esta isla es la de mayor extensión en el Archipiélago, con un área aproximada de 27 km². Su forma es alargada en dirección NS, con una longitud de 12,5 km y un ancho máximo de 3 km. En la parte central se levantan una serie de colinas con elevaciones máximas de 86 msnm. Las zonas adyacentes a la línea de costa son generalmente planas, con elevaciones no mayores de cinco metros (INGEOMINAS, 1996; IGAC 1986). El complejo arrecifal que rodea la isla está dispuesto en sentido NE, tiene una longitud aproximada de 18 km y amplitud máxima de 10 km, con un área total de 97,5 km² (Díaz *et al.*, 2000).

Desde el Mioceno medio, el atolón sufrió un basculamiento progresivo hacia su margen oriental, quedando emergida una considerable porción de las estructuras calcáreas miocenas de la parte occidental. La parte central de la isla es una formación calcárea con depósitos sedimentarios de la antigua laguna del atolón y está bordeada en las partes bajas de la isla por una amplia terraza coralina pleistocénica (Díaz *et al.*, 2000). Durante el Pleistoceno una serie de oscilaciones del nivel del mar produjeron significativas modificaciones geomorfológicas que se manifiestan en el truncamiento de las terrazas de abrasión y de los cantiles a diferentes niveles (Geister, 1973; Díaz *et al.*, 2000).

Al occidente de la isla, la plataforma submarina comienza en la misma costa, mientras que en el norte y en el este se amplía hasta los arrecifes coralinos que la bordean, conformando una barrera que protege a la isla del fuerte oleaje del mar abierto. En esta terraza submarina se han depositado fragmentos de corales, erizos y otros animales, que dan origen a las arenas calcáreas; y a algunos otros sectores, que están cubiertos de algas así como formaciones de praderas de fanerógamas marinas. El borde exterior de esta terraza se encuentra a 20 metros de profundidad aproximadamente y el talud submarino desciende a todos los lados con declive escarpado hasta profundidades abisales (IGAC, 1986).

Estratigráficamente, la isla está conformada por rocas calcáreas del Neógeno y depósitos cuaternarios de distintas composiciones. Las rocas del Neógeno se definen por dos formaciones que contrastan litológica y morfológicamente: la formación San Andrés, del Mioceno y la Formación San Luis, del Plioceno. Los depósitos cuaternarios están representados por materiales de relleno artificial, rellenos sanitarios, hidráulicos; depósitos de origen lacustre, asociados a bosques de manglar y de vertientes y depósitos de vientos, playas y tormentas; también por materiales de relleno artificial, rellenos sanitarios e hidráulicos (Mapa 7).



MAPA 7. Litología de la isla de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (Modificado de INGEOMINAS, 1986).

De acuerdo con el Servicio Geológico Nacional (1960) y Hubach (1956), en San Andrés se encuentran tres formaciones que van de la más reciente a la más antigua así:

- La formación de plataforma marina reciente hasta subreciente, conformada por arenas calcáreas ricas en restos de equínidos, foraminíferos y fragmentos de corales.
- La formación de la plataforma terrestre o formación San Luis, ligeramente soleventada, considerada subreciente hasta Pleistocena. Es la que constituye las partes planas de la isla y está conformada en primer lugar por calizas coralinas sobre las cuales se observan suelos con poco desarrollo pedogenético y escasa profundidad; en segundo lugar, por arcilla calcárea arenosa depositada en zonas pantanosas (marismas) que dan origen a suelos orgánicos.
- La formación calcárea de San Andrés, que data del Mioceno, corresponde al cordón interior de la isla conformado en su gran mayoría por caliza blanca maciza, moluscos recristalizados en calcita y fisuras rellenas de material oolítico ferruginoso, que ha originado suelos con características vérticas y altos contenidos de carbonato de calcio.

De otro lado en la isla de San Andrés se presentan rocas de edad neógena y depósitos cuaternarios (algunos recientes antropogénicos), ubicados en las zonas de manglares, las cuales están conformadas principalmente por calizas coralinas, arenas y limos calcáreos.

Providencia y Santa Catalina

Las islas de Providencia y Santa Catalina hacen parte de un volcán andesítico extinto, cuyo eje atraviesa el interior de las dos islas. Los materiales extruídos son lavas densas y vesiculares, aglomerados, tobas y ocasionalmente delgados bancos calcáreos (Hubach, 1956) (Mapa 7).

Las islas están conformadas principalmente por material del Plioceno, rocas ígneas extrusivas como andesita, andesita augítica, andesita hipersténica, traqui-andesita, basalto, basalto nefelínico, diabasa y traquita, intruídas por diques postpleistocenos de diorita, cuarzo-diorita y cuarzo-diorita hornblendica (Servicio Geológico Nacional, 1960), los cuales han dado origen a suelos de poco desarrollo genético, superficiales y asociados en sectores de área considerable con afloramientos rocosos localizados en pendientes fuertes.

Hay algunos pequeños sectores, conformados por calizas coralinas y arenas calcáreas del Holoceno y el Pleistoceno, sobre las cuales se originan, en el primer caso, suelos poco profundos de colores oscuros y grises con abundantes manchas debidas al mal drenaje, afectados por la presencia de sales y sodio y, en el segundo caso, suelos de texturas gruesas y color oscuro, con abundantes fragmentos de roca a través del perfil; en ambos casos el desarrollo genético es bajo.

En la isla de Santa Catalina, la estructura del volcán se halla bien definida. Los bancos interiores están muy erguidos y desde allí se inclinan con ángulos menos fuertes hacia el este y el oeste (Hubach, 1956).

Aspectos geomorfológicos

Se relacionan íntimamente con las formaciones geológicas, moldeadas por las condiciones subaéreas a las que fueron sometidas una vez emergieron y por los procesos tectónicos y actividad estructural que continúan ejerciendo control y reformando su aspecto. La información que se presenta a continuación se extrajo del informe que presentó el INVEMAR a CORALINA sobre el diagnóstico de la erosión costera en las islas de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (Posada y Guzmán, 2007) (Mapa 8).

Isla de San Andrés

En la Isla de San Andrés se encuentran de manera general tres unidades morfológicas costeras:

- Morfología costera con playas, borde costero, acantilado, depósitos de tormenta y manglares. Se incluyen también los rellenos antrópicos.
- Morfología de plataforma arrecifal periférica emergida
- Morfología de colinas en la parte central de la isla y depósitos cuaternarios asociados.

Playas

Se ubican en el sector norte y oriental de la isla, siendo las más importantes las de Sprat Bight (Norte de la isla), Cocoplum Bay, Rocky Cay, Sound Bay, Sound Bay, Tom Hooker y Elsy Bar. Tienen amplitudes variables entre los 10 y 15 m y pendientes del frente de playa entre 8 y 10°. Como rasgos erosivos presentan escarpes de playa y palmeras desarraigadas, erosión de la banca inferior de la vía circunvalar (Foto 1).

Borde costero arrecifal

Levantada con respecto a su nivel entre 4 y 6 m en el sector occidental y entre 0,5 y 1 m en el sector oriental, es una superficie plana de 5 m de ancho en promedio, fuertemente afectada por procesos de disolución, desnuda o localmente con vegetación (Foto 2).

Depósitos de tormenta

Constituidos de fragmentos de roca coralina de tamaño desde cantos a gránulos, acumulados durante eventos de tormentas o mares muy fuertes en el sitio de máxima marea y que ahora forman un cordón de hasta 4 m de ancho, 60 cm de alto y pendientes > 15°, que se extiende por encima de la terraza arrecifal.

Se desarrollan principalmente adyacentes a la costa en sectores de lagoon protegidos y muy someros; se destaca el mangle rojo entre otras variedades y se conservan en una franja que va desde bahía Hooker hasta Rocky Cay en la parte oriental de la isla.

Depósitos antrópicos

Ocupan un área bastante amplia en el sector noreste de la isla; sobre ellos se construyó parte del terminal marítimo, muelles y vías de acceso.



A



C



B



D

Foto 1. Fotografías de playas en la isla de San Andrés. a) cerca al hospital (Foto programa GEO-INVEMAR); b) en el sector de Sprat Bight (Foto Elizabeth Taylor, CORALINA); c). Rocky Cay y d) San Luis Bay (Fotos: Carolina Segura Q., INVEMAR).

Plataforma arrecifal periférica emergida

Caracterizada por una morfología plana a suavemente ondulada que bordea la zona de colinas hasta el borde costero.

Morfología de colinas

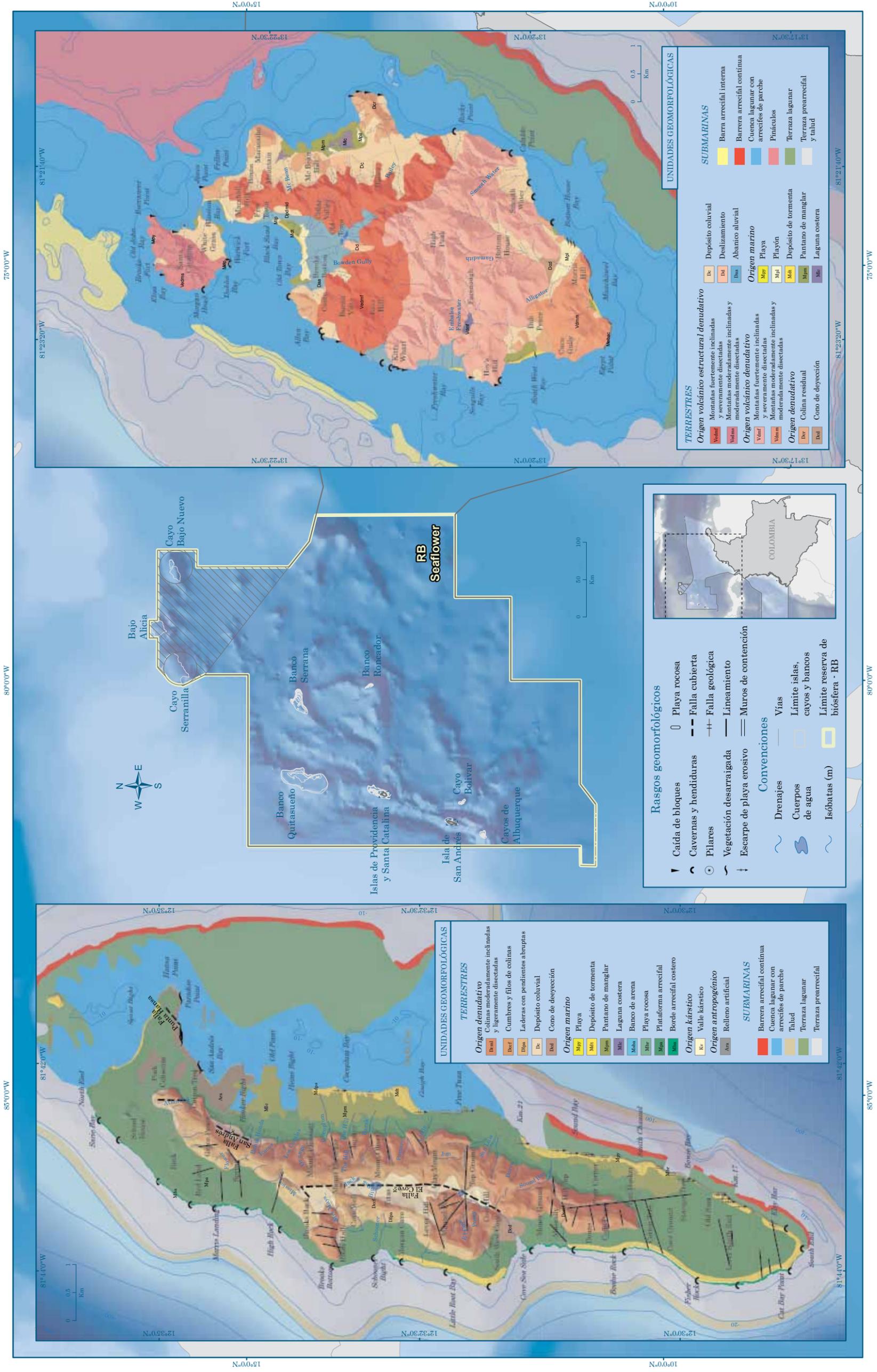
Se encuentran en la parte central de la isla en dirección norte – noreste y alcanzan una altura máxima de 87 msnm; presenta en su parte alta una morfología plana a ligeramente inclinada, limitada en el sector noreste por pendientes abruptas o escarpadas; en el sector oeste por una depresión plana a suavemente inclinada, en donde además se encuentra una morfología kárstica y el sector oriental es de colinas suaves con dirección E-W. Hacia el sureste-sur, aumenta el tamaño de las colinas y su orientación N es controlada estructuralmente.

Depósitos cuaternarios

Depósitos de bloques y escombros que se encuentran al pie de las colinas, principalmente asociados a un escarpe de la falla de San Andrés.



Foto 2. Borde costero arrecifal en el costado occidental de la Isla (Foto: programa GEO-INVEMAR).



MAPA 8. Mapa geomorfológico de las islas de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (Tomado de Posada y Guzmán, 2007).

Islas de Providencia y Santa Catalina

Predominan las colinas y montañas sobre las terrazas coralinas y playas.

Playas

Se destacan tres sectores de playas: Manzanillo localizada al sureste, la playa del Suroeste y las playas de Fresh Water. Se componen de arenas coralinas y terrígenas finas, con pendientes del frente de playa entre 4 y 12° y bermas bien definidas por dunas incipientes con vegetación y escarpes de playa (Foto 3).

Depósitos de Tormenta

Se encuentra en sectores donde hay playas y manglares.

Están constituidos por fragmentos gruesos de arrecifes coralinos y en menor cantidad de rocas volcánicas de tamaño gránulos, gravas y cantos (Foto 4).

Pantanos de manglar

Se localizan principalmente en Mourning Tree Bay, que es el más conservado y extenso; en la bahía de Manzanillo y la del Suroeste; en Old Town Bay, Big Well al sureste de Santa Catalina y Santa Isabel al noreste de Providencia. En todos ellos predomina el mangle rojo, pero también hay mangle negro y blanco (Foto 5).



Foto 5. Zona de manglar en el sector de Mourning Tree Bay (Foto: programa GEO-INVEMAR).

Morfología de colinas y montañas

Ocupa casi el 90% de las islas incluyendo los depósitos cuaternarios de derrubios y coluviales. Es una morfología netamente volcánica, con montañas altas y escarpadas, pendientes irregulares, picos y depresiones redondeadas, fracturas profundas y laderas moderadas a suaves hacia el piedemonte, en donde se localizan en general los depósitos. El relieve montañoso más alto ocupa la parte central de la isla en donde se forman acantilados prominentes; en el resto de la costa se observan laderas con pendientes alta conformados por depósitos coluviales, piroclásticos o volcánicoclasticos y al sur por la terraza coralina del Sangamoniano (Foto 6).



Foto 6. Morfología de colinas y montañas en Providencia, asociada a litología volcánica (Foto: programa GEO-INVEMAR).



Foto 3. Playa arenosa del área de Fresh Water en la isla de Providencia (Foto: Diana Isabel Gómez, INVEMAR).



Foto 4. Depósitos de tormenta acumulados en la parte superior a trasera de la playa en Providencia (Foto: programa GEO-INVEMAR).

Procesos erosivos

El borde costero en San Andrés está conformado por roca coralina, susceptible a los procesos de disolución y atravesada por múltiples fracturas que la hacen más propensa a los ataques de los agentes erosivos. Como consecuencia ha estado retrocediendo por el desprendimiento de bloques a partir de cavernas, como resultado de sismos o por los procesos de disolución superficial (Mapas 9 y 10).

De otro lado, las playas y pantanos de manglar están más expuestos a los agentes marinos y por tal razón son más propensos a sufrir cambios relacionados con su dinámica. En la costa oriental, las playas están en general protegidas de los oleajes fuertes por la barrera coralina y el arrecife franjeante, mientras que los manglares se encuentran en sitios protegidos y además cuentan con raíces subaéreas que les permiten contrarrestar un poco los efectos de los agentes marinos.

Las playas se erosionan durante las tormentas y vuelven a regenerarse parcialmente cuando la energía baja, siempre y cuando existan las condiciones naturales para hacerlo. La población ha estado extrayendo las arenas de las playas, destruyendo los pantanos de manglar e invadiendo cada vez más las zonas adyacentes al mar; la alteración de la protección natural que ofrecen las costas, imposibilita la recuperación de las playas, más cuando cambios climáticos a nivel mundial producen fuertes fenómenos que golpean las costas.

La construcción de obras civiles en la costa produce cambios que no son inmediatos y repentinos, pero que afectan las tasas de suministro o de pérdida del transporte litoral, lo cual genera modificaciones hasta cuando se alcanza la nueva configuración estable.

Isla de San Andrés

Los sitios reportados con erosión media a alta son los siguientes:

South End, donde el oleaje golpea fuertemente las rocas de la plataforma coralina; hay procesos de disolución, formación de cavernas y notches intermareales y desprendimiento de bloques.

Elsy Bar, allí la erosión ha llegado a socavar la banca de la vía dejando un escarpe de altura variable. Restos de troncos y maderas se acumulan junto al escarpe que se forma con la vía; tiempo atrás existían playas amplias, de donde se extrajo mucha arena para las construcciones.

Cruce Vía Circunvalar con la Vía Tom Hooker, las playas han disminuido su ancho considerablemente por la extracción de grandes cantidades de arena para la construcción y la pérdida de la misma sobre la vía circunvalar debido a la falta de vegetación que frene la acción del viento. Obras de protección de la vía, con enrocados y muros de contención han actuado provocando la desaparición de las playas al frente de ellos, dejando escarpes erosivos en su alrededor.

Sector Hotel Decamerón, se resalta la pérdida de la duna y por consiguiente de gran parte de la playa, con desarraigo de palmeras y escarpes erosivos que involucran la estabilidad de la vía.

Sound Bay, el sector frente al cementerio está parcialmente destruido por la erosión marina y la escorrentía; la carretera ha resultado afectada y las playas se perdieron completamente. En la playa de Sound Bay se observan algunas palmeras desarraigadas y un escarpe erosivo ahora suavizado. Más hacia el norte se presenta fuerte erosión, con restos de construcciones por lo que los pobladores se vieron obligados a retroceder porque el mar los golpeó fuertemente.

San Luis, muchas de las viviendas se encuentran sobre la plataforma acantilada a escasos 3 m del mar; la vía circunvalar localmente está afectada por la erosión marina, con socavación de sus bases.

Sprat Bight. Se observó erosión asociada al espolón que se encuentra frente al Hotel Tiuna; la playa de la Avenida Colombia, cuando termina la peatonal, se hace más estrecha al igual que cerca del aeropuerto donde la vía se encuentra a escasos 3 m de la línea de costa. En todo el recorrido se observa la arena acumulada en el muro que limita la peatonal y en la peatonal misma, debido a la falta de vegetación que sirva como pantalla para evitar su pérdida (Foto 7).

Islas de Providencia y Santa Catalina

Los procesos erosivos en los siguientes sitios se destacan por la importancia a nivel turístico o de vivienda:

En el sector de **Smoothwater Bay** la playa presenta erosión moderada a alta, con un escarpe de altura variable que ocurre especialmente cuando hay fenómenos fuertes como huracanes y tormentas en la isla.

En **Bottom House Bay** hace 20 años la playa tenía entre 20 y 30 m más que en la actualidad, pero se extrajo abundante arena para ser utilizada en la vía; actualmente se observan restos de pastos marinos y troncos de vegetación en posición de vida y caídos. Para proteger el sector del embate de las olas se han colocado piedras y otros objetos sin mayor éxito.

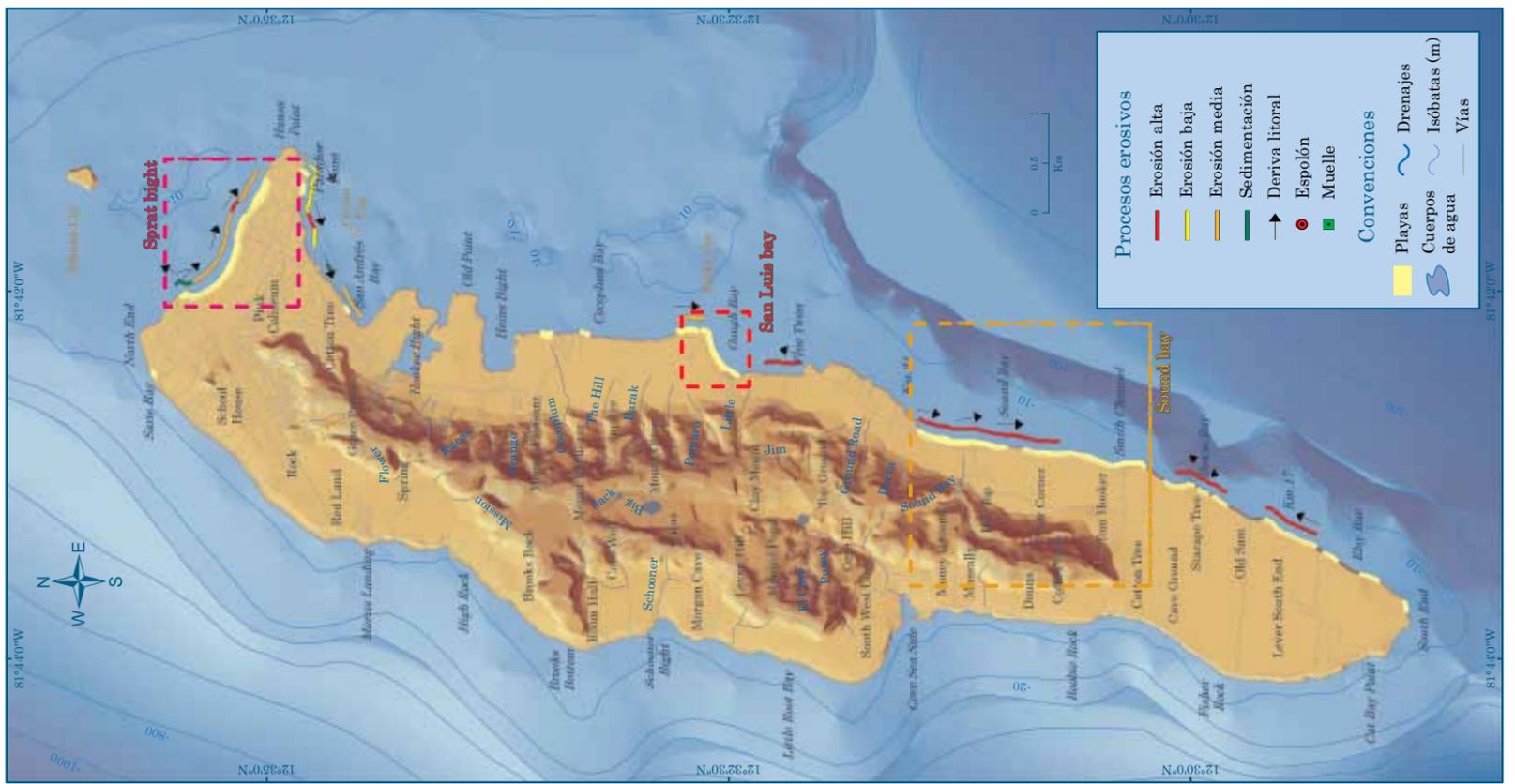
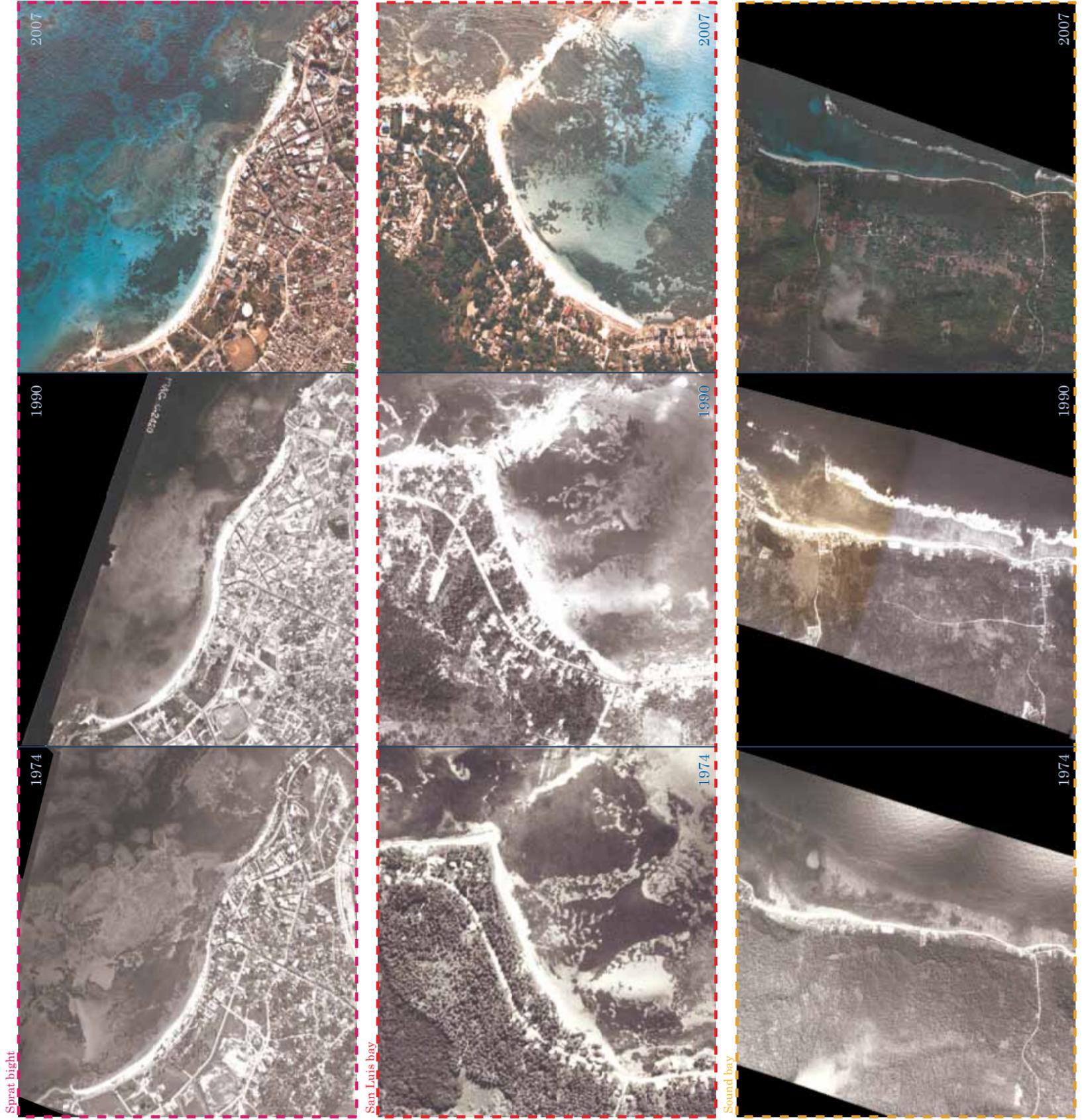
Manchineel Bay o de Manzanillo es una playa encajada entre acantilados; altamente intervenida en el costado norte, con vegetación y palmeras desarraigadas, y un escarpe de erosión de 50 cm que en otras temporadas del año alcanza hasta 1 m de altura. Hacia la parte central de la playa, no se evidencian tan marcados los indicios erosivos como en la parte norte, como tampoco en la parte sur donde la intervención antrópica es mínima comparada con el sector norte. La pérdida de ancho de la playa se debe a que el mar poco a poco se la ha llevado y formando bancos de arena mar adentro y a que constantemente se está sacando arena por parte de los pobladores.

Atlas de la Reserva de Biósfera Seaflower

Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina



Foto 7. Registro de procesos de erosión en algunos sectores de la isla de San Andrés. a) en San Luis cerca al Decamerón (Foto programa GEO-INVEMAR); b) y c) Sound Bay (Fotos: Elizabeth Taylor, CORALINA), d) Erosión presentada en Sound Bay frente al cementerio (Foto: Carolina Segura Q., INVEMAR), e) la Mansión (Cocoplum Bay) (Foto: programa GEO-INVEMAR)) f) en las playas de Rocky Cay (Foto: programa GEO-INVEMAR), g) Sector Free Town San Luis (Foto: Ángela C. López, INVEMAR), h) Erosión observada en Sprat Bight (Foto: Elizabeth Taylor, CORALINA); i) Vista de la playa de Sound Bay en el año 1970 (Fotos: Geister Archivo CORALINA).



MAPA 9. Mapa de la isla de San Andrés en donde se resaltan las áreas afectadas por procesos de erosión litoral y las obras de protección costera. Las flechas negras indican la deriva litoral que predomina alrededor de la isla. Imágenes IGAC: Vexcel ULTRACAM (2007) y fotos aéreas (1974 y 1990). (Modificado de Posada y Guzmán, 2007).

South West Bay o la playa del Suroeste se encuentra más intervenida y con mayores signos de erosión en su costado sur, donde se observa erosión con surcos y pequeños escarpes, acentuados en las épocas de lluvias. Hace 50 años era 30 – 40 m más amplia, especialmente en la parte sur, pero los vientos fuertes fueron llevándose las palmeras y formando escarpes de erosión. Adicionalmente, se extrajo de esta playa mucha arena para la construcción de la vía circunvalar y las construcciones del centro.

Fresh Water Bay se caracteriza en la sección sur por una pérdida importante de su amplitud, aunque no se observan signos de erosión muy marcados. Al norte la playa está altamente intervenida;

tiene entre 1 y 10 m de ancho y pequeños escarpes erosivos. En la época de vientos fuertes solía desaparecer completamente para luego recuperarse; sin embargo, desde hace tres años la playa no se ha vuelto a recuperar.

Sector Alan Bay con playas pequeñas encajadas y altamente intervenidas; múltiples estructuras y construcciones abandonadas o semidestruidas dan fe de los procesos erosivos intensos que ha habido en la zona, lo cual aparentemente ha estado cambiando.

Las playas en **Santa Catalina** son playas encajadas y con procesos erosivos relacionados con la escorrentía en los taludes que las preceden. Hay fuerte erosión asociada a un arroyo en Old John Bay (Foto 8).



Foto 8. Registros de los procesos erosivos en la zona litoral de la isla de Providencia. A. en Freshwater; B. en el sector de Old Town; C. en el sector noreste de acantilados; D. en las playas de Fort Bay (Fotos: programa GEO-INVEMAR).

Glosario

Vértico: De acuerdo con la clasificación genética francesa de los suelos, corresponden a los tipos vertisoles, los cuales presentan suelos con arcillas expansibles; incorporación profunda, por movimientos vérticos, de complejos organo-minerales muy estables y de color oscuro, que remobilizan y mezclan o pueden homogeneizar el perfil.

Atolón: Anillo coralino que encierra una laguna. Se origina por un hundimiento progresivo del fondo del mar y formación simultánea de un anillo de coral en la superficie.

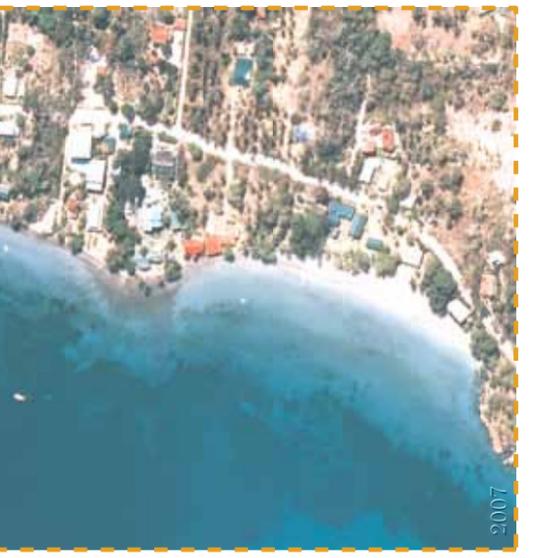
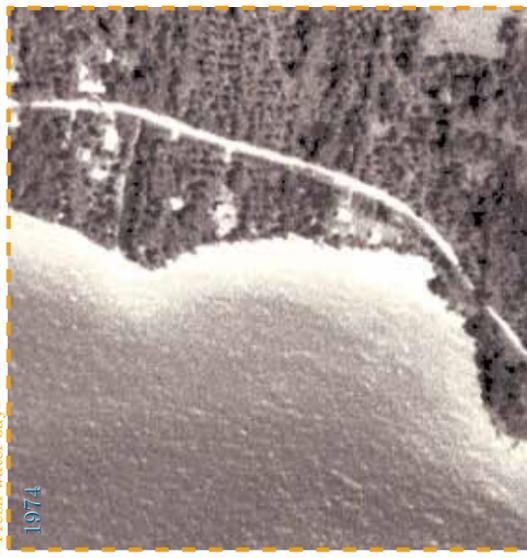
Graben: Depresión de forma alargada limitada por fallas más o menos paralelas elevadas

Equínidos: Género animal compuesto por más de 7.500 especies. Poseen simetría radial y su forma es generalmente estrellada o globosa. Principales tipos que existen: estrella de mar, cométula, holoturia y erizo de mar.

Foraminíferos: Rizópodos marinos unicelulares ricos en especies distintas. Poseen caparazones calizos, alargados, esféricos o de forma de caracol, provis-

tos de poros para la salida de los rizópodos, estos son el principal componente del lodo de globigerinas, depósitos grisáceos de las profundidades marinas, y los Nummulites.

Oolítico: Roca originada al cementarse granitos de estructura concéntrica o de fibras radiales; en la mayoría de los casos, se forman en la zona batida por el oleaje al depositarse, materias disueltas junto a núcleos de cristalización.



MAPA IC. Mapa de las islas de Providencia y Santa Catalina en donde se resaltan las áreas afectadas por procesos de erosión litoral y las obras de protección costera. Las flechas negras indican la deriva litoral que predomina alrededor de las islas. Imágenes IGAC: Vexcel ULTRACAM (2007) y fotos aéreas (1974 y 1990). (Modificado de Posada y Guzmán, 2007).



(Foto: Giovanna Peñaloza, CORALINA).

Caracterización climática del archipiélago de San Andrés y Providencia

Olga Cecilia González y Gonzalo Hurtado

Introducción

En las islas de San Andrés y Providencia, el clima es afectado por factores de macro y mesoescala, entre los cuales es importante citar los siguientes:

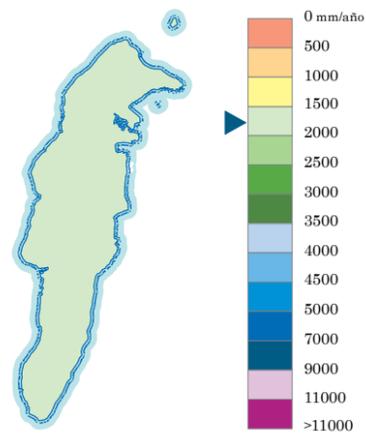
- Huracanes y ondas del Este en el Caribe: fenómenos que condicionan el tiempo atmosférico en la franja tropical. Generalmente se observan desde el mes de mayo hasta fines de noviembre. Las ondas del Este transcurren cada tres o cinco días. Son perturbaciones en el flujo de los Alisios que transitan desde las costas africanas hasta el océano Pacífico llevando consigo características de nubosidad y lluvias que causan gran variabilidad climática en Venezuela, Colombia y norte de Brasil, además de las islas y países del Caribe y Centroamérica.
- Zona de confluencia intertropical (ZCIT): formada por la convergencia de los vientos alisios del noreste y sureste. Esta franja se caracteriza por presentar abundante formación de nubes y pluviosidad. Se mueve durante todo el año en sentido latitudinal de norte a sur y viceversa; a principios de año se ubica hacia los cinco grados de latitud sur que es su posición más austral, y a mediados de años alcanza los diez o doce grados de latitud norte. Sin embargo, también presenta variaciones diarias, o bien, puede estacionarse varios días en una posición, generando gran variabilidad climática.
- Frentes de latitudes medias y altas: predominan en las latitudes altas de Norteamérica y su paso es el mayor generador de la variabilidad climática en todos los niveles temporales. En ocasiones, parte de estos sistemas ingresan a latitudes tropicales y generan intensas precipitaciones y caídas abruptas de temperatura que bajo ciertas circunstancias producen pérdidas en la agricultura y ganadería.

Distribución espacio-temporal de las variables climáticas

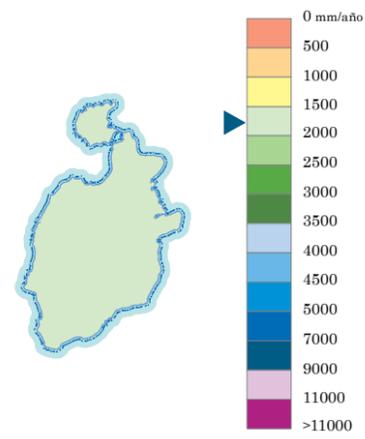
Precipitación

La precipitación promedio anual de la isla de San Andrés es de 1.898 mm (Mapas 11 a y b y 12; Tabla 1). El régimen de lluvias es monomodal, es decir, con un período lluvioso y un período seco durante el año. El período seco se extiende entre los meses de enero y abril con valores mínimos en el mes de marzo, de 24 milímetros (mm) en promedio. Los meses secos en conjunto, aportan en promedio un 10 % de las lluvias totales anuales. La temporada lluviosa comprende los meses de mayo a diciembre, con los mayores volúmenes de precipitación en el mes de octubre, cuando en promedio se alcanzan los 318 mm, que representan el 17% del total anual. Estos meses de lluvia aportan en conjunto el 90 % de la lluvia total anual.

En la isla de Providencia, se observa un comportamiento similar. El total de lluvia anual es de 1.635 mm (Mapa 11B y Tabla 1), distribuidos en dos temporadas. La temporada seca tiene lugar desde enero hasta el mes de abril y aporta un 11% de la lluvia total anual. El mes más seco es marzo con un promedio de 24 mm, que representa el 1% del total caído durante el año. La temporada lluviosa comprende el período de mayo a diciembre con máximos concentrados en los meses de octubre y noviembre, los cuales aportan en promedio 301 mm y 266 mm, respectivamente que representan un 18 y 16%, cada uno con respecto al total. El número de días con lluvia en Providencia en los meses secos oscila entre 8 en abril y 19 en enero. En los meses lluviosos de julio a diciembre, llueve entre 20 y 22 días.



MAPA 11A. Precipitación total anual en San Andrés.



MAPA 11B. Precipitación total anual en Providencia y Santa Catalina.

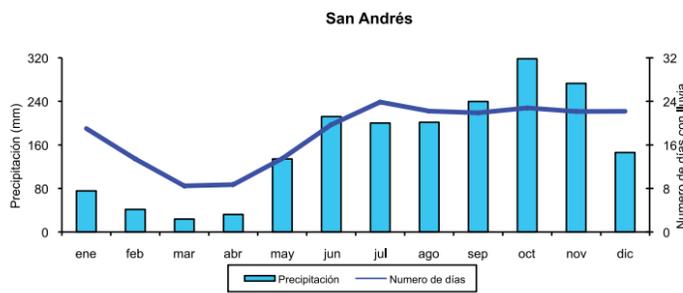


FIGURA 1. Histograma y línea de tendencia para precipitación en la isla de San Andrés.

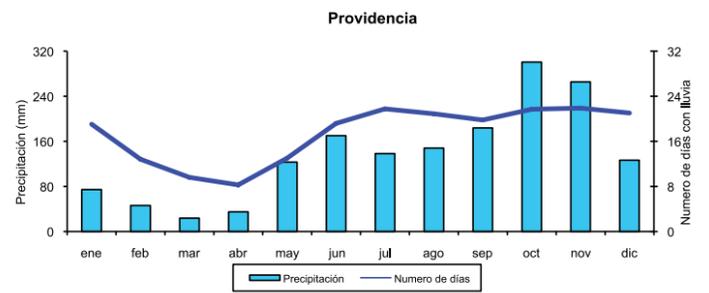
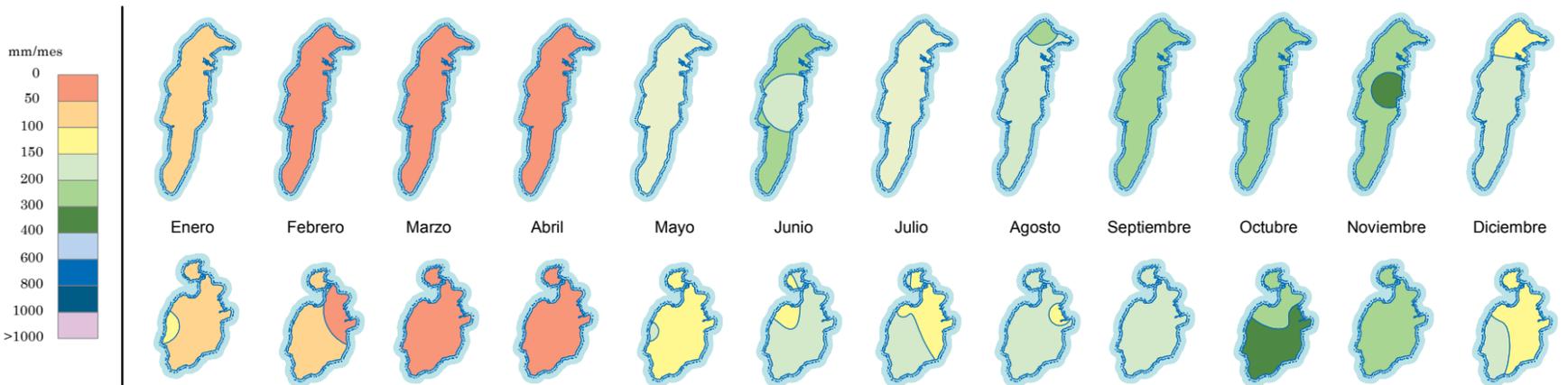


FIGURA 2. Histograma y línea de tendencia para precipitación en la isla de Providencia.

TABLA 1. Valores medios mensuales y anuales de precipitación.

Precipitación (mm)		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
Aeropuerto Rojas Pinilla	San Andrés	76	41	24	32	134	212	200	201	240	318	273	146	1.898
Aeropuerto El Embrujo	Providencia	74	46	24	35	123	170	138	148	184	301	266	127	1.635



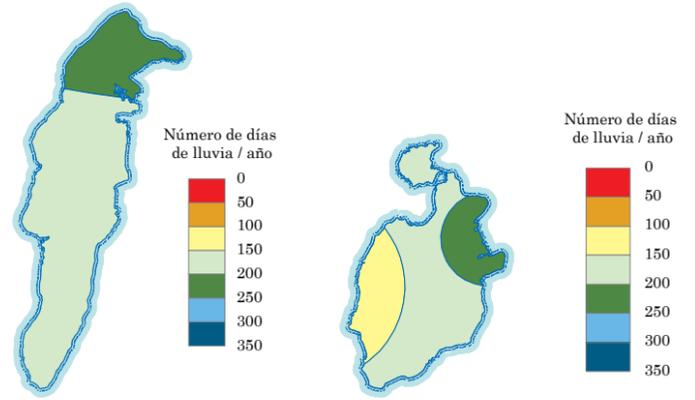
MAPA 12. Mosaico precipitación total media mensual en San Andrés, Providencia y Santa Catalina.

Días de lluvia (días de humedad)

El número de días con lluvia durante el año es en promedio de 218. En los meses secos, de marzo y abril, llueve entre 8 y 10 días, cada mes. En los meses lluviosos, se registran más de 20 días con lluvia en promedio (Mapa 13 a y b y Tabla 2).

A nivel espacial, no se aprecia un patrón muy definido en la distribución de las lluvias a lo largo de las islas, debido principalmente a la ausencia de datos, por falta de equipos distribuidos en diversas partes de las islas. Sin embargo, puede percibirse que la distribución sobre la isla de San Andrés es aproximadamente homogénea, mientras que en la isla de Providencia, el sector SW tiende a ser levemente más lluvioso en ciertas épocas del año.

Los valores extremos representados por las lluvias máximas en 24 horas, tienden a presentar grandes variaciones intermensuales e interanuales. Este hecho se explica por el efecto de fenómenos tales como los frentes de latitudes medias y el paso ocasional de huracanes por el Caribe, los cuales producen lluvias y tormentas de extrema intensidad. Analizando la serie histórica, se observa una lluvia máxima de 287mm en un solo día, registrada en el aeropuerto de San Andrés en noviembre de 1972 y similar magnitud ocurrida en octubre de 1993, en Providencia.



MAPA 13A. Número de días con lluvia total anual en San Andrés.

MAPA 13B. Número de días con lluvia total anual en Providencia y Santa Catalina.

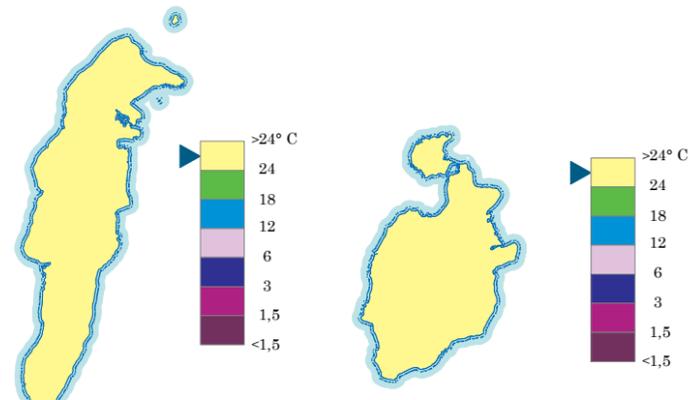
TABLA 2. Valores medios mensuales y anuales de días de lluvia.

Número de días con lluvia		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
Aeropuerto Rojas Pinilla	San Andrés	19	13	8	9	14	20	24	22	22	23	22	22	218
Aeropuerto El Embrujado	Providencia	19	13	10	8	13	19	22	21	20	22	22	21	209

Temperatura

La temperatura media anual del aire en la isla de San Andrés es de 27,4 °C. Durante el año se presenta una escasa oscilación intermensual, ya que el mes de menores temperaturas es febrero con 26,6°C y el mes más cálido es junio con 28°C. Durante el día, la temperatura en promedio puede oscilar entre 25 y 30° C, tendiendo a ser ligeramente más baja durante los meses secos de principios de año. Ocasionalmente se pueden presentar temperaturas mínimas cercanas a los 20°C, debido a la influencia de frentes de latitudes medias (Mapa 14 a, Tabla 3, Figura 3).

En la Isla de Providencia, la temperatura tiende a ser ligeramente más alta, alcanzando un promedio anual de 30°C. Igual tendencia se observa en las temperaturas máximas y mínimas las cuales en promedio pueden estar entre 0,3 y 0,5°C más altas con respecto a las registradas en San Andrés (Mapa 14b, Figura 4).



MAPA 14A. Temperatura media anual en San Andrés.

MAPA 14B. Temperatura media anual en Providencia y Santa Catalina.

TABLA 3. Valores medios mensuales y anuales de temperatura.

Temperatura media (°C)		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
Aeropuerto Rojas Pinilla	San Andrés	26,7	26,6	26,9	27,4	27,9	28,0	27,9	27,9	27,8	27,6	27,4	27,1	27,4
Aeropuerto El Embrujado	Providencia	26,6	26,5	26,8	27,4	28,0	28,1	28,1	28,1	27,9	27,5	27,4	27,0	27,4
Temperatura máxima media (°C)		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
Aeropuerto Rojas Pinilla	San Andrés	28,6	28,7	29,2	29,7	30,1	30,0	29,8	30,1	30,3	30,1	29,6	29,0	29,6
Aeropuerto El Embrujado	Providencia	28,9	29,1	29,6	30,2	30,5	30,5	30,3	30,6	30,7	30,3	30,0	29,4	30,0
Temperatura mínima media (°C)		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
Aeropuerto Rojas Pinilla	San Andrés	25,0	24,8	25,0	25,6	26,1	26,1	26,0	26,1	26,0	25,5	25,6	25,2	25,6
Aeropuerto El Embrujado	Providencia	24,9	24,8	25,0	25,9	26,3	26,6	26,4	26,4	25,8	25,4	25,5	25,4	25,7
Temperatura máxima absoluta (°C)		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
Aeropuerto Rojas Pinilla	San Andrés	29,7	29,7	30,5	30,9	31,5	31,3	31,0	31,3	31,4	31,4	30,9	30,1	31,5
Aeropuerto El Embrujado	Providencia	29,6	30,0	30,7	31,3	31,7	31,5	31,2	31,6	31,9	31,4	31,0	30,4	31,9
Temperatura mínima absoluta (°C)		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
Aeropuerto Rojas Pinilla	San Andrés	22,2	22,8	22,9	23,7	23,6	23,5	23,1	23,3	23,5	23,2	23,2	22,9	22,2
Aeropuerto El Embrujado	Providencia	22,0	21,7	21,1	23,4	23,9	23,7	23,9	23,7	23,2	23,0	22,6	22,7	21,1

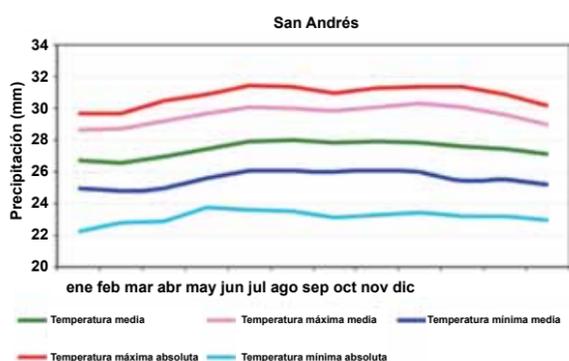


FIGURA 3. Temperaturas registradas para San Andrés Isla.

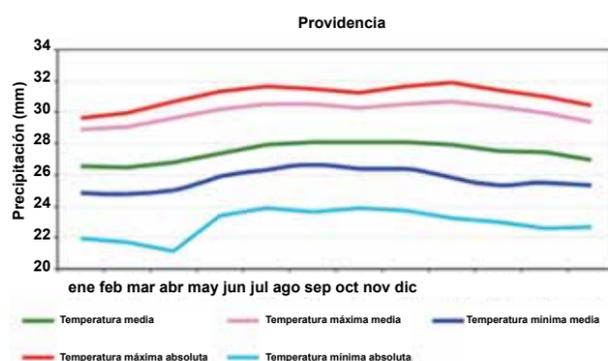
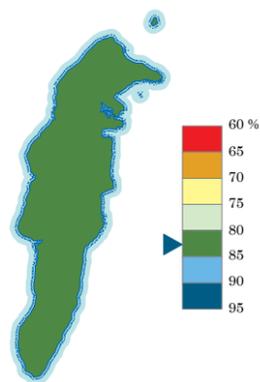


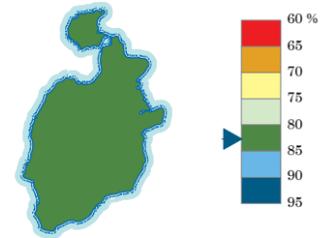
FIGURA 4. Temperaturas registradas isla de Providencia.

Humedad relativa



MAPA 15A. Humedad relativa promedio en San Andrés.

La atmósfera de las islas es típicamente tropical con altas humedades durante la mayor parte del año. La humedad relativa promedio oscila entre 79 y 83% en la isla de San Andrés y entre 76 y 83% en la isla de Providencia. Los meses de la temporada seca registran en promedio una humedad relativa levemente más baja. El resto del año la humedad relativa es casi constante, con valores entre 81 y 83% (Mapa 15 a y b, Tabla 4).

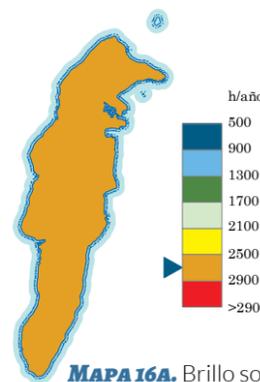


MAPA 15B. Humedad relativa promedio en Providencia y Santa Catalina.

TABLA 4. Valores medios mensuales y anuales de humedad relativa

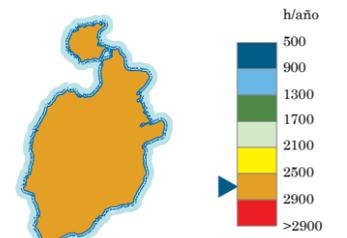
Humedad relativa (%)		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
Aeropuerto Rojas Pinilla	San Andrés	80	79	78	79	82	84	83	83	83	83	83	81	82
Aeropuerto El Embrujado	Providencia	78	77	76	77	80	81	80	81	82	83	81	80	80

Brillo solar



MAPA 16A. Brillo solar total anual en San Andrés.

El brillo solar es de 2.664 horas anuales equivalentes a 7,3 horas por día, en San Andrés, y de 2.592 horas por año en Providencia, 7,1 horas por día, en promedio. Los meses de marzo y abril presentan los mayores valores, entre 275 y 282 horas por mes en la isla de San Andrés y entre 257 y 260 horas por mes en la isla de Providencia, mientras que los mínimos se registran en San Andrés en el mes de junio con 183 horas al mes y en Providencia con 181 horas en el mes de noviembre (Mapa 16 a y b, Tabla 5, Figuras 5 y 6).



MAPA 16B. Brillo solar total anual en Providencia y Santa Catalina.

TABLA 5. Valores medios mensuales y anuales de brillo solar.

Brillo solar (horas)		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
Aeropuerto Rojas Pinilla	San Andrés	253	238	282	275	241	183	192	216	192	188	190	215	2.664
Aeropuerto El Embrujado	Providencia	230	226	260	257	233	187	210	232	196	188	181	191	2.592

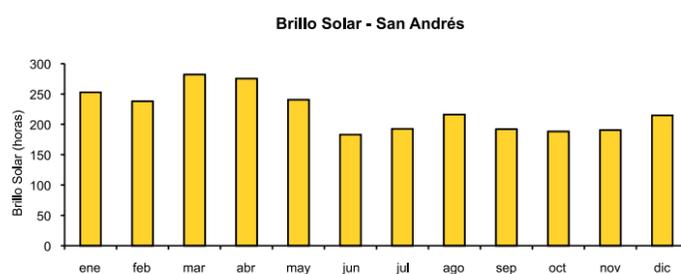


FIGURA 5. Histograma brillo solar isla de San Andrés.

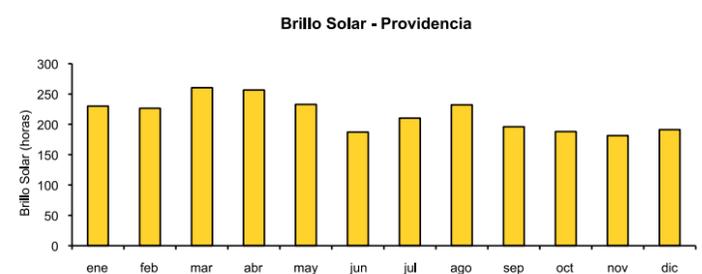
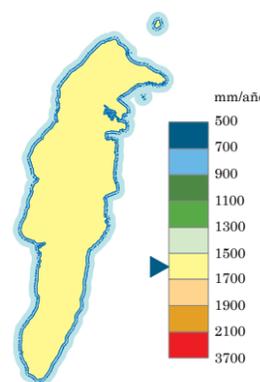


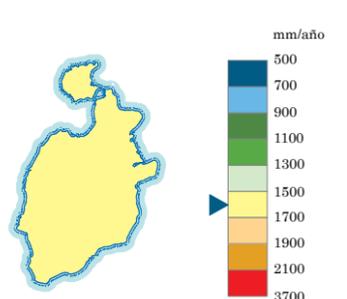
FIGURA 6. Histograma brillo solar isla de Providencia.

Evaporación



MAPA 17A. Evaporación total anual en San Andrés.

La evaporación registra los mayores valores en los primeros meses del año, con cantidades oscilando alrededor de los 5 mm diarios. En los meses lluviosos, estos valores descienden hasta los 4 mm y en los meses de octubre y noviembre se registran incluso valores cercanos a los 3 mm diarios. Al comparar con la precipitación media, estas magnitudes se reflejan en un período predominantemente deficitario ubicado en el primer semestre y un segundo semestre con buena disponibilidad hídrica (Mapa 17 a y b, Figuras 7 y 8, Tabla 6).



MAPA 17B. Evaporación total anual en Providencia y Santa Catalina.

TABLA 6. Valores medios mensuales y anuales de evaporación.

Evaporación (mm)		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
Aeropuerto Rojas Pinilla	San Andrés	164,3	125,2	159,7	151,7	136,3	126,3	131,4	130,1	113,9	104,9	98,3	111,0	1.553,1
Aeropuerto El Embrujado	Providencia	114,7	119,9	148,2	163,2	164,4	159,1	124,2	119,1	124,6	101,7	90,0	107,0	1.536,1

Velocidad y dirección de los vientos

El Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina está localizado bajo la influencia de los vientos alisios del NE, los cuales se caracterizan por ser en general débiles y con alta persistencia. Su velocidad promedio durante el año es de 4,5 m/s (16,4 km/h), tendiendo a ser más débiles en los meses de septiembre y octubre y más fuertes a principios de año y en el mes de julio.

A nivel horario, los vientos más fuertes se presentan durante el mes de julio, de 9 a 11 de la mañana (6 a 7 m/s), y los más débiles en horas de la madrugada en el mes de septiembre (2 a 3 m/s). La dirección predominante es NE, durante casi todo el año, con excepción de los meses de junio, julio y septiembre, en los cuales la dirección es de componente E (Tabla 7, Figuras 9, 10 y 11).

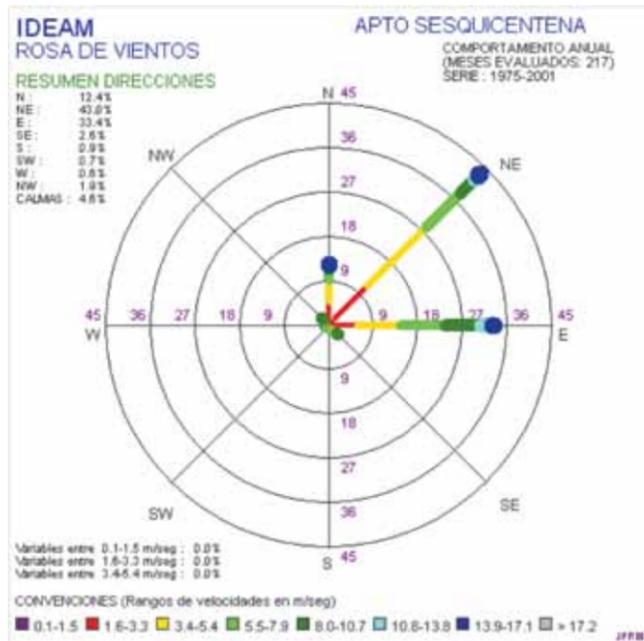


FIGURA 9. Rosa de vientos de la isla de San Andrés.



FIGURA 10. Rosa de vientos de la isla de Providencia.

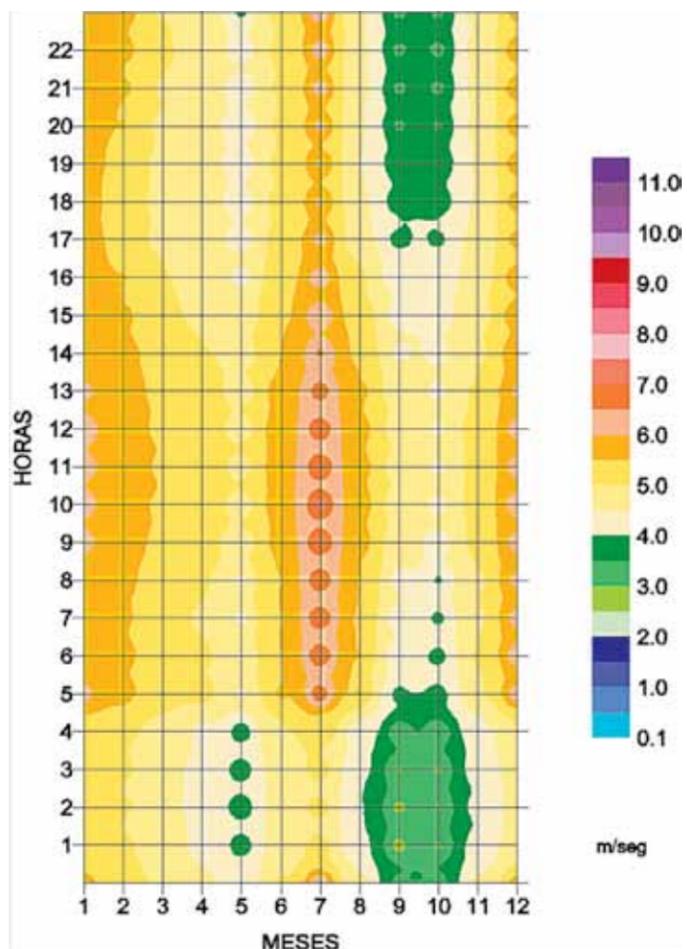
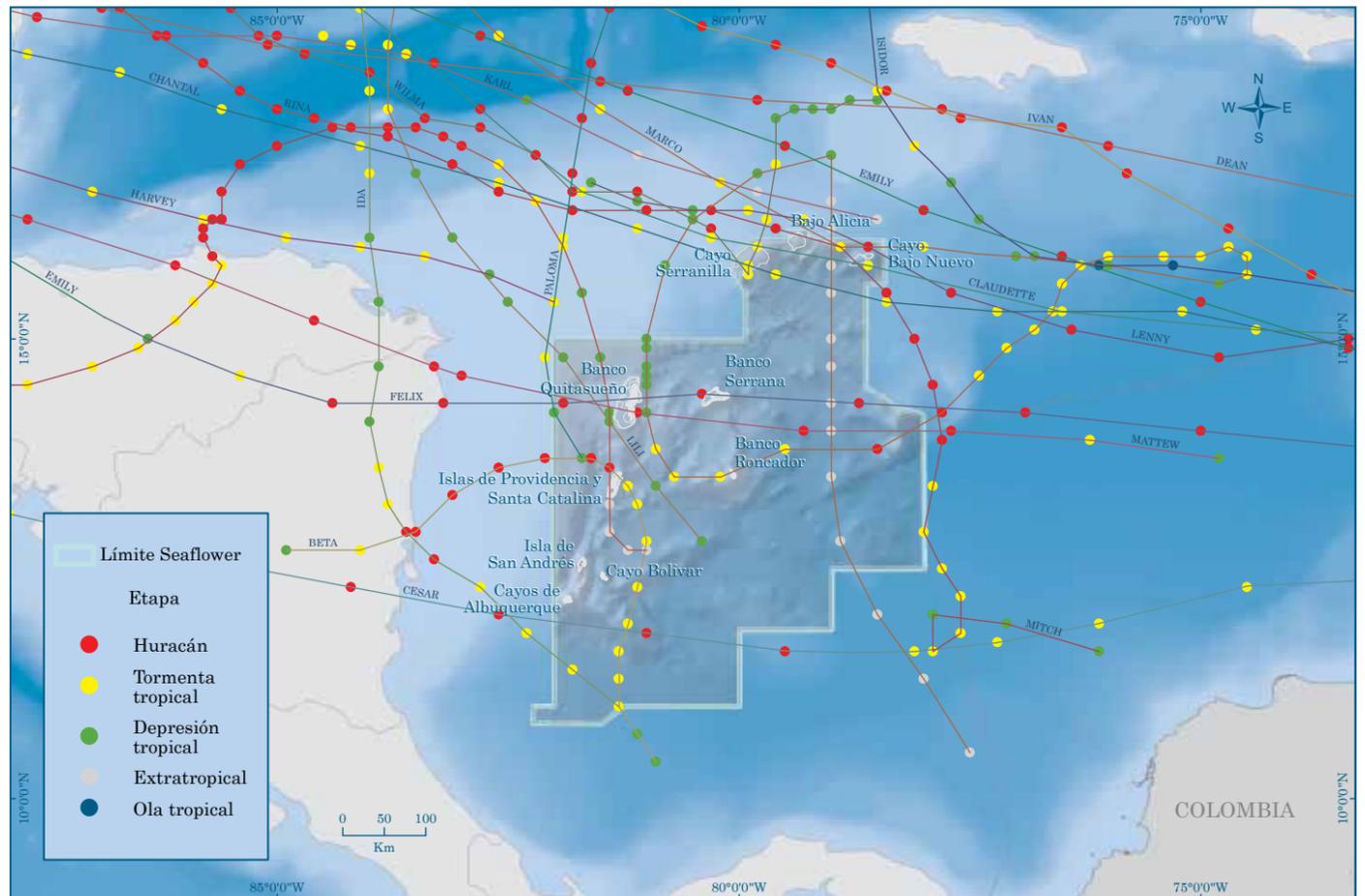


FIGURA 11. Isopleta de distribución horaria de los vientos, representativa de las islas de San Andrés y Providencia.

Viento medio		Aeropuerto Rojas Pinilla		Aeropuerto El Embrujo	
ene	Dir.	NE		Dir.	NE
	Vel.	m/s	5,1	Vel.	m/s
feb	Dir.	NE		Dir.	NE
	Vel.	m/s	5,0	Vel.	m/s
mar	Dir.	NE		Dir.	NE
	Vel.	m/s	4,5	Vel.	m/s
abr	Dir.	NE		Dir.	NE
	Vel.	m/s	4,4	Vel.	m/s
may	Dir.	NE		Dir.	NE
	Vel.	m/s	4,1	Vel.	m/s
jun	Dir.	E		Dir.	NE
	Vel.	m/s	4,9	Vel.	m/s
jul	Dir.	E		Dir.	NE
	Vel.	m/s	6,0	Vel.	m/s
ago	Dir.	NE		Dir.	NE
	Vel.	m/s	4,7	Vel.	m/s
sep	Dir.	E		Dir.	NE
	Vel.	m/s	3,2	Vel.	m/s
oct	Dir.	NE		Dir.	NE
	Vel.	m/s	3,2	Vel.	m/s
nov	Dir.	NE		Dir.	NE
	Vel.	m/s	4,2	Vel.	m/s
dic	Dir.	NE		Dir.	NE
	Vel.	m/s	5,1	Vel.	m/s
Anual	Dir.	NE		Dir.	NE
	Vel.	m/s	4,5	Vel.	m/s

TABLA 7. Velocidad media del viento y dirección predominante en las islas de San Andrés y Providencia.



MAPA 18. Trayectoria y etapas de huracanes y tormentas tropicales en el área de la Reserva de Biósfera Seaflower, archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, para el periodo 1996 a 2011 (Tomado de NOAA, 2012).

Huracanes

A pesar de que eventualmente se presentan en los meses de diciembre o mayo, oficialmente la temporada de huracanes en el Atlántico, golfo de México y mar Caribe tiene lugar entre el 1 de junio y el 30 de noviembre. En el periodo de agosto a octubre se han presentado el 80% de los casos de tormentas y huracanes y el 94% de huracanes intensos (categorías 3, 4 y 5), caracterizándose el mes de septiembre por tener la mayor ocurrencia de casos de tormentas tropicales (34%), de huracanes (39%) y de huracanes intensos (categorías 3, 4 y 5) (49%).

Dentro del área marítima de Colombia y zonas de influencia, delimitadas por los meridianos 54°W y 84°W entre los paralelos 9°N y 18°N y con base en datos históricos entre 1851-2011, se registraron 473 ciclones tropicales, de los cuales, el 12% correspondieron a depresiones tropicales (37 a 62km/hr), el 40% a tormentas tropicales (63 a 117 km/hr) y el 48% a huracanes (más de 118 km/hr), de estos últimos el 73% fueron de categoría 1 y 2 (118 a 177 km/hr) y un 5% fueron de la máxima y destructora categoría 5 (más de 250 km/hr).

En cercanías del territorio de Colombia (insular y continental) en el Caribe y en los últimos 60 años, han pasado 30 ciclones con nombre, los cuales se relacionan en la Tabla 8, su trayectoria y etapas se representan en el Mapa 18.

TABLA 8. Huracanes y tormentas tropicales registrados en el área del Archipiélago en los últimos 60 años (A partir de 1996) (NOAA, 2012).

Nombre	Fecha	Tipo
Fox	oct-52	Huracán categoría 1
Carla	sep-61	Tormenta tropical
Hattie	oct-61	Huracán categoría 3
Alma	jun-66	Huracán 1
Beulah	sep-67	Huracán categoría 4
Alma	may-70	Huracán categoría 1
Edith	sep-71	Huracán categoría 5
Gilbert	sep-88	Huracán categoría 5
Bret	ago-93	Tormenta Tropical
Joan	Octubre 1988	Huracán
Cesar	27/08/1996	Huracán
Lili	14/10/1996	Huracán
Marco	16/11/1996	Huracán
Mitch	05/11/1998	Huracán
Lenny	13/11/1999	Huracán
Chantal	01/08/2001	Huracán
Isidor	01/09/2002	Huracán
Claudette	01/07/2003	Tormenta tropical
Ivan	02/09/2004	Huracán
Emily	11/07/2005	Huracán
Wilma	15/10/2005	Huracán
Beta	26/10/2005	Huracán
Dean	13/08/2007	Huracán
Felix	31/08/2007	Huracán
Paloma	05/11/2008	Huracán
Ida	04/11/2009	Huracán
Karl	14/09/2010	Huracán
Matthew	23/09/2010	Huracán
Harvey	19/08/2011	Tormenta tropical
Rina	23/10/2011	Huracán

Oceanografía del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina

Carlos Alberto Andrade-Amaya

Las islas, cayos, bancos y arrecifes que forman el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina se ubican en un eje, orientado de noreste a suroeste y con una longitud de 285 millas aproximadamente. Sus extremos son el bajo Alicia por el norte ($16^{\circ}15'N - 79^{\circ}23'W$) y los cayos Albuquerque por el Sur ($12^{\circ}07'N - 81^{\circ}52'2''W$).

Temperatura oceánica

En la zona de San Andrés se estima una temperatura media de la superficie del mar entre los 26 y $29,5^{\circ}C$ alcanzando unos $27^{\circ}C$ hacia los 100 m de profundidad. Estas condiciones térmicas se consideran óptimas para el desarrollo de corales formadores de arrecifes dado que la variación anual de las temperaturas está entre los 2 y $3^{\circ}C$ (Mapa 19).

Los perfiles verticales presentan una termoclina (límite entre dos masas de agua de diferente temperatura) caracterizada por un gradiente vertical no muy fuerte cuya profundidad varía estacionalmente, encontrándose durante la época húmeda hasta los 50 metros y prácticamente desapareciendo durante la seca. La temperatura de la masa de agua central baja de manera rápida hasta alrededor de $10^{\circ}C$ en los 500 m de profundidad. El gradiente térmico se hace más abrupto en las aguas intermedias hasta alcanzar valores alrededor de

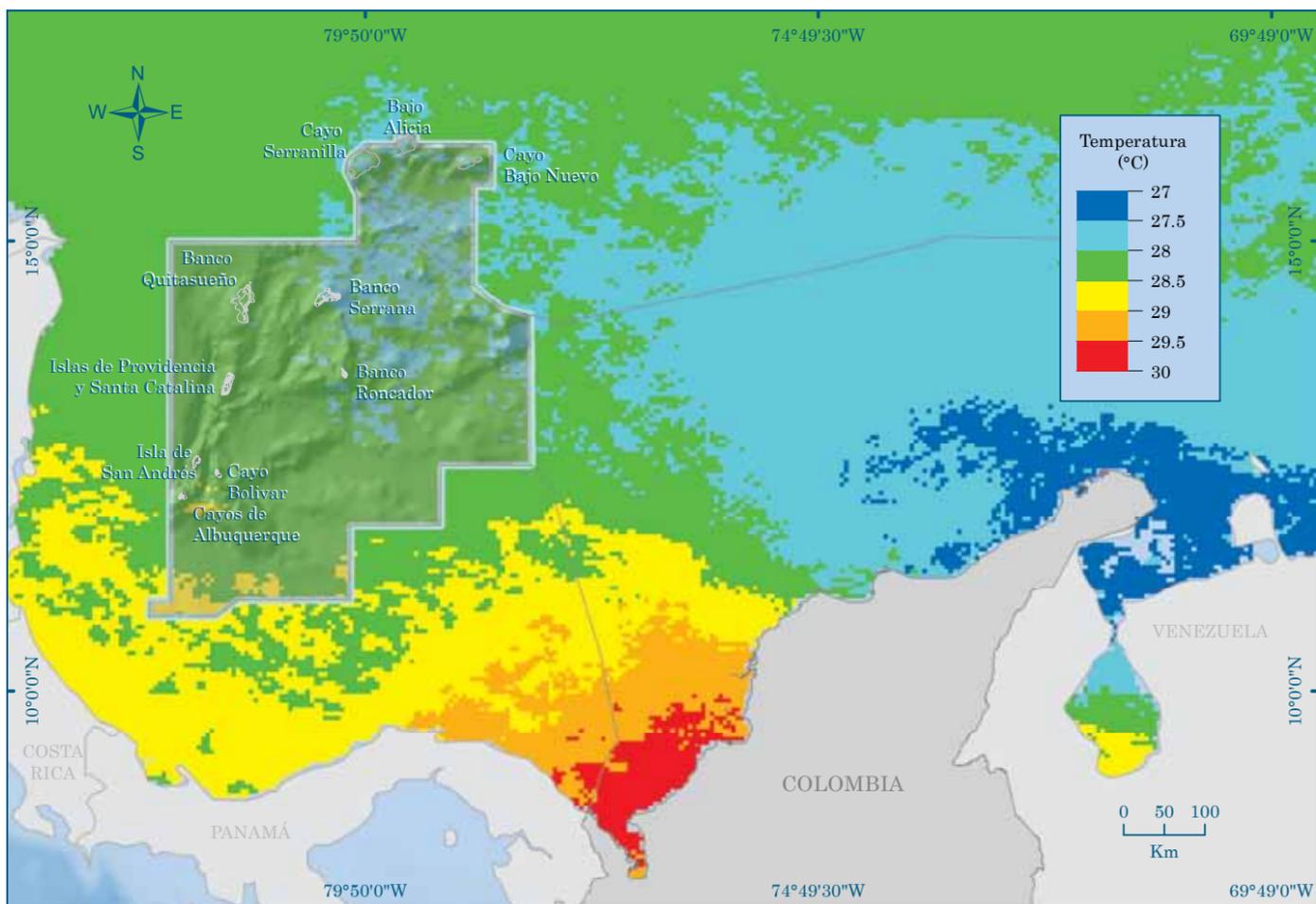
$5^{\circ}C$ en profundidades de 900 m. En adelante la temperatura de las aguas profundas desciende muy poco y no es menor de $4^{\circ}C$ (Figura 1).

La distribución horizontal de la temperatura superficial en el área del Archipiélago es de alrededor de $28^{\circ}C$, pero está modulada por el esfuerzo del viento que tiene efectos importantes en las aguas de la Guajira y alcanzan a llegar al Caribe occidental (Andrade, 2009).

Salinidad

La capa superficial, de pocos metros de profundidad, presenta salinidades inferiores a los $35,5$ UPS (unidades prácticas de salinidad), relacionadas con las desembocaduras de los ríos Orinoco, Amazonas y Magdalena a la cuenca del Caribe y con las precipitaciones. La salinidad de las capas centrales es máxima alrededor de los 150 m de profundidad en el área y alcanza valores cercanos a 37 UPS. En las capas intermedias la salinidad es mínima, con valores alrededor de $34,7\%$ o en profundidades que pueden alcanzar los 800 m. En las aguas más profundas la salinidad aumenta ligeramente y permanece muy cercana a $34,9$ UPS (Figura 2).

De acuerdo con Andrade (2009), la distribución horizontal de la salinidad superficial en el área del Archipiélago responde al fuerte gradiente zonal producido en el Caribe Suroccidental, debido principalmente a la escorrentía producto de la intensa precipitación que ocurre en esa zona (Mapa 20).



MAPA 19. Temperatura superficial del océano, julio de 2004 (Tomado de Ocean Color Project).

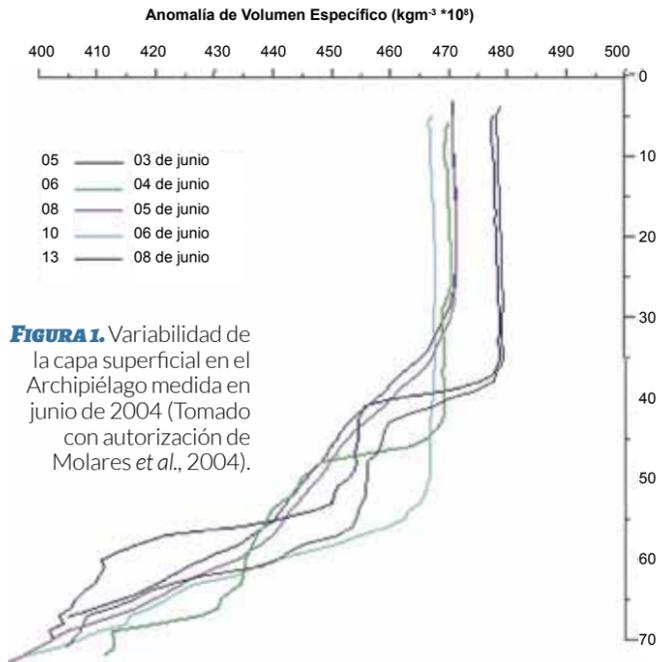


FIGURA 1. Variabilidad de la capa superficial en el Archipiélago medida en junio de 2004 (Tomado con autorización de Molares et al., 2004).

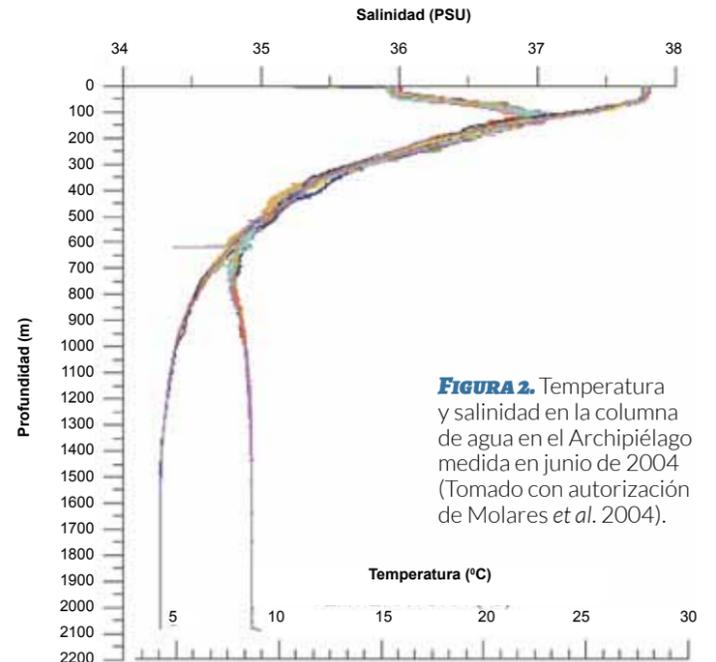


FIGURA 2. Temperatura y salinidad en la columna de agua en el Archipiélago medida en junio de 2004 (Tomado con autorización de Molares et al. 2004).

MAPA 20. Perfiles de salinidad en aguas superficiales (Tomado con autorización de Molares et al. 2004).

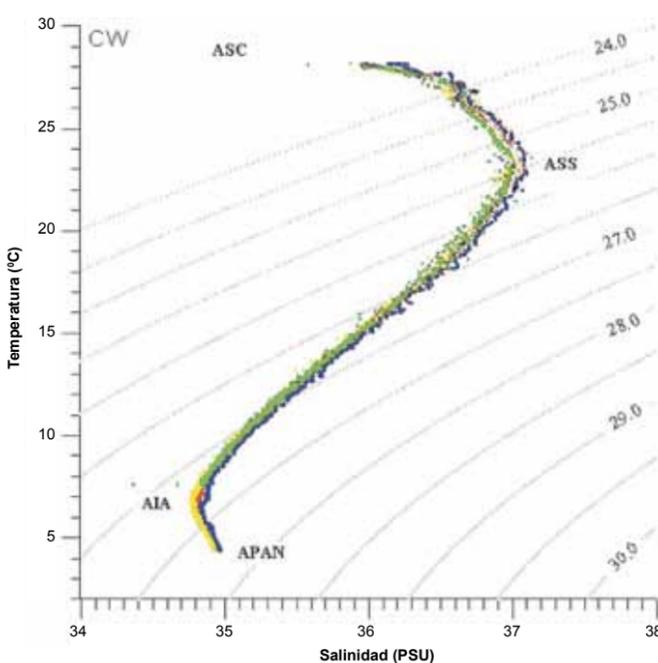
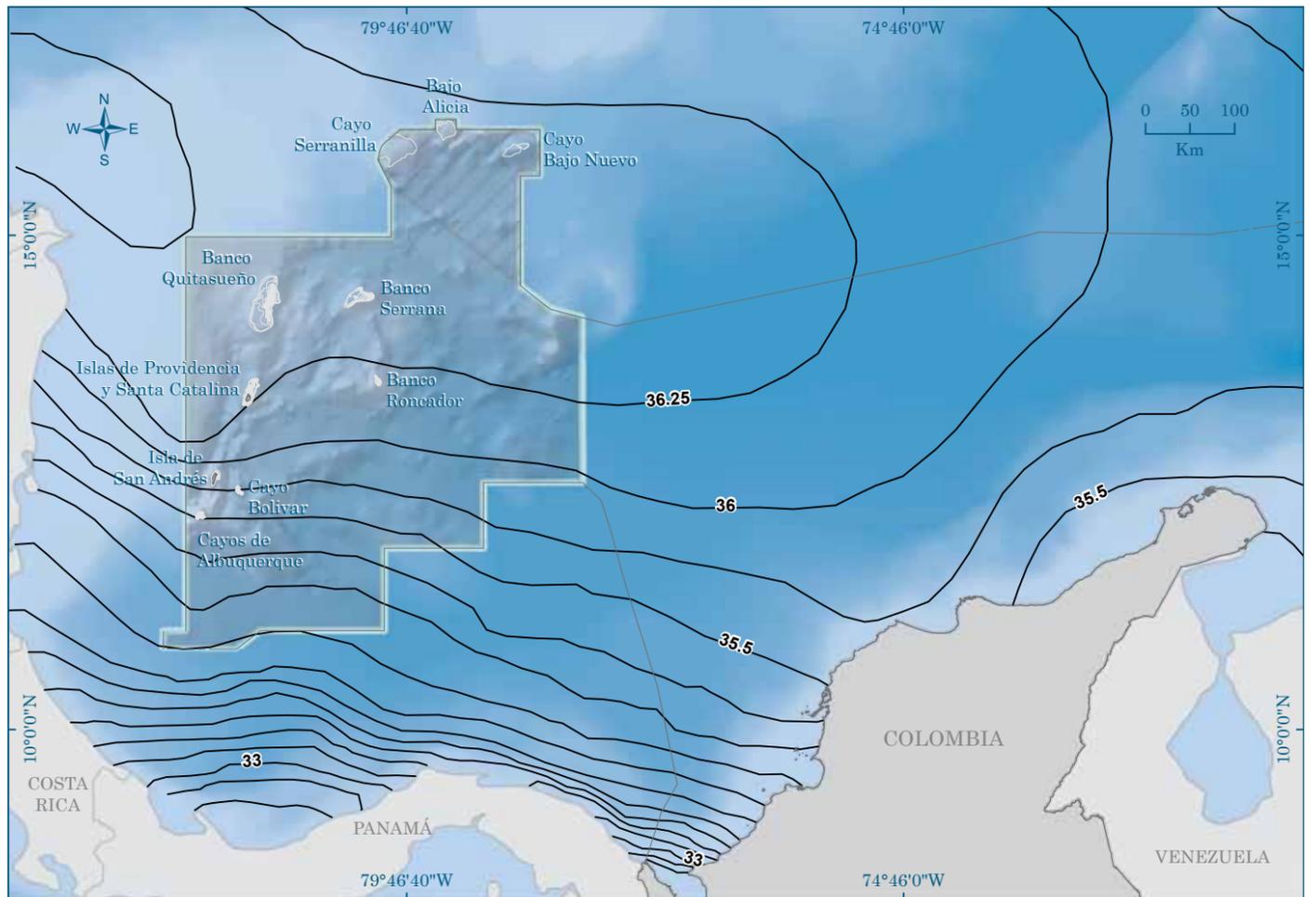


FIGURA 3. Termohalina mostrando masas de agua presentes en la depresión Providencia (Tomado con autorización de Molares et al. 2004).

Masas de agua

En el Archipiélago se encuentra una primera masa de agua superficial del Caribe (ASC) que llega hasta una profundidad de 50 a 75 m y se caracteriza por su baja salinidad. Una segunda masa se encuentra presente llamada agua subsuperficial subtropical (ASS), con un máximo de salinidad entre los 150 y 200 m, seguido por una masa conocida como agua intermedia subantártica (AIA) que tiene el mínimo de salinidad entre los 600 y 900 m; y finalmente, en las secciones más profundas se encuentra la masa de agua profunda del Atlántico Norte (NADW) (Figura 3).

Oxígeno disuelto

El oxígeno disuelto en superficie se encuentra alrededor de los 6,4 mg/l y desciende hasta la base de la capa de mezcla hasta los 200 y 700 m de profundidad donde se encuentran los valores más bajos en la concentración del oxígeno, alcanzando un mínimo alrededor de 3,55 mg/l. A partir de los 700 m de profundidad, se presenta un aumento en la concentración del oxígeno alcanzando el máximo de 6,84 mg/l. En la zona profunda, desde los 1.500 m hasta los 2.400 m, la concentración se mantiene sin mayores variaciones, con valores cercanos a 5,80 mg/l (Figura 4).

El oxígeno disuelto en la columna de agua tiene valores del orden de 5 ml/l en la capa de mezcla, y se reduce paulatinamente hasta ser menor de 3 ml/l alrededor de los 600 m de profundidad en el núcleo del agua intermedia antártica y vuelve a aumentar hasta los 2000 m de profundidad donde vuelven a encontrar valores del orden de 5 ml/l característico del agua profunda del Atlántico Norte (Garay *et al.*, 1988).

Batimetría

El relieve del Archipiélago está compuesto por una gran cantidad de accidentes submarinos importantes. La plataforma insular es independiente de la continental centroamericana, separada de esta por profundidades de hasta 2.200 m. En la depresión localizada al Oeste de la isla de Providencia, condición que las convierte en islas oceánicas, siendo su menor distancia a la masa continental de

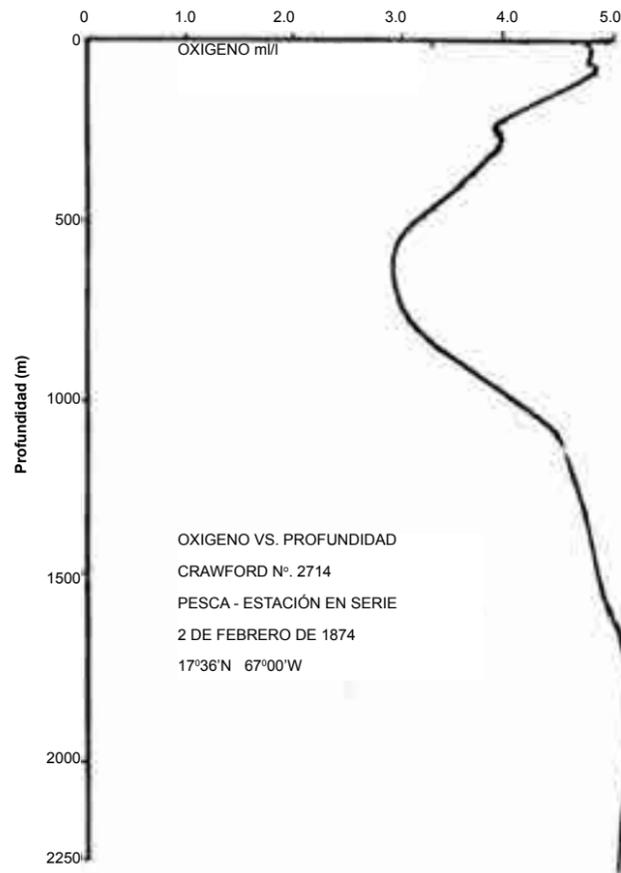
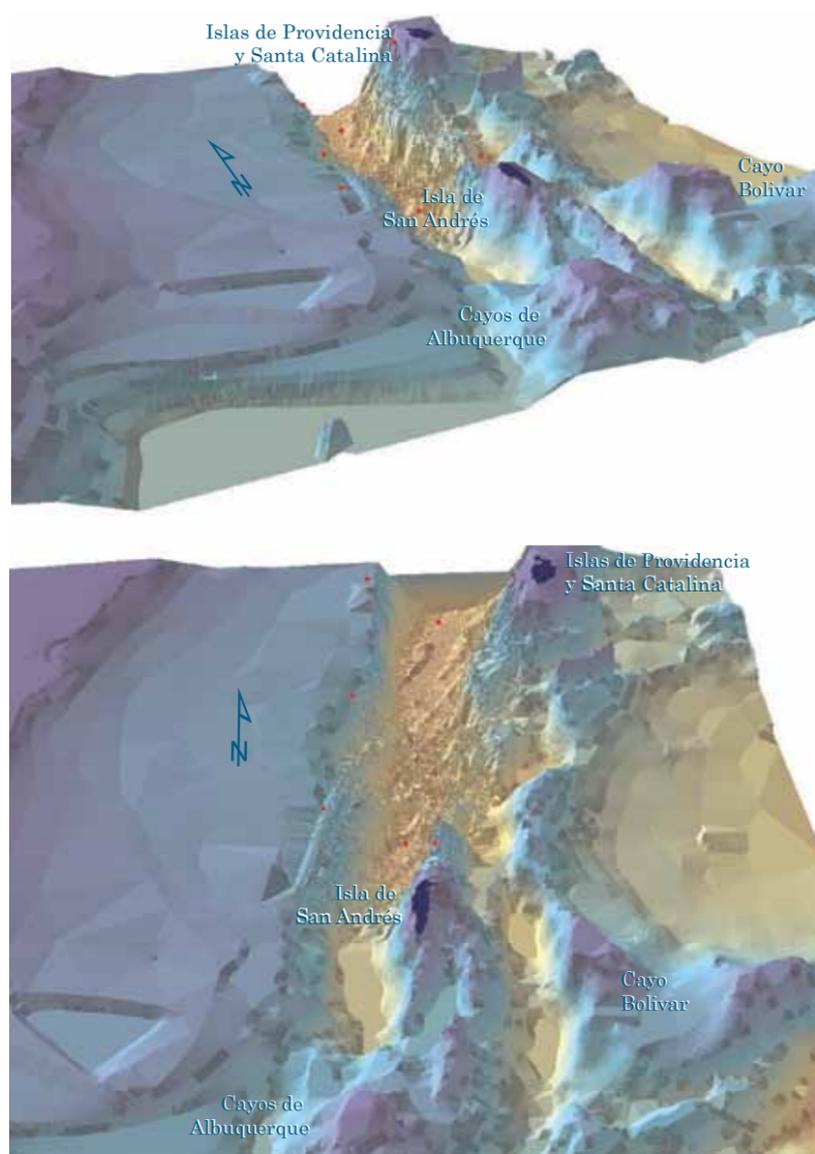
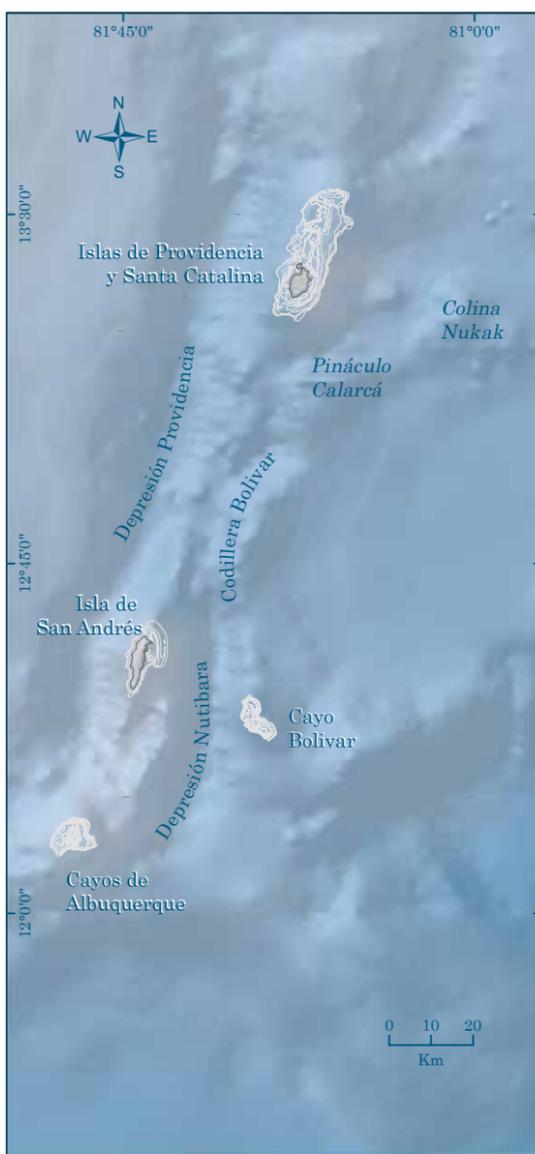
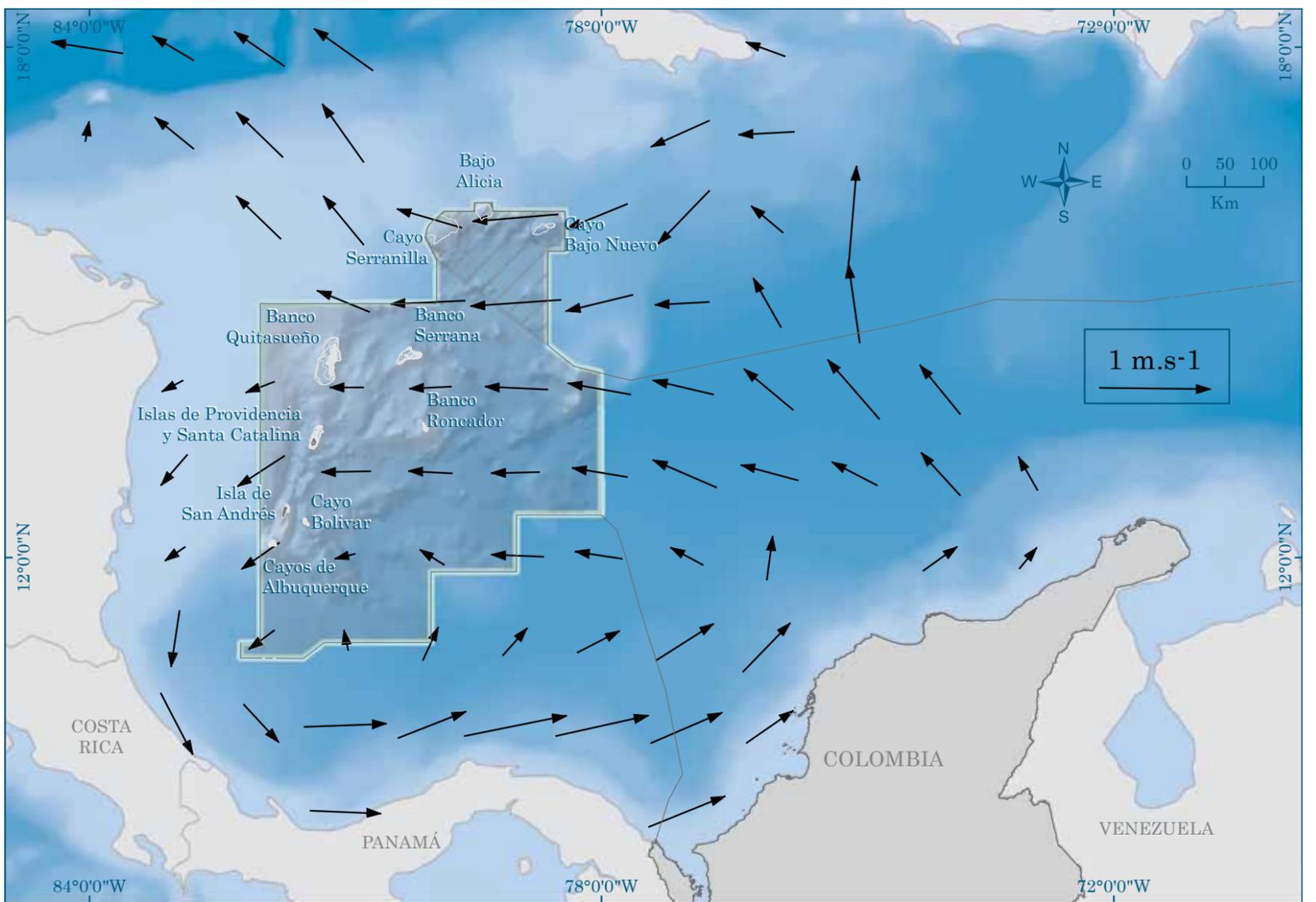
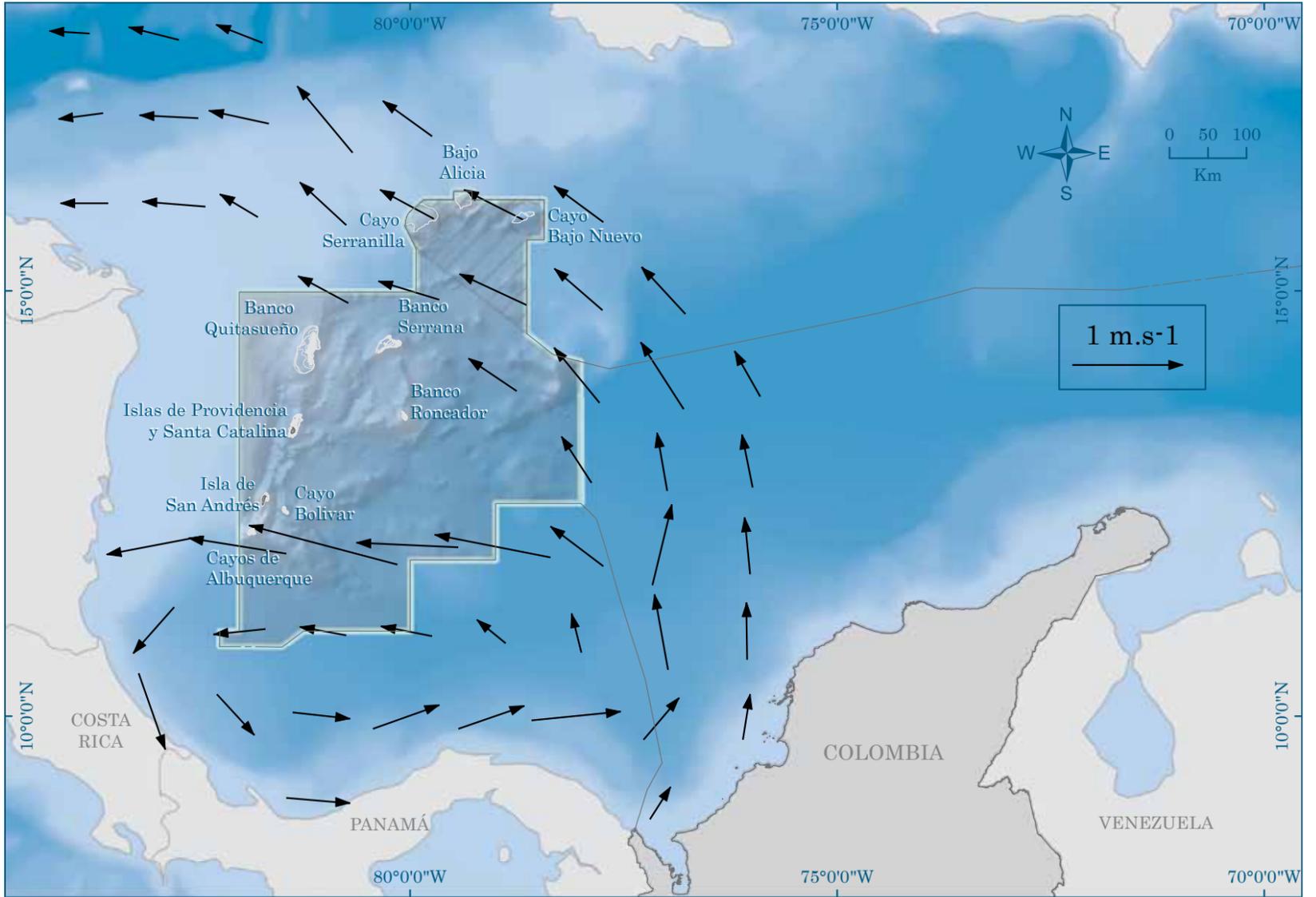


FIGURA 4. Perfil vertical de oxígeno en el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.

180 km. El área donde está localizado el archipiélago, se trata de un fragmento destacado por movimientos recientes del suelo submarino en relación genética probable con los movimientos de la "dorsal" del Pacífico, es decir, en la prolongación de la zona de fractura de Panamá (Mapa 21).



MAPA 21. Batimetría en 3D compuesta desde datos de una sonda multihaz de la depresión Providencia (Modificado de Andrade, 2005).



MAPA 22. Patrón generalizado de corrientes superficiales a la altura del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.

Esta formación, se trata de una cicatriz activa (intra-placa) abierta y profundizada por megadeslizamiento rotativo y cizallamiento (com. pers. Jean-René Vanney, director del Instituto de Hidrografía del Principado de Mónaco).

La depresión Providencia es un rasgo característico muy importante del Archipiélago, porque es uno de los accidentes más significativos que separa el Archipiélago de la Elevación Centroamericana (Andrade 2005). En ella se encuentran agua intermedia antártica y agua profunda del Atlántico Norte (Molares *et al.*, 2004).

Corrientes marinas

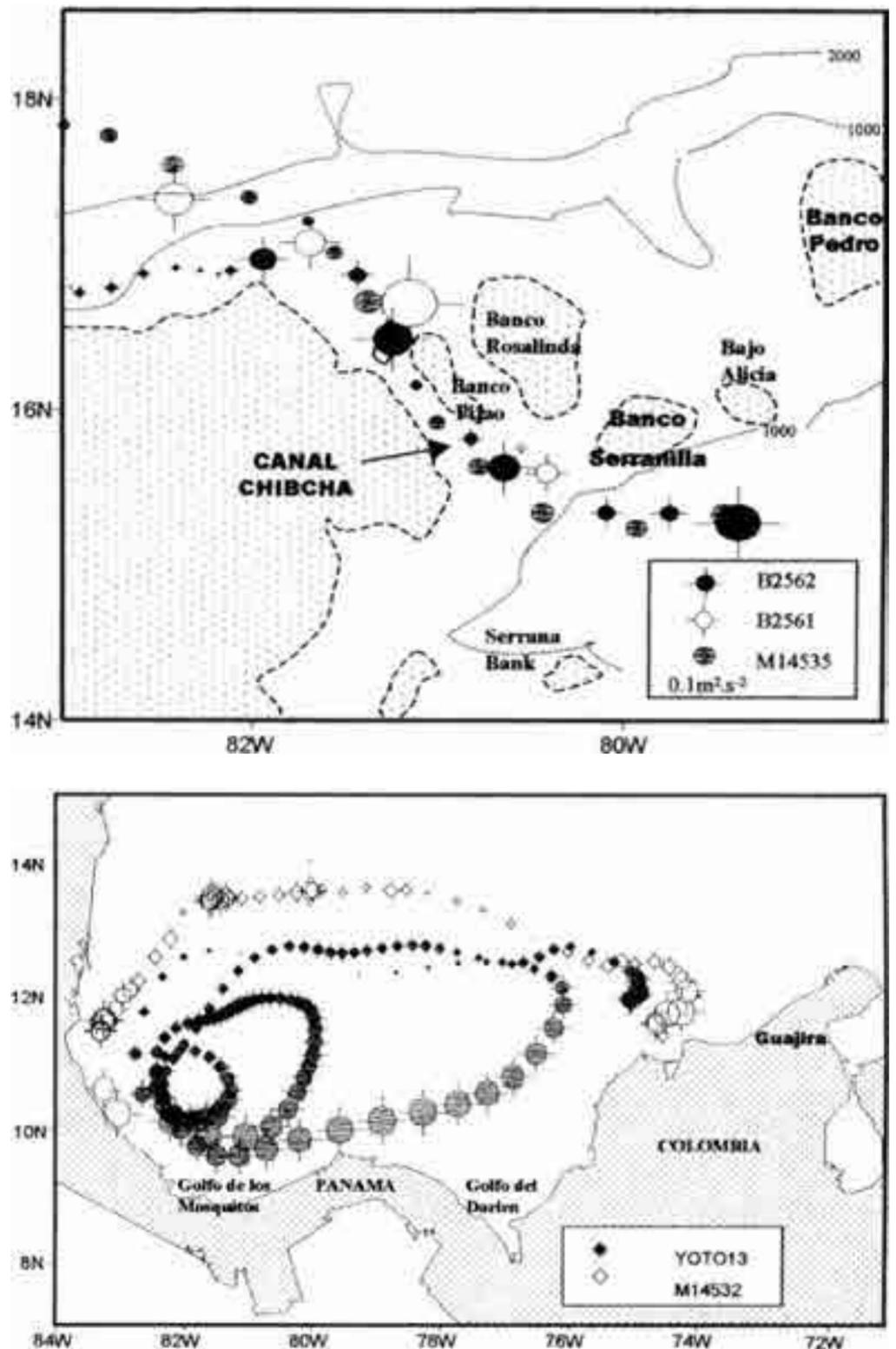
La circulación oceánica del área del Archipiélago depende principalmente de la limitación que ofrece el paso Chibcha a las aguas de la Corriente del Caribe y que fluyen hacia el mar Caimán (Andrade *et al.*, 1997; Andrade, 2009). También dependen de la configuración batimétrica de la región que obliga a la recirculación de las aguas que vienen del Este, y en el área giran cada vez más hacia el Sur, hasta llegar al golfo de Mosquitos donde reside un ciclón casi permanente (Andrade, 2001). La Corriente del Caribe se divide justo entre las islas y cayos de tal manera que una parte (~60%) continua su viaje hacia el mar Caimán y la otra recircula hacia el Caribe suroccidental formando el Giro de Panamá-Colombia, cuyas aguas bañan el sur del Archipiélago (Mapa 22).

Las corrientes superficiales en el Caribe Suroccidental deducidas de las trayectorias de las boyas durante a) agosto-diciembre 1997 y b) julio-noviembre 1998. Ambos grupos cubren las respectivas estaciones de lluvias. En 1997 las mayores velocidades en el brazo norte del Giro Panamá-Colombia son debidas al comienzo en la estación de vientos en diciembre. La velocidad del Giro nunca fue menor de $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Los campos de velocidad en superficie muestran el Giro entregando aguas hacia el Norte y Noroeste. Los contornos son energía cinética en $\text{m}^2\cdot\text{s}^{-2}$ (Andrade, 2001).

El paso de la corriente del Caribe hacia el mar Caimán ocurre principalmente a través de los estrechos que existen entre la Elevación Centroamericana y al banco Pedro con un núcleo claramente definido en el Paso Chibcha justo al sur de Serranilla (Mapa 23).

La corriente en la parte sur del Archipiélago normalmente llega del Este y empieza a girar hacia el sur por el efecto topográfico que ejerce la presencia del continente, dirigiéndose hacia el golfo de Mosquitos donde hay un remolino ciclónico muy dominante. Cuando se relaja este remolino, la corriente se extiende hasta la costa colombiana y gira de nuevo al oeste en lo que se conoce como el Giro Panamá-Colombia. El brazo Sur -La Contracorriente Panamá-Colombia- fue siempre más intensa que en cualquier otra parte (Andrade, 2001).

La velocidad geostrofica medida en 15 estaciones de CTD tomadas el 28 y 28 de junio de 1997 por el buque oceanográfico ARC Providencia se calculó la mayor profundidad común entre estaciones y se crearon



líneas superpuestas a los contornos para determinar las áreas de mayor flujo. Las áreas sombreadas de la Figura 5 muestran la dominancia del flujo hacia el Este, y un máximo de flujo hacia el Oeste en el Canal Chibcha entre los bancos Serranilla y Turquesa. El flujo en el Canal Bawihka sugiere el paso de un remolino ciclónico hacia el mar Caimán (Andrade, 2009).

Las corrientes en el Archipiélago de San Andrés están distorsionadas por la llegada continua de remolinos que giran en ambas direcciones y que viajan con la Corriente del Caribe. Estos remolinos se deforman entre las paredes que representan las elevaciones de los cayos y las islas. Algunos pasan al mar Caimán y otros se desintegran en el Archipiélago (Mapa 24).

Utilizando los promedios mensuales de la salinidad superficial del mar de 36,5 UPS y los vectores medios del viento y contornos de máxima rata de precipitación del Centro de Diagnóstico del Clima (1998), se estableció la formación y evolución de un remolino ciclónico

MAPA 23. Desplazamiento de boyas superficiales confirmando patrones de corrientes superficiales. A) La salida al mar Caimán y B) en el Caribe Suroccidental. El tamaño de los círculos es proporcional al promedio diario de la energía cinética (Tomado de Andrade 2001).

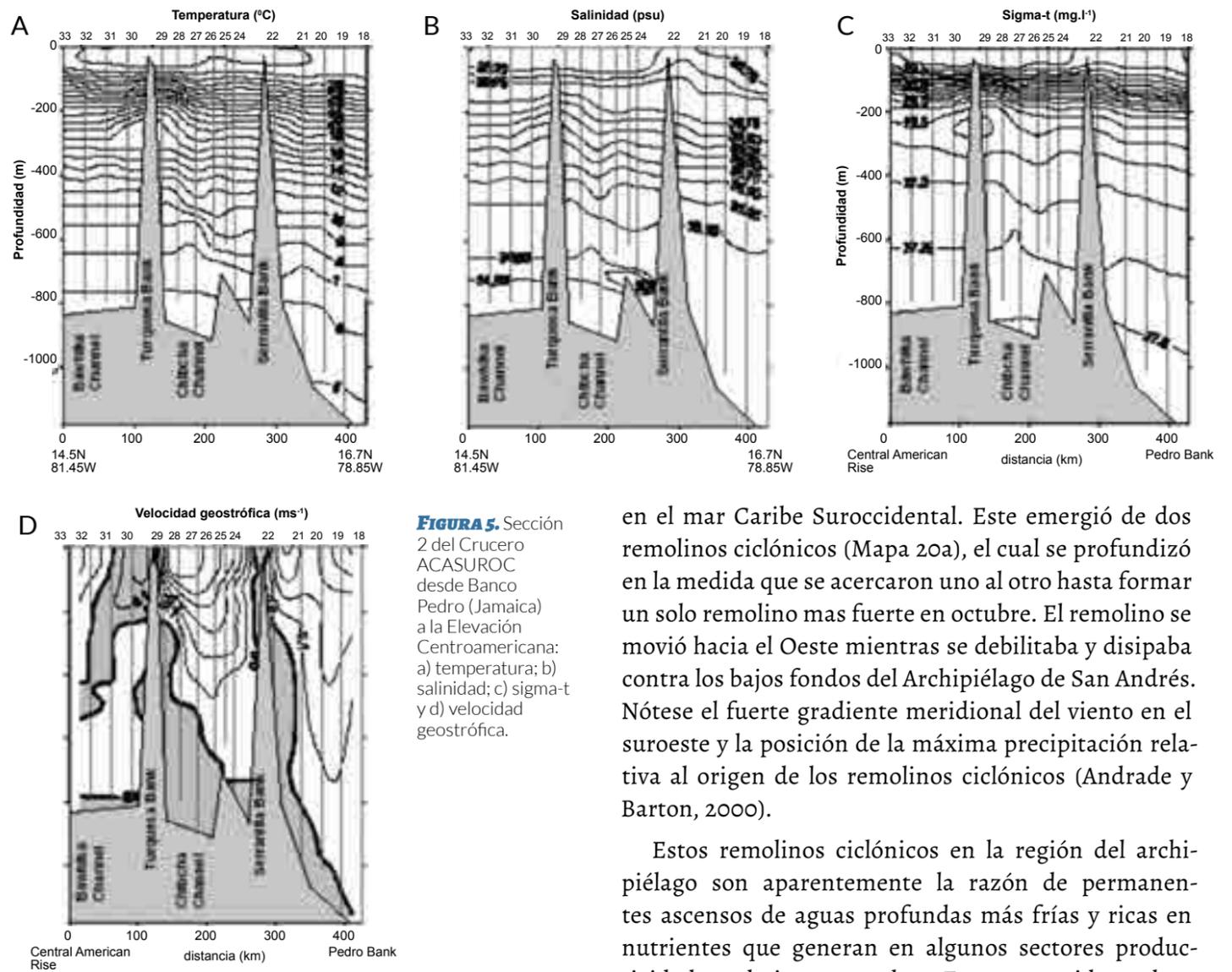
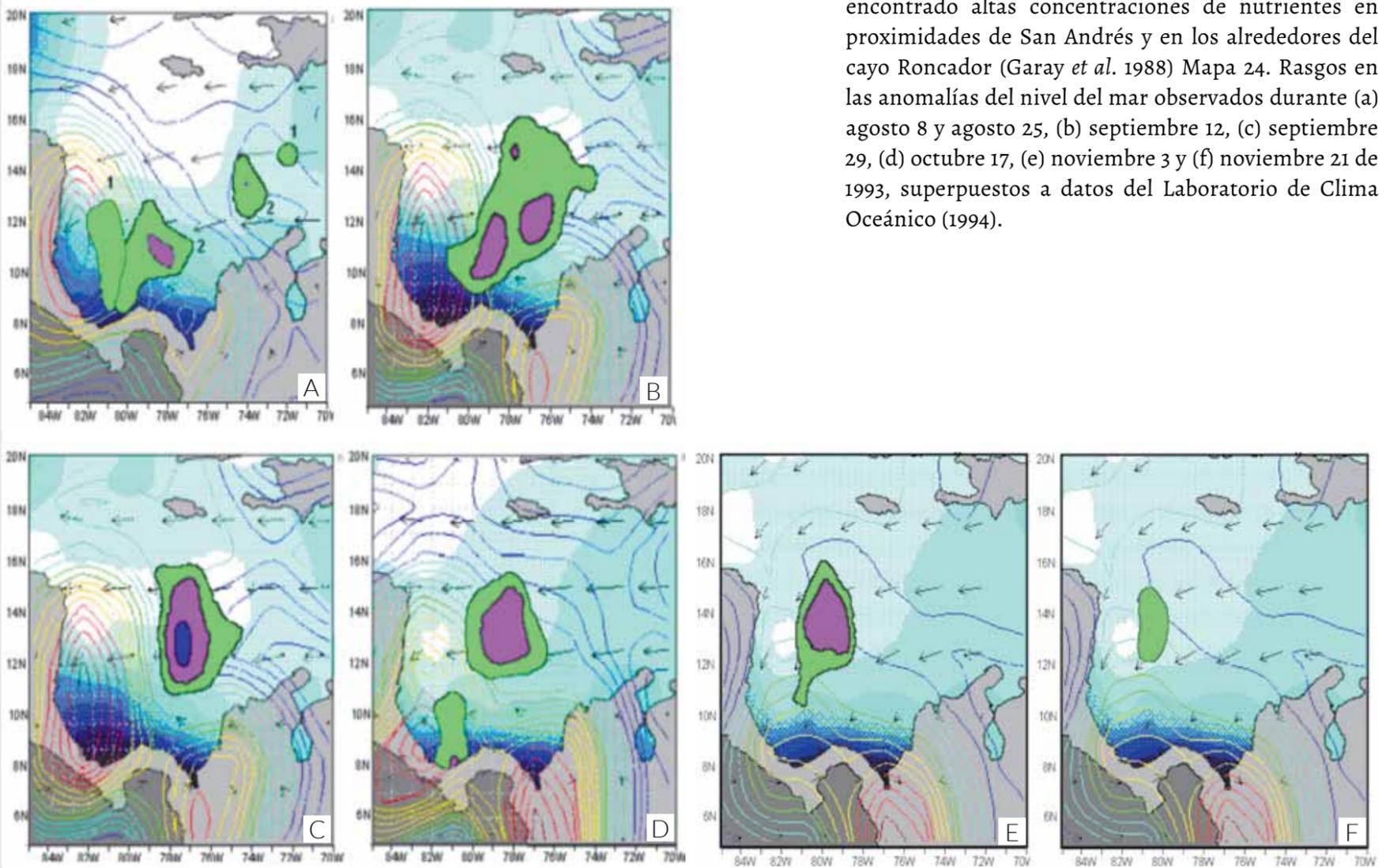


FIGURA 5. Sección 2 del Crucero ACASUROC desde Banco Pedro (Jamaica) a la Elevación Centroamericana: a) temperatura; b) salinidad; c) sigma-t y d) velocidad geostrofica.

en el mar Caribe Suroccidental. Este emergió de dos remolinos ciclónicos (Mapa 20a), el cual se profundizó en la medida que se acercaron uno al otro hasta formar un solo remolino mas fuerte en octubre. El remolino se movió hacia el Oeste mientras se debilitaba y disipaba contra los bajos fondos del Archipiélago de San Andrés. Nótese el fuerte gradiente meridional del viento en el suroeste y la posición de la máxima precipitación relativa al origen de los remolinos ciclónicos (Andrade y Barton, 2000).

Estos remolinos ciclónicos en la región del archipiélago son aparentemente la razón de permanentes ascensos de aguas profundas más frías y ricas en nutrientes que generan en algunos sectores productividades relativamente altas. En este sentido, se han encontrado altas concentraciones de nutrientes en proximidades de San Andrés y en los alrededores del cayo Roncador (Garay *et al.* 1988) Mapa 24. Rasgos en las anomalías del nivel del mar observados durante (a) agosto 8 y agosto 25, (b) septiembre 12, (c) septiembre 29, (d) octubre 17, (e) noviembre 3 y (f) noviembre 21 de 1993, superpuestos a datos del Laboratorio de Clima Océanico (1994).



MAPA 24. Rasgos en las anomalías del nivel del mar observados durante a) agosto 8 y agosto 25; b) septiembre 12; c) septiembre 29; d) octubre 17; e) noviembre 3 y f) noviembre 21 de 1993, superpuestos a datos del Laboratorio de Clima Océanico (1994).

Literatura citada

- Andrade CA, L Giraldo y S Lonin. 1997. Nota sobre la circulación de las aguas en el Bajo Alicia y el sector de San Andrés Islas. *Boletín Científico CIOH* (17):27-36.
- Andrade CA y ED Barton. 2000. Eddy development and motion in the Caribbean Sea (Desarrollo y movimiento de remolinos en el mar Caribe). *Journal of Geophysical Research* (26):191-201.
- Andrade CA. 2001. Las corrientes superficiales en la Cuenca de Colombia observadas con boyas de deriva. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* (96):321-335.
- Andrade CA. 2005. Surveying a natural deep sediment trap in the south-western Caribbean. *Boletín Científico CIOH* (23): 129-133.
- Andrade CA. 2009. La circulación y variabilidad de la Cuenca de Colombia en el mar Caribe. Edición especial CIOH, DIMAR.
- Díaz JM, Barrios LM, Cendales MH, Garzón-Ferreira J, Geister B, López-Victoria M, Ospina GH, Parra-Velandia F, Pinzón J, Vargas-Ángel B, Zapata FA y Zea S. 2000. Áreas marinas de Colombia. INVEMAR, Santa Marta, Serie de Publicaciones Especiales, 5: 175p.
- Díaz JM, Díaz-Pulido G, Garzón-Ferreira J, Geister B, Sánchez JA y Zea S. 1996. Atlas de los arrecifes coralinos del Caribe colombiano. I. Complejos arrecifales oceánicos. Serie de publicaciones especiales, No.2. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "Jose Benito Vives de Andreis" INVEMAR. Santa Marta, 83p.
- Garay J, F Castillo, CA Andrade, J Aguilera, L Niño, M de La Pava, W López y G Márquez. 1988. Estudio oceanográfico del Caribe colombiano en el área del Archipiélago de San Andrés y Providencia y cayos adyacentes. *Boletín Científico CIOH* (9): 3-73
- Geister B. 1973. Los Arrecifes de la isla de San Andrés (Mar Caribe, Colombia) Mitt. Inst. Colombo-Aleman Invest. Cient. 7:211-228.
- Geister B. 1986. Recent coral reefs and geologic history of Providencia island (Western Caribbean sea, Colombia). *Geología Colombiana* 15: 115-134.
- Geister J. 1992. Modern reef development and Cenozoic evolution of an oceanic island/reef complex: Isla de Providencia (Western Caribbean Sea, Colombia). - *Facies* 27, 1-70, 17 figs., 17 pls., 4 tables, Erlangen.
- Hubach E. 1956. Aspectos Geográficos, geológicos y recursos de las islas de San Andrés y Providencia. *Cuad. Geogr. Col.* Vol. 12.
- IGAC - Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 1986. San Andrés y Providencia, Aspectos Geográficos. IGAC, Bogotá, 156 p.
- INGEOMINAS. 1996. Estudio de las Amenazas Geológicas de la Isla de San Andrés. CORALINA-Convenio No. 055-95. 230p y Anexos.
- Molares R, T Vanegas, J Bustamante y CA Andrade. 2004. Aspectos oceanográficos de las aguas sobre la depresión Providencia en mayo de 2004. *Boletín Científico CIOH* (22):11-25.
- NOAA. 2012. National Weather Service - National Hurricane Center. Consultado el 15 de febrero de 2012. En: <<http://www.nhc.noaa.gov/>>
- OCEAN COLOR PROJECT. Ocean Color Web. Consultado el 15 de febrero de 2012. En: <http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/>
- Posada B.O. y W. Guzmán. 2007. Diagnóstico de la erosión costera en las islas de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. Recomendaciones generales para el manejo y control de la erosión. Investigación elaborada para CORALINA por el INVEMAR, en el marco del convenio 010/2006. 102 p.
- Servicio Geológico Nacional. 1960. Diccionario Geológico. Consultado vía web en diciembre de 2011. En: <http://www.estrucplan.com.ar/contenidos/geologia/DiccionarioGeologico/O.asp>





Calidad ambiental en las islas de San Andrés, Providencia y Santa Catalina

*Lizbeth Janet Vivas-Aguas,
Jesús Antonio Garay Tinoco,
Luisa Espinosa, INVEMAR
Patricia Abdulazis Elneser,
Opal Bent Z., Tomás Guerrero J.,
Leonardo Osorio N., Asilvina Pomare,
Jonathan Taylor, CORALINA*

(Foto: Giovanna Peñaloza, CORALINA).

Calidad de aguas

Lizbeth Janet Vivas-Aguas,
Jesús Antonio Garay Tinoco,
Luisa Espinosa, Patricia Abdulazis Elneser y
Opal Bent

Fuentes de contaminación

La contaminación que llega al archipiélago de San Andrés y Providencia es muy baja comparada con la generada en el continente, a pesar de ser una de las islas oceánicas más densamente pobladas de Colombia y el mundo con más de 2.000 hab/km² (Vides y Sierra-Correa, 2003; DNP, 2007). Las principales fuentes de contaminantes son las actividades humanas (Garay *et al.*, 2002; Vivas-Aguas *et al.*, 2010), entre las que se destacan: Las aguas servidas urbanas (material orgánico biodegradable y compuestos sintéticos como detergentes y microorganismos patógenos); residuos sólidos de la población residente y turística; residuos de aceites e hidrocarburos del petróleo de las operaciones marítimas (descargue y manejo de hidrocarburos eventualmente derramados); residuos de la planta de generación eléctrica ya en desuso hace 10 años o aquellos que llegan del tráfico marítimo internacional y las escorrentías difusas (presencia de fertilizantes y plaguicidas) que alteran las características de las aguas costeras y ecosistemas marino-costeros asociados (Mow *et al.*, 2001; Garay *et al.*, 2002; Marín *et al.*, 2005) (Mapa 25).

Con la carencia de fuentes permanentes de agua dulce en la isla de San Andrés, su aprovisionamiento se consigue principalmente de la explotación de acuíferos, la desalinización de aguas marinas y almacenamiento de aguas lluvias (intermitentes a lo largo del año) a través de tejados y canales. El abastecimiento de agua dulce es una amenaza frente al crecimiento de la población, el incremento del turismo, la limitación en la oferta de aguas subterráneas y los altos costos asociados al aprovechamiento de agua salina (CONPES, 2005).

A diferencia de San Andrés, en la isla de Providencia existen pequeños arroyos en las microcuencas de McBean, Bailey y Fresh Water, los cuales aumentan sus caudales durante la temporada de lluvias (octubre a diciembre), y dejan manantiales durante todo el año. Algunas de estas cuencas se ven afectadas por descargas de aguas servidas, la disposición de excretas de animales y la disposición de basuras o residuos sólidos, que se constituyen como las principales fuentes de contaminación. Sin embargo, las cargas contaminantes en Providencia son bajas, se diluyen con las primeras lluvias o una vez tributan sus aguas al mar (Garay *et al.*, 2001; Peña, 2008). El embalse de Fresh Water presenta altos niveles de acumulación de sedimentos, pero se debe a los procesos naturales de agregación de un embalse y guarda armonía con el período para el cual fue diseñada la estructura (Peña, 2008).

Vertimientos de aguas residuales domésticas

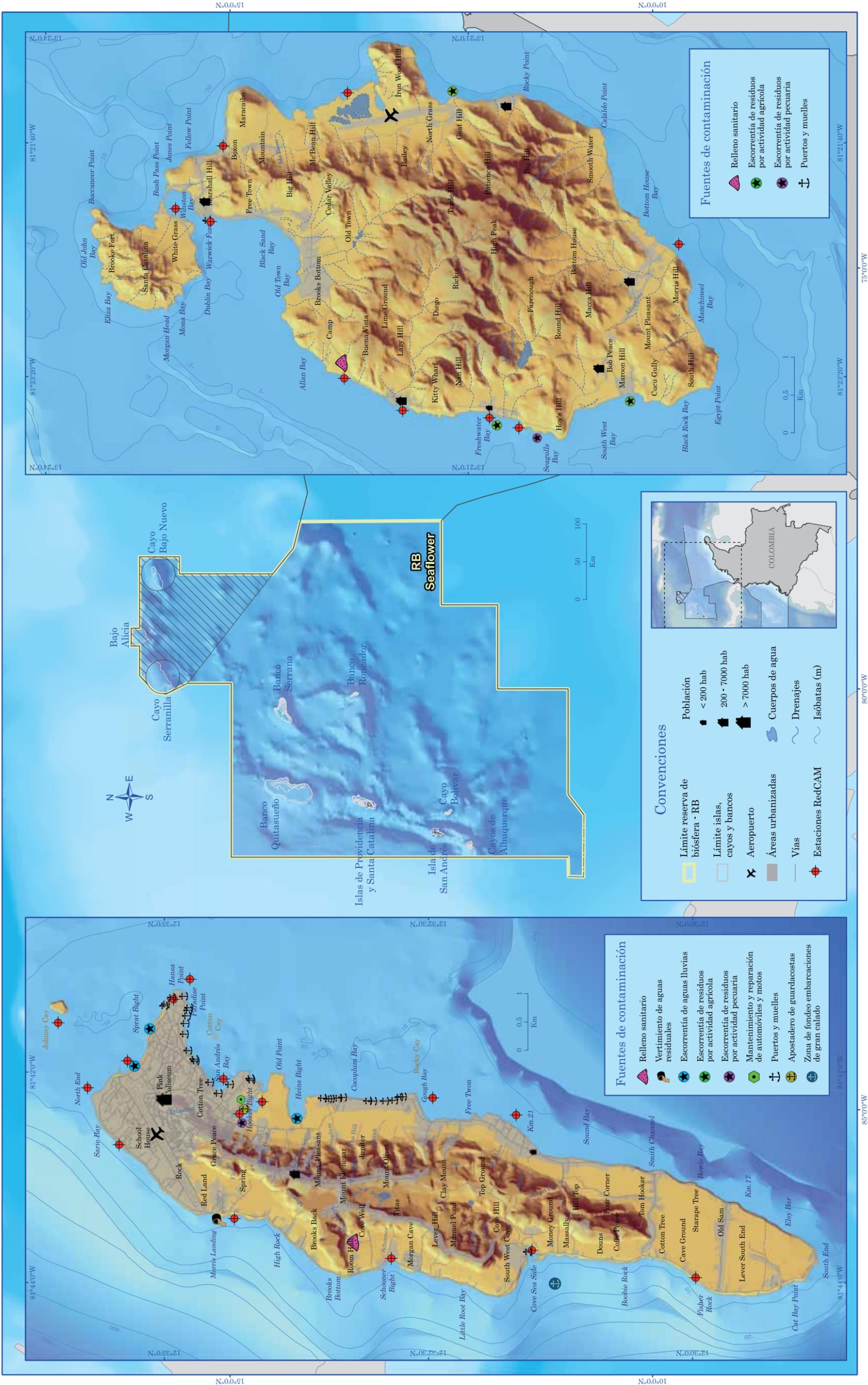
En la isla de San Andrés la red de alcantarillado sanitario existente, se encuentra construida en el sector de North End, su punto de vertimiento a través del emisario submarino el cual entró en operación en 2008. El sistema de alcantarillado está conformado por colectores principales y secundarios estaciones elevadoras o de bombeo. Las aguas antes de ser vertidas, surten un tratamiento preliminar que remueve los sólidos gruesos y posteriormente son impulsadas al emisario submarino.

En las zonas no conectadas a la red, el sistema de disposición emplea comúnmente son pozos sépticos, los cuales son construidos con bajos requerimientos técnicos y escaso mantenimiento, condición que aumenta los procesos de contaminación de los acuíferos y vertimientos superficiales; también existe una porción de la población que emplean letrinas o simplemente vierten al suelo y calles, generando problemas ambientales, salubridad pública, entre otros.

En Providencia las aguas servidas son dispuestas en pozos sépticos que no cumplen con especificaciones técnicas, lo cual genera reboses; algunos de estos vierten directamente al mar (INVEMAR, 2001). Una porción no cuenta con ningún tipo de sistemas y disponen acampo abierto, generando así contaminación al medio ambiente.

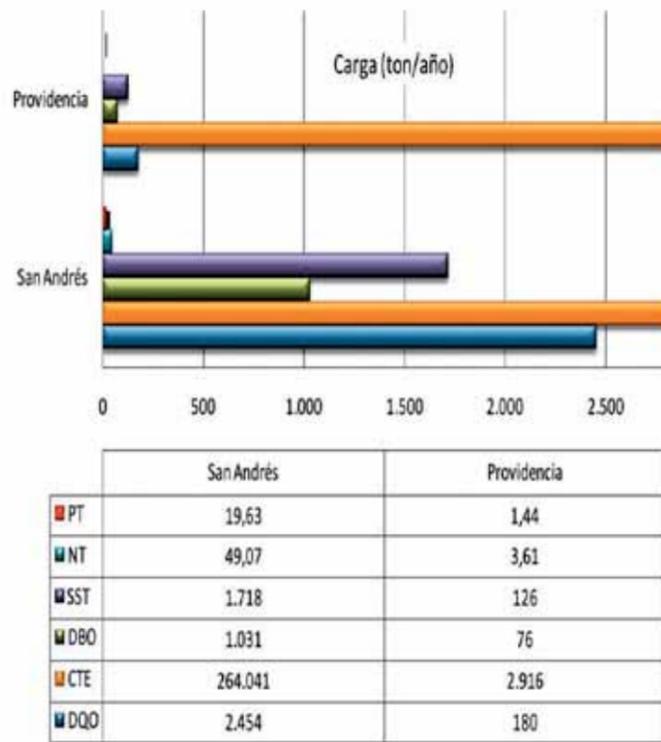
Para el año 2003 se construyó en la isla de Santa Catalina la red de alcantarillado, el cual tiene una cobertura del 100% de la población de la isla. Dicha red está complementada con un sistema de tratamiento de aguas residuales secundario con los procesos de sedimentación, digestión anaerobia y filtración, el cual en los últimos años ha venido operando deficientemente. Por otra parte, la Corporación ha localizado otras fuentes puntuales de contaminación microbiológica en la zona de alcantarillado, muelle Santa Isabel, batallón, bahías del Cove y Hooker, con valores de coliformes que sobrepasan los límites permisibles para contacto primario y secundario (Minsalud, 1984; Garay *et al.*, 2002; Amaya y Abdulazis, 2004; Vivas-Aguas *et al.*, 2010).

Según cálculos teóricos se estima que en el Archipiélago se vierten cerca de 12.563 m³/día de aguas residuales domésticas de acuerdo con el factor de consumo de la población y en función del nivel de complejidad de San Andrés (alto) y Providencia (medio) (UNEP-RCU/CEP, 2008; MIndesarrollo, 2002). Estos vertimientos descargan a la zona costera 1.843 ton/año de sólidos suspendidos, 53 ton/año de nitrógeno inorgánico disuelto, 21 ton/año de fósforo inorgánico disuelto y 266.957 NMP/año de bacterias coliformes termotolerantes, y generan una demanda de 1.106 ton/año de DBO₅ y 2.634 ton/año de DQO (Figura 1; Troncoso *et al.*, 2008), los cuales pueden representar riesgos sanitarios en las aguas costeras con fines recreativos (playas) o afectar el desarrollo de los ecosistemas marinos y los recursos de fauna y flora asociados. En razón a que las descargas de aguas residuales domésticas, así como las escorrentías continentales, por su aporte de nutrientes y mayores



MAPA 25. Principales fuentes terrestres y marinas de contaminación a las aguas marinas y costeras del archipiélago de a) San Andrés; b) Providencia y Santa Catalina (Fuente: Garay y Castro, 1993; DANE, 2009; Supertransporte, 2007; Troncoso et al., 2008).

FIGURA 1. Cargas de contaminantes (ton/año) aportados por la población a la zona costera y marina de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, calculadas con factores de contribución diaria por persona, asociada al material orgánico biodegradable para países tropicales (Mara, 1980; Metcalf-Eddy, 1998; Dane, 2008). PT = Fosfatos; SST = Sólidos suspendidos totales; NT = Nitrógeno inorgánico; DQO = Demanda química de oxígeno; DBO = Demanda bioquímica de oxígeno; CTE: Coliformes termotolerantes.



temperaturas causan deterioro en los arrecifes coralinos (favoreciendo el crecimiento de algas y organismos bentónicos filtradores), y por las sustancias tóxicas (detergentes y blanqueadores) que pueden inducir cambios metabólicos y fisiológicos (Díaz *et al.*, 1995).

Residuos sólidos

Normalmente la disposición y manejo inadecuados de los residuos sólidos en las islas y zonas costeras producen olores desagradables, lixiviados de las basuras, algunos vectores como moscas, cucarachas y otro tipo de animales que transmiten enfermedades infecciosas o causan molestias, como alergias o incremento de diarreas por contaminación del agua de consumo y alimentos, y además desmejoran el atractivo turístico (Díaz *et al.*, 1995; CEPIS, 2008).

Según el censo ampliado de 2005 (DANE, 2009), al 96,95% de las 16.292 viviendas del Archipiélago (15.021 en San Andrés y 1.271 en Providencia), se le recogen los residuos sólidos por medio del servicio de aseo y son dispuestos en los sitios de disposición final, Magic Garden en San Andrés (Foto 1) y Blue Lizard en Providencia (rellenos sanitarios sin compactación, separación, ni medidas de protección contra la contaminación por sus lixiviados), el 2% queman la basura, el 0,18% la entierran, 0,13% la tiran en patio, lote o zanja, el 0,02% la tiran en un caño, quebrada o laguna y el 0,71% la depositan de otra forma. El volumen de residuos generado es significativo teniendo en cuenta su condición insular, ya que en promedio San Andrés y Providencia producen 72 ton/día, compuestos en su mayoría por materiales reciclables como plásticos, cartón y hojalata.

La gestión integral de los residuos sólidos en el Archipiélago es deficiente, ya que existen fracciones que no cuentan con manejo, como son los voluminosos (materiales ferrosos, línea blanca, colchones, muebles, entre otros), y los peligrosos (aceites usados, hospitalarios, computadores, televisores, pilas, entre otros). La mayoría de estos residuos son dispuestos indistintamente en cualquier lugar, produciendo los botaderos clandestinos, aumentando así la vulnerabilidad de contaminación de agua, suelo y la salud pública.

Actividad marítima y portuaria

De acuerdo con la Superintendencia de Puertos y Transporte (2008), en San Andrés las actividades portuarias mueven 126.970 ton/año de carga, cifra que es baja con respecto al promedio nacional, pero se convierte en la principal fuente de ingreso de alimentos y del comercio en general (Garay y Castro, 1993). El Muelle Departamental, administrado por la Sociedad Portuaria, se localiza en el sector industrial de la isla y recibe



Foto 1. Magic Garden en San Andrés (Foto: Archivo CORALINA).

TABLA 1. Estadística descriptiva (media, desviación estándar, máximo y mínimo) de las variables indicadoras de calidad de aguas medidas entre 1997 y 2011 en la zona costera de San Andrés y Providencia.

Isla	Estadístico	SAL (psu)	CON (mS/cm)	TEM (°C)	OD (mg/L)	pH	SST (mg/L)	DBO (mg/L)	NH ₄ (µg/L)	NO ₃ (µg/L)	NID (µg/L)	PO ₄ (µg/L)	HDD (µg/L)	OCT (ng/L)	CTE (NMP/100 ml)	CTT (NMP/100 ml)
San Andrés	Media	34,64	52,58	28,73	6,37	8,15	7,09	2,8	31,08	62,91	82,19	68,12	2,08	1,94	5,92E+02	1,57E+03
	Desv. est	2	2,85	1,34	1,25	0,15	6,2	4,07	38,52	60,01	52,53	120,12	4,37	4,02	2,47E+03	9,98E+03
	Máx.	37,5	57,7	33,6	12	9	31	20	405,6	540	458,4	1250	25,17	24	1,60E+04	1,60E+05
	Mín.	13,2	21,8	22,8	1,32	7,24	0	0,4	0,42	2,06	2,47	1	0,01	0	1,00E+00	1,00E+00
	Cuenta	593	608	602	562	596	243	243	307	281	301	307	82	78	2,82E+02	2,82E+02
Providencia	Media	34,83	52,99	28,22	6,1	8,1	8,2	1,84	28,47	49,55	74,38	88,92	0,83	5,25	1,04E+02	2,51E+02
	Desv. est	1,62	2,55	1,26	1,73	0,21	10,88	3,66	26,75	22,42	39,43	183,7	2,05	22,2	3,10E+02	5,05E+02
	Máx.	37	57,5	32	12,03	8,72	98	26	213	128,2	281	1352	10,01	148,6	1,60E+03	3,50E+03
	Mín.	26,1	40,8	24,2	2,3	7,2	0,5	0,38	0,8	1,9	2,7	1,8	0	0	1,00E+00	1,00E+00
	Cuenta	266	296	171	140	286	145	147	191	177	191	181	54	51	1,78E+02	1,78E+02

buques de cabotaje de hasta 1.000 toneladas. Hay otros pequeños muelles para embarcaciones menores dedicadas al turismo y marinas que expenden combustible y lubricantes a lo largo de la isla (Garay y Castro, 1993). En 2007 se construyó un muelle que recibe turistas de cruceros en el sector de El Cove, el cual sirve de zona de fondeo para buques de la Armada Nacional, y en Providencia existe solo un muelle principal ubicado al norte de la isla, al final de un angosto canal de navegación. Las actividades marítimas y portuarias han generado contaminación en el pasado, especialmente en bahía Hooker en los tiempos cuando operaba la planta de energía

eléctrica, la cual utilizaba diesel y más recientemente en el sector marítimo y portuario por la manipulación de combustibles (Garay y Castro, 1993), las descargas de aguas de sentinas, residuos de lubricantes y agua de refrigeración de motores de los barcos. Además, por pequeños escapes en las marinas, lanchas, motos acuáticas, al igual que los residuos de aceite lubricante quemado de vehículos terrestres (Garay y Castro, 1993; CORALINA, 1999; Garay *et al.*, 2002). Todo esto ha generado que en las aguas marinas cercanas a la isla, siempre se han detectado concentraciones significativas de hidrocarburos derivados del petróleo.

Calidad fisicoquímica y contaminación de las aguas marinas de San Andrés y Providencia

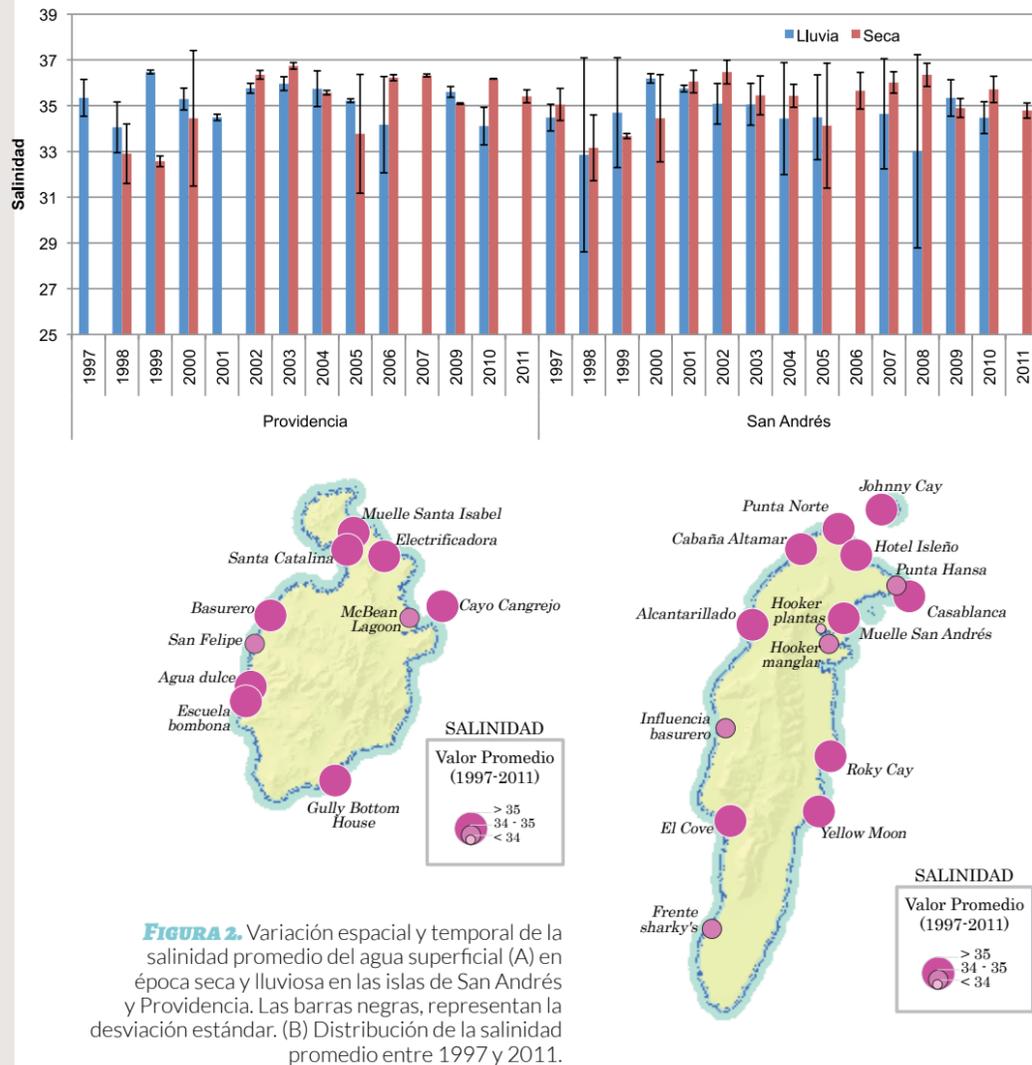
La calidad del agua se define de acuerdo con el uso particular que se le pretende dar y se entiende que sus características físicas, químicas y microbiológicas son las ideales para ese uso específico. Si las sustancias generadas por actividades humanas superan los límites preestablecidos en el agua, estas se consideran como no aptas para dicho uso determinado, implicando su contaminación. La contaminación marina se ha definido como la entrada o presencia de una sustancia en concentraciones tales que puede provocar efectos deletéreos en la calidad de las aguas, sus recursos o en la salud humana, o que pueda obstaculizar el desarrollo de actividades marítimas, incluida la pesca (Grupo Gesamp de UNESCO, en Garay *et al.*, 1993).

La evaluación de la calidad de las aguas costeras de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, se realizó con base en la información de monitoreos sistemáticos que el INVEVAR y CORALINA vienen realizando desde 1997. A partir de 2001, CORALINA entró a formar parte del programa nacional e interinstitucional "Red de Vigilancia para la Conservación y Protección de la Calidad de las Aguas Marinas y Costeras – REDCAM" que lidera INVEVAR, con el apoyo del MADS y las 12 CAR costeras (Mapa 26). En este capítulo se describe

el comportamiento espacial y temporal de las variables tenidas en cuenta para evaluar la calidad de las aguas, incluyendo tanto los indicadores básicos, pH, salinidad, oxígeno, sólidos, nutrientes inorgánicos disueltos, así como los tóxicos orgánicos (plaguicidas organoclorados e hidrocarburos del petróleo) y bacterias del grupo coliformes (totales y termotolerantes) durante 15 años de monitoreo (Tabla 1), en las 25 estaciones de muestreo establecidas en la red.

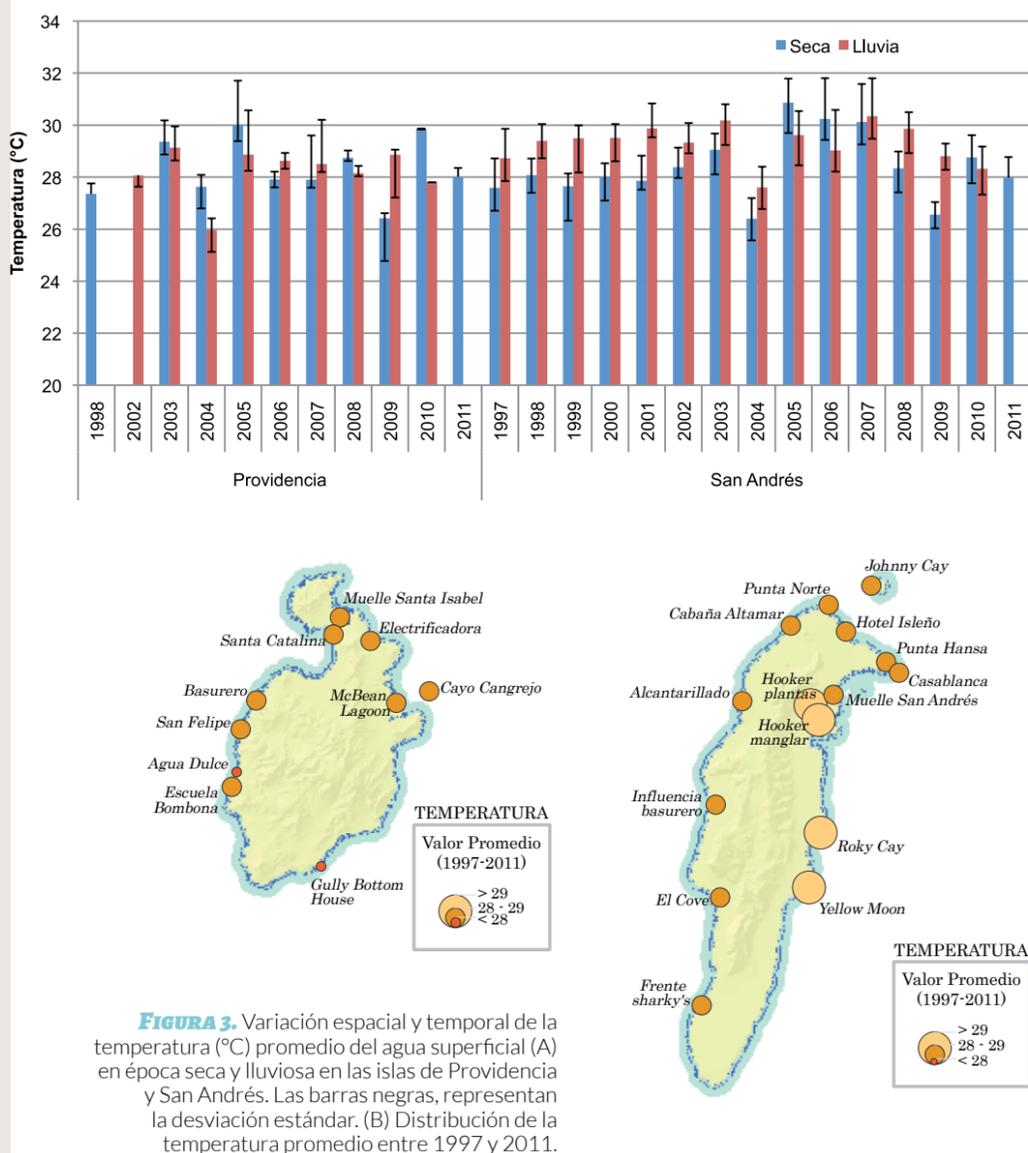
Salinidad y conductividad

El análisis histórico muestra que la variación espacial y temporal de la salinidad del agua es en promedio de $34,6 \pm 2$ en San Andrés y de $34,8 \pm 1,6$ en Providencia (Figura 2) estos los valores de salinidad son similares a las aguas oceánicas y se presentan diferencias entre las épocas climáticas $t(857)=1,31$, $p<0,05$ y entre estaciones ($p<0,05$). La mayor variación se presenta durante las épocas de lluvia en comparación con las épocas secas que registran la salinidad promedio más alta de $36,74 \pm 1,16$. De igual manera en San Andrés se presentan las mínimas salinidades en algunos lugares que están bajo la influencia de arroyos o zonas de mezcla durante la época de lluvias. Durante la influencia del evento La Niña de 1998 y 1999,



y por el aumento de las precipitaciones, la salinidad se redujo en ese período y llegó a valores de 13,2 y 19,8 en el sector de bahía Hooker. (Díaz *et al.*, 1995; Garay *et al.*, 2002; INVEMAR, 2011).

La conductividad ha presentado valores normales típicos para estas aguas marino-costeras, con un promedio de $52,99 \pm 2,55$ mS/cm en Providencia y de $52,58 \pm 2,85$ en San Andrés. Entre épocas climáticas se observan diferencias, ya que en las épocas secas la conductividad oscila entre 43,2 y 57,7 mS/cm y en la lluviosa entre 21,8 mS/cm y 57,7 mS/cm con tendencia al aumento, evidenciando la entrada de aguas dulces y escurrimientos continentales hacia el mar. Las conductividades más altas se presentaron generalmente en Bahía Hooker cuando hay menos recambio de aguas en su interior (Amaya y Murillo, 2006). En particular para los años 1998, 1999, 2000, 2008 y 2011 se presentaron variaciones importantes, probablemente por la mayor influencia de las precipitaciones sobre la zona costera.



Temperatura

La temperatura superficial del agua fluctúa entre 33,6 y 22,8°C, registrando aguas más frías en época seca (Figura 3) y con ligeras diferencias entre las islas de Providencia y San Andrés ($p < 0,05$). Históricamente, la temperatura promedio en San Andrés es de $28,7 \pm 1,3$ °C y en Providencia es de $28,2 \pm 1,2$ °C, las aguas ligeramente más cálidas se presentan en San Andrés y en la época de lluvias. En la escala temporal también se evidencian diferencias entre años y épocas de muestreo $t(750) = -8,31$, ($p < 0,05$) ya que las temporadas secas presentaron una mayor variación (intervalos de hasta 5,5°C) probablemente influidas por los vientos alisios del NE que soplan en el Caribe entre diciembre y abril (Bernal *et al.*, 2006), afectando la temperatura superficial del mar (TSM), mientras que, en los períodos lluviosos con la entrada de aguas de escorrentías y la recirculación, la temperatura superficial del mar se torna más homogénea (Bernal *et al.*, 2006).

pH

Por su condición oceánica, las aguas del Archipiélago son básicas y oscilan entre 7,2 a 9, sin diferencias marcadas entre épocas climáticas (Figura 4) y sus valores en las islas cumplen con el criterio de calidad para propósitos de preservación de flora y fauna según el Decreto 1594 de 1984 (6,5 – 8,5; Minsalud, 1984). Las mayores variaciones se presentan en las temporadas de aumento de las precipitaciones causadas por el evento La Niña en las estaciones de bahía Hooker (7,24 – 8,61), MacBean Lagoon (7,6 – 8,5), Casablanca (7,66 – 8,4) y Muelle Santa Isabel (7,2 – 8,34).

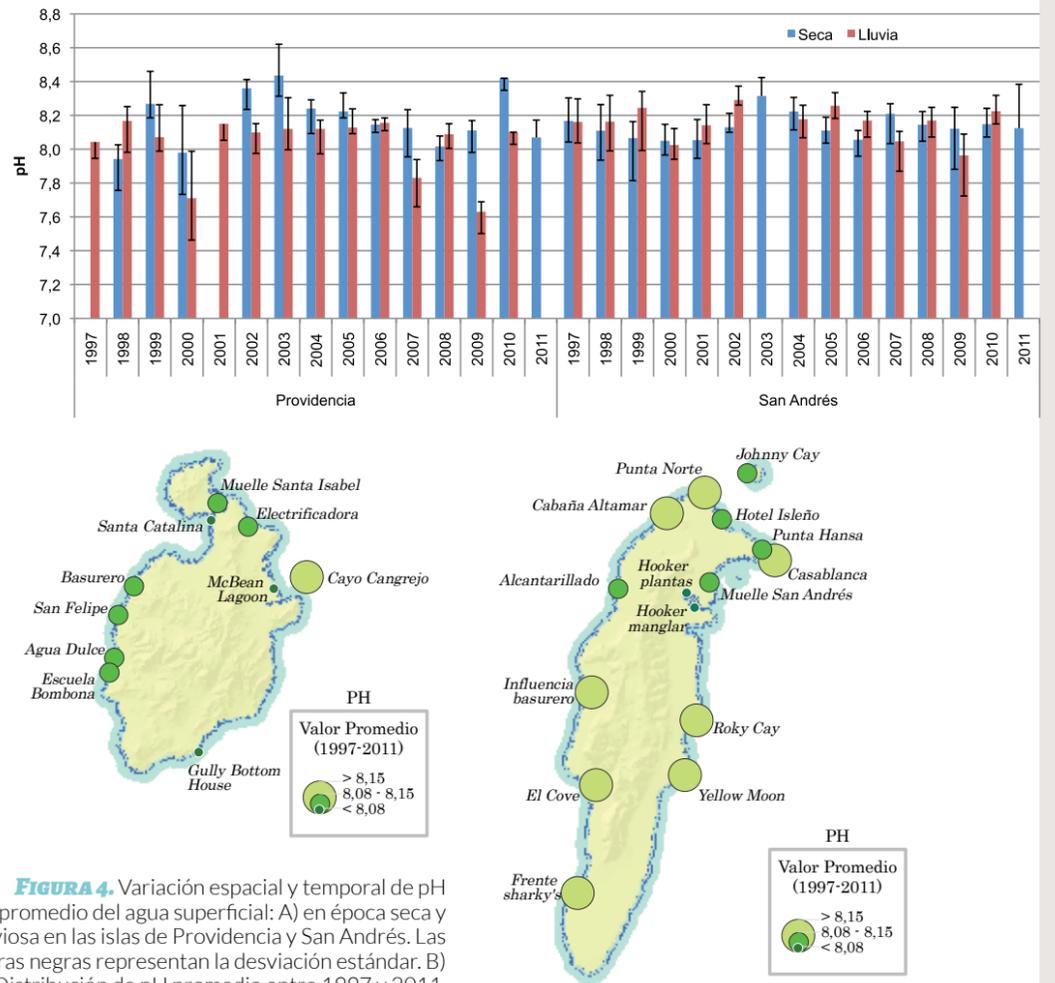


FIGURA 4. Variación espacial y temporal de pH promedio del agua superficial: A) en época seca y lluviosa en las islas de Providencia y San Andrés. Las barras negras representan la desviación estándar. B) Distribución de pH promedio entre 1997 y 2011.

Oxígeno disuelto

El oxígeno disuelto (OD) osciló en un rango de 1,32 a 12,03 mg/L y los valores por debajo del límite establecido en el Decreto 1594 de 1984, para preservación de fauna y flora (>de 4 mg/L; Minsalud, 1984), se observan en época de lluvias. Históricamente en San Andrés los valores más bajos se registran en la zona de bahía El Cove (7%; 1,32 mg/L) y bahía Hooker (7%; 3,1 mg/L), mientras que en Providencia han sido más frecuentes los valores por debajo de la norma en McBean Lagoon (30%), Gully Bottom House (30%) y Electrificadora (21%). Aunque no hay diferencias significativas entre las islas ($p > 0,05$), el oxígeno disuelto presenta una variabilidad alta entre años y épocas, con una tendencia decreciente en los últimos años especialmente en Providencia (Figura 5). En San Andrés el oxígeno disuelto muestra una ligera tendencia al aumento en época seca, como consecuencia del intercambio mar-atmosfera y la influencia de los vientos Alisios del norte que soplan intensamente en esta temporada.

Los niveles bajos de oxígeno disuelto y su tendencia al descenso reportados en San Andrés y Providencia en alguna época, pueden estar relacionados con los aportes de aguas residuales domésticos y las escorrentías, que llevan altos contenidos de materia orgánica, y por los procesos biogeoquímicos de ecosistemas de manglar adyacente en algunos sitios, ya que estos pueden crear condiciones anóxicas en el sedimento de fondo (Parra y Espinosa, 2007) y disminución del oxígeno disponible en una columna de agua poco profunda, generando efectos adversos en procesos reproductivos o metabólicos de peces y otras especies (Randall *et al.*, 2007).

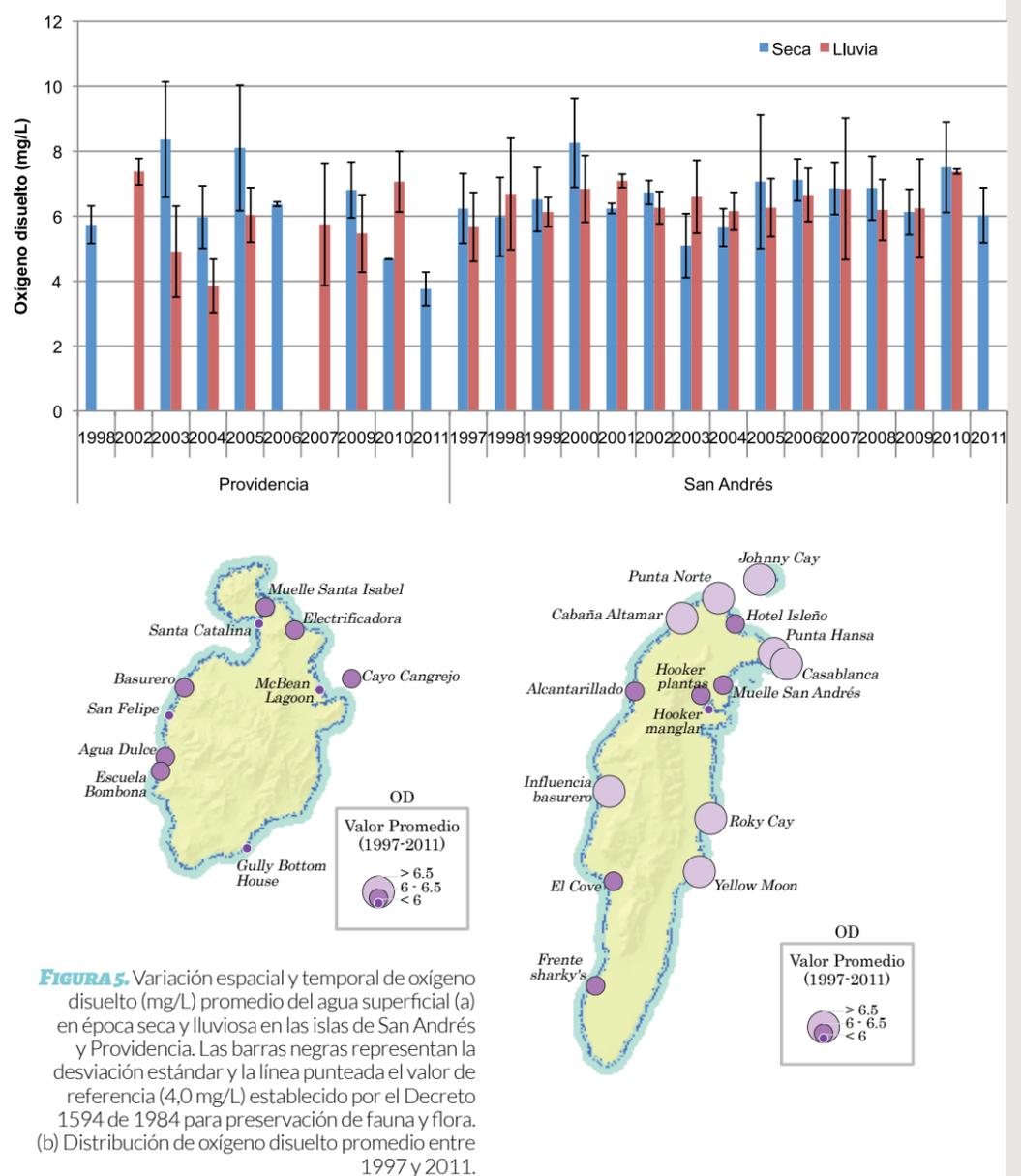


FIGURA 5. Variación espacial y temporal de oxígeno disuelto (mg/L) promedio del agua superficial (a) en época seca y lluviosa en las islas de San Andrés y Providencia. Las barras negras representan la desviación estándar y la línea punteada el valor de referencia (4,0 mg/L) establecido por el Decreto 1594 de 1984 para preservación de fauna y flora. (b) Distribución de oxígeno disuelto promedio entre 1997 y 2011.

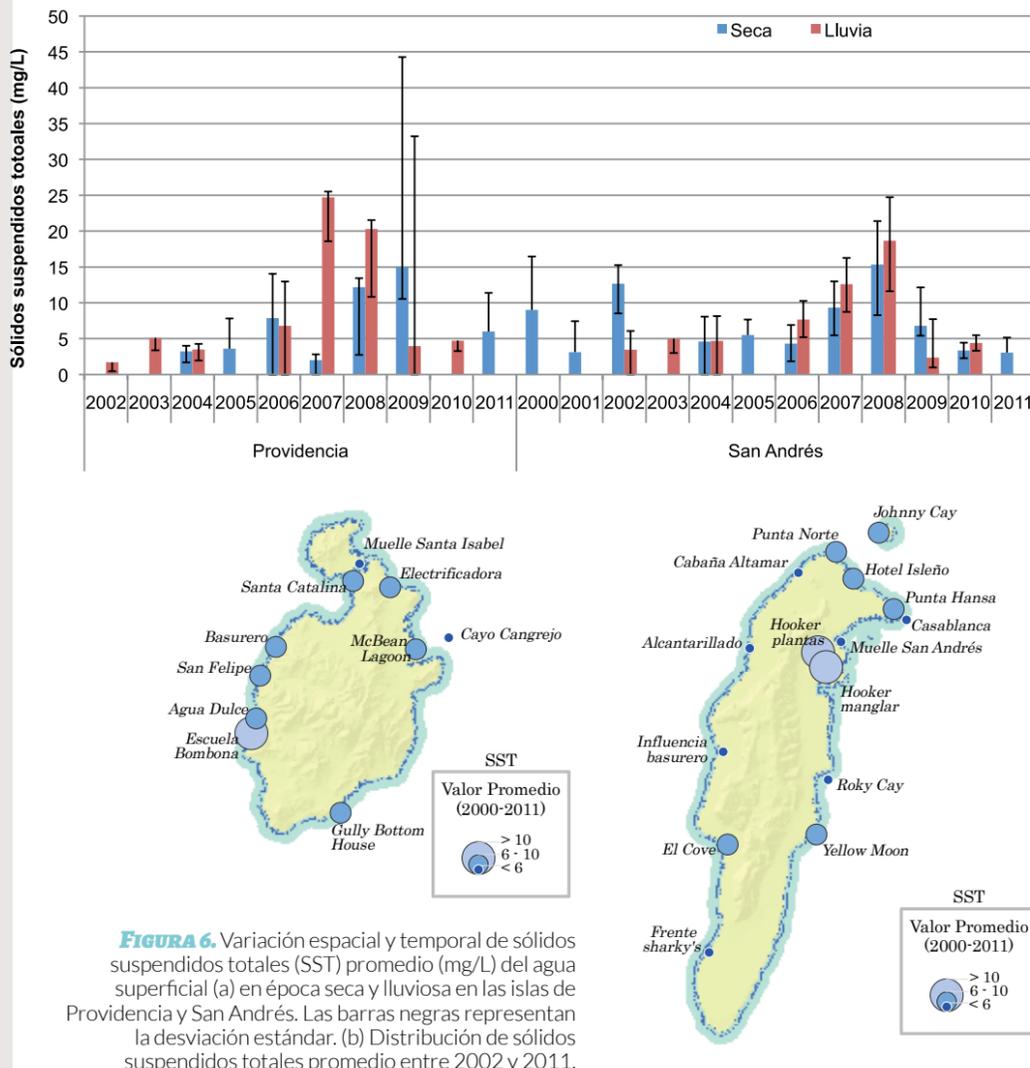


FIGURA 6. Variación espacial y temporal de sólidos suspendidos totales (SST) promedio (mg/L) del agua superficial (a) en época seca y lluviosa en las islas de Providencia y San Andrés. Las barras negras representan la desviación estándar. (b) Distribución de sólidos suspendidos totales promedio entre 2002 y 2011.

Sólidos suspendidos totales

Generalmente las concentraciones de sólidos suspendidos totales (SST) del Archipiélago son bajas comparados con otras zonas costeras del país, dada las características oceanográficas de estas islas, pero aumentan en temporadas de lluvias por las escorrentías que llegan a la zona costera. Se ha evidenciado un marcado incremento en ambas islas, en algunas épocas (Figura 6). La entrada de SST promedio en Providencia ($8,2 \pm 10,8$ mg/L) es superior a los SST de San Andrés ($7,09 \pm 6,2$ mg/L), debido a la carga de sedimentos que aportan las microcuencas hidrográficas de Gully Bottom House, Fresh Water y en particular la de McBean Lagoon donde hay poca profundidad y la entrada de material detrítico proviene del manglar (INVEMAR-CORALINA, 2008). En San Andrés los mayores aportes de SST se registraron en bahía Hooker (por el ecosistema de manglar y los residuos domésticos de la población residente), en Punta Norte y Casablanca, asociados a la dinámica de las aguas costeras del sector, y en Yellow Moon puede deberse a la proliferación de algas marinas y la turbulencia del agua que mantiene en suspensión material particulado (Amaya y Murillo, 2006). Aunque se han registrado algunos valores un poco altos en Providencia, estos no superan los 50 mg/L del valor de referencia para generar riesgo de perturbación de los ecosistemas coralinos (Fabricius, 2005).

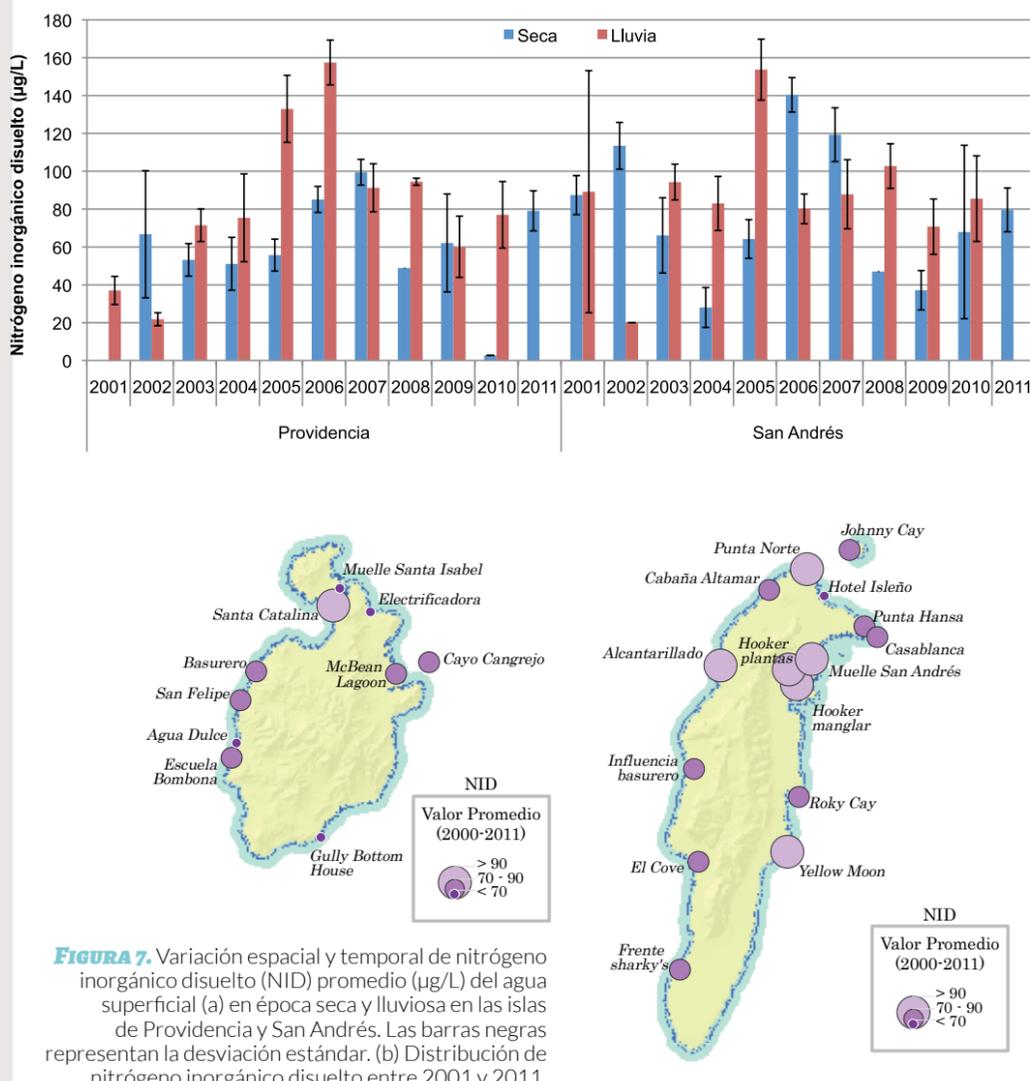


FIGURA 7. Variación espacial y temporal de nitrógeno inorgánico disuelto (NID) promedio (µg/L) del agua superficial (a) en época seca y lluviosa en las islas de Providencia y San Andrés. Las barras negras representan la desviación estándar. (b) Distribución de nitrógeno inorgánico disuelto entre 2001 y 2011.

Nutrientes inorgánicos disueltos (Nitrógeno y Fósforo)

El comportamiento del nitrógeno inorgánico disuelto (NID: $\text{NO}_3 + \text{NH}_4$) en las formas de nitratos (NO_3) y amonio (NH_4) muestra una alta variación entre años y épocas climáticas, demostrando que la presencia de estos nutrientes no solo está controlada por las descargas terrestres directas de las islas, sino también por la escorrentía en épocas de lluvias (Figura 7). Los niveles más altos se registran en los años 2005 y 2006, con una ligera tendencia al aumento en el tiempo. En Providencia el NID promedio es de $74,4 \pm 39,4$ µg/L y los valores más altos se presentan en el muelle Santa Isabel ($93,7$ µg/L $\pm 40,7$), en San Felipe ($83,6$ µg/L ± 54) y en la zona de McBean Lagoon ($79,5$ µg/L $\pm 55,7$) donde hay actividad ganadera, residuos orgánicos de marrañeras y ecosistemas de manglar donde el amonio es la principal forma de nitrógeno inorgánico (Alongi *et al.*, 1992; Ulloa-Delgado *et al.*, 1998; INVEMAR, 2011). Por otro lado, en San Andrés el NID promedio es de $82,2 \pm 50,9$ µg/L y los valores promedios más altos se presentan en el sector de desagüe del alcantarillado 113 µg/L $\pm 91,3$ donde descargan los vertimientos continuos de aguas residuales de la isla (Amaya y Abdulazis, 2004), en bahía Hooker ($98,9$ µg/L $\pm 65,1$) donde hay ecosistemas de manglar, vertidos directos de la cría de animales y residuos domésticos de la población, y en Punta Norte ($92,8$ µg/L $\pm 88,2$) una zona con alta actividad urbana y otro desagüe de residuos domésticos (Amaya y Abdulazis, 2004).

Los niveles de fósforo inorgánico disuelto en forma de ortofosfatos (PO_4^{2-}) presenta gran variación entre años y épocas, el 80% de los datos son inferiores a 100 $\mu\text{g/L}$ y el 20% restante son datos puntuales altos, que se midieron en 2006 (en la mayoría de las zonas en 2007 y 2009, principalmente en la temporada de lluvias (Figura 8). A pesar de que no se ha encontrado diferencia entre zonas ($p > 0.05$), la variación de ortofosfatos es muy alta, principalmente en Providencia (1,8 y 1352 $\mu\text{g/L}$) por su promedio histórico de $88,9 \pm 183,7 \mu\text{g/L}$. Los niveles promedio más altos se presentan en el sector norte de la isla Santa Catalina ($98,5 \pm 205,4 \mu\text{g/L}$), zona de asentamientos humanos y turismo; en el muelle Santa Isabel ($91,6 \pm 168,6 \mu\text{g/L}$) y en la cuenca baja de McBean Lagoon ($75,5 \pm 138,6 \mu\text{g/L}$) donde hay pequeñas cuencas hidrográficas con ecosistemas de manglar asociadas a escorrentías agrícolas y residuos orgánicos de marraneras.

Por otro lado, en San Andrés el promedio de ortofosfatos es de $68,12 \pm 120,12 \mu\text{g/L}$ y es evidente la tendencia actual al aumento (Figura 6), donde las mayores concentraciones se encuentran al norte por la zona más poblada, en las áreas de influencia del basurero ($92,3 \pm 124,7 \mu\text{g/L}$), Casablanca ($83 \mu\text{g/L} \pm 73$) y bahía Hooker plantas ($80,6 \mu\text{g/L} \pm 65,3$). Los niveles de ortofosfatos son inferiores a los que se presentan en Providencia, pero como San Andrés no tiene flujos permanentes de agua dulce, su presencia en el agua puede estar indicando concentraciones importantes de fósforo en los vertimientos de aguas residuales y escorrentías terrestres.

Los valores de altos de nutrientes que presentan las aguas marinas y costeras de las islas podrían representar un riesgo para la conservación de las áreas coralinas porque el enriquecimiento de nutrientes (nitrógeno y fósforo) puede ocasionar cambios en la productividad primaria, eutrofización, florecimiento de algas tóxicas, crecimiento de patógenos, entre otras condiciones que no son favorables para la productividad y diversidad de los ecosistemas costeros (Miller, 1996). De acuerdo

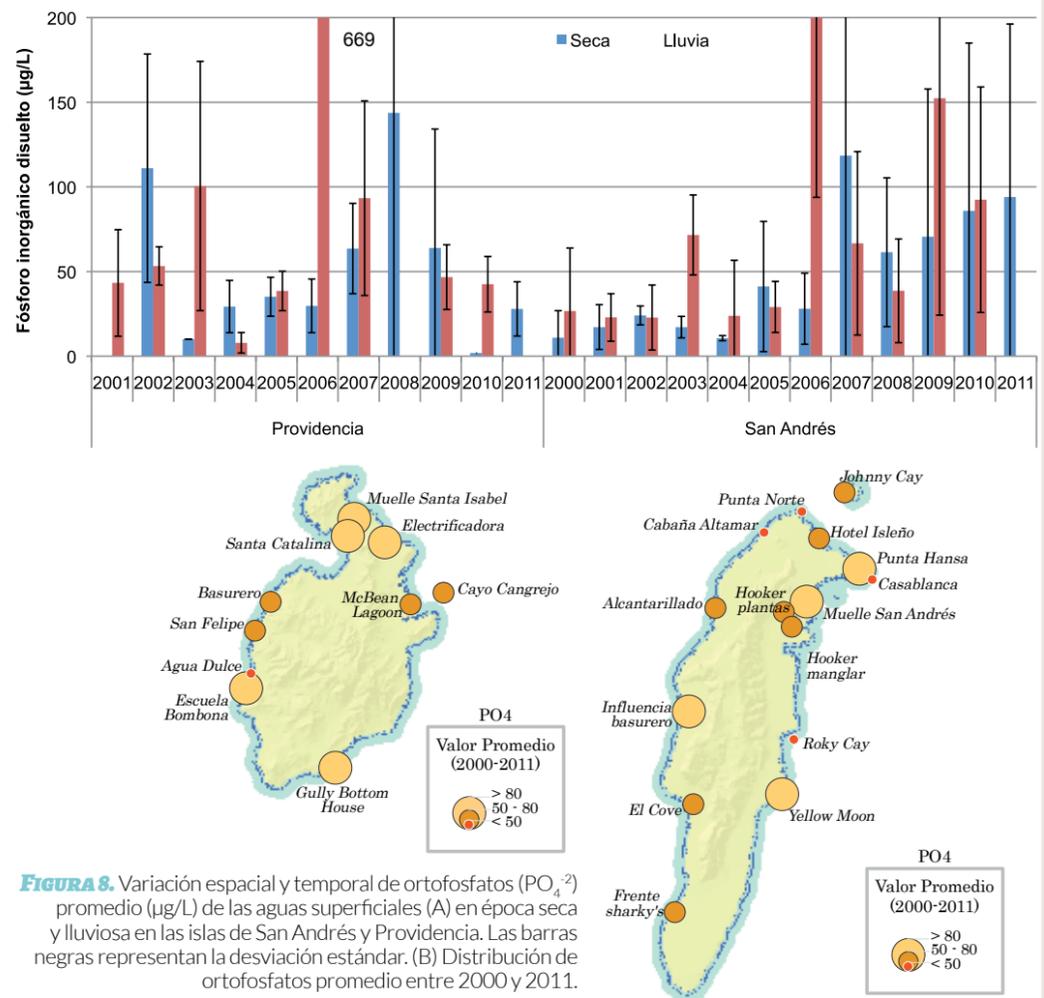


FIGURA 8. Variación espacial y temporal de ortofosfatos (PO_4^{2-}) promedio ($\mu\text{g/L}$) de las aguas superficiales (A) en época seca y lluviosa en las islas de San Andrés y Providencia. Las barras negras representan la desviación estándar. (B) Distribución de ortofosfatos promedio entre 2000 y 2011.

con los datos del monitoreo histórico, existe un aporte importante de nutrientes en las aguas costeras, especialmente de fósforo en algunos sitios puntuales de ambas islas, lo que puede generar un estrés para los ecosistemas de corales adyacentes, debido a su aporte por largos períodos de tiempo (Díaz *et al.*, 1995; Cantillo, 2007; Vivas-Aguas *et al.*, 2010), en consideración de los valores de referencia internacionales reportados para el florecimiento permanente de macroalgas frondosas en arrecifes del Caribe (NID = 14,0 $\mu\text{g/L}$; FRS = 3,1 $\mu\text{g/L}$; Lapointe, 1997) e impactos potenciales a la fisiología de corales (NID = 14,0 $\mu\text{g/L}$; FRS = 62,0 $\mu\text{g/L}$; Fabricius, 2005)

Hidrocarburos del petróleo y plaguicidas

El comportamiento histórico de hidrocarburos disueltos y dispersos (HDD) muestra incrementos en las temporadas de lluvias, que se atribuye a las escorrentías que llegan a la zona costera, a la actividad marítima y portuaria del sector (bahía Hooker y muelle San Andrés), pero en general, las concentraciones han sido inferiores al valor de referencia de 10 $\mu\text{g/L}$ de UNESCO (Figura 9). Cabe anotar que aunque las concentraciones no son elevadas, los mayores promedios históricos se detectan en las zonas de bahía Hooker ($3,08 \pm 6,8 \mu\text{g/L}$), el Cove ($2,49 \pm 4,9 \mu\text{g/L}$), el muelle de San Andrés ($2,64 \pm 4,8 \mu\text{g/L}$) y el alcantarillado ($1,65 \pm 3,0 \mu\text{g/L}$). Solamente en el año 2002 se reportaron los más altos niveles en la época de lluvias, donde el 50% de las mediciones superan el valor de referencia de 10 $\mu\text{g/L}$ propuesto por Unesco (1984) para aguas contaminadas, principalmente al norte de la isla de San Andrés, en bahía Hooker (plantas: 25,17 $\mu\text{g/L}$ y manglar:

13,92 $\mu\text{g/L}$), muelle departamental (17,02 $\mu\text{g/L}$), bahía El Cove (15,38 $\mu\text{g/L}$) y en la estación de Gully Bottom House (10,09 $\mu\text{g/L}$) en Providencia. En la década de los ochenta y los noventa estos valores superaban la referencia para aguas contaminadas según Unesco (Garay y Castro, 1993), y en la actualidad, a excepción del año 2002, los HDD han disminuido significativamente que no sobrepasan los 4 $\mu\text{g/L}$ (INVEMAR, 2011), lo cual no constituye un riesgo para los organismos de la zona, probablemente porque se eliminó la hidroeléctrica que era la principal fuente generadora de HDD, debido al uso de ACPM como combustible, además, el control sobre el tráfico marítimo es más estricto por parte de la Capitanía, guardacostas y la Corporación, disminuyendo el riesgo de contaminación por estas sustancias.

En cuanto a los plaguicidas, no se han detectado en aguas marinas y costeras en la mayoría de las áreas, con excepción de los años 2005 y 2006 donde se registran concentraciones de organoclorados por encima del

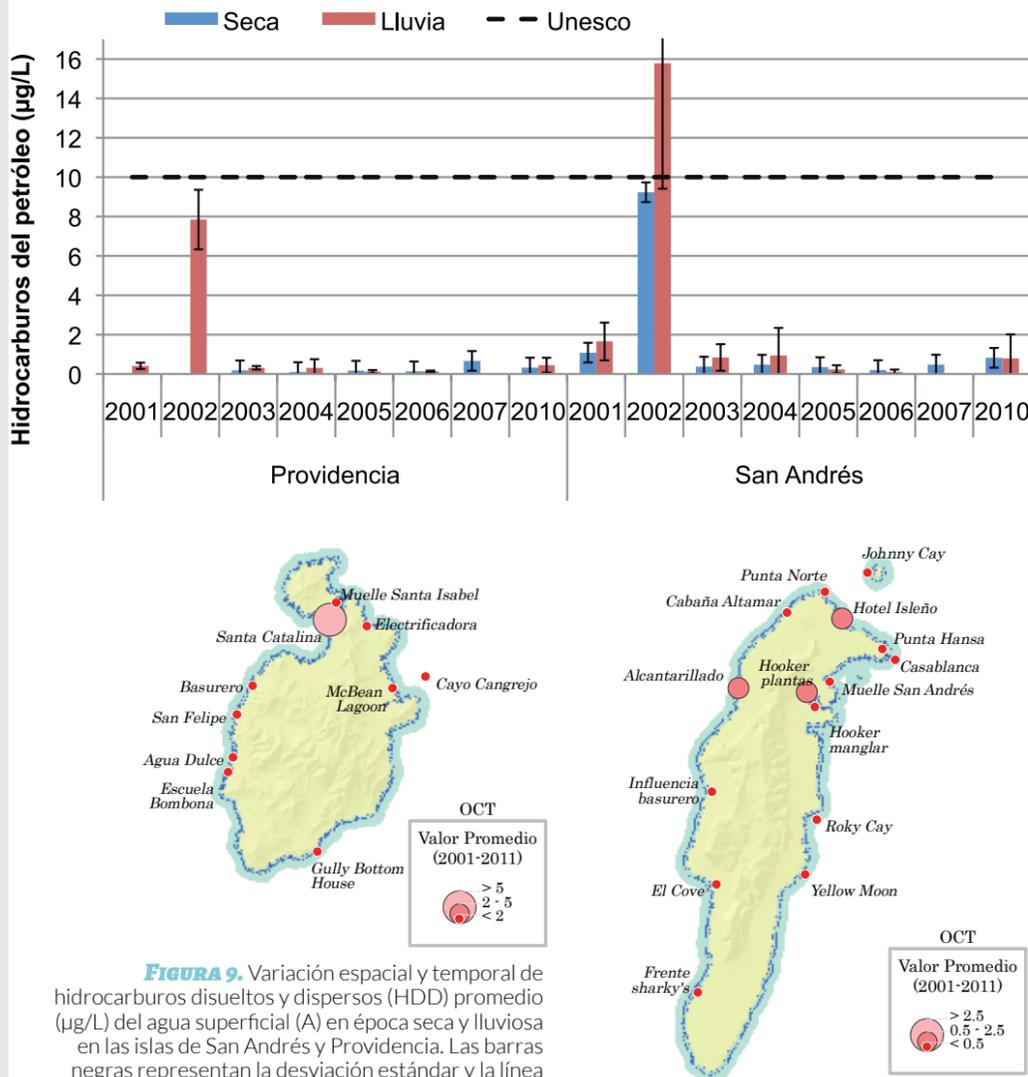


FIGURA 9. Variación espacial y temporal de hidrocarburos disueltos y dispersos (HDD) promedio ($\mu\text{g/L}$) del agua superficial (A) en época seca y lluviosa en las islas de San Andrés y Providencia. Las barras negras representan la desviación estándar y la línea punteada representa el valor de referencia para aguas contaminadas (10 $\mu\text{g/L}$; Unesco, 1984 en Garay, 1993). (B) distribución de HDD promedio entre 2001 y 2010.

valor de referencia (30 ng/L ; Garay *et al.*, 2002; Marín, 2002), en el muelle Santa Isabel con niveles de 59 ng/L y de 148 ng/L , superando las concentraciones encontradas en el territorio continental (Figura 10). También se han detectado concentraciones importantes en el año 2002 en bahía Hooker manglar (12,0 ng/L), en el alcantarillado en 2003 (14,4 ng/L) y en 2006 (24 ng/L), aunque no superan el valor de referencia. En los últimos años las concentraciones de organoclorados han sido inferiores al límite de detección de la técnica analítica.

En los últimos tres años se inició el monitoreo de algunas moléculas de organofosforados, y de las nueve compuestos analizados (Diuron, Diazinon, Clorotalonil, Metil Paration, Bromacil, Clorpirifos, fenamifos, Cis y Trans-Permetrina), solo se detectó Clorpirifos en una concentración de 98,0 ng/L en el sector sur de Providencia, que de acuerdo con los relatos de los habitantes es el sector de la isla donde se practica la agricultura; y posiblemente este sea el origen o debido a los múltiples usos que tiene este compuesto. De acuerdo con la EPA (2008), las concentraciones superiores a 5,6 ng/L pueden representar un riesgo de efectos crónicos sobre los organismos más sensibles. En la época seca las concentraciones están por debajo del límite de detección. Lo anterior indica que las concentraciones de compuestos organoclorados siguen su tendencia descendente y en la actualidad no representan riesgo para los organismos marinos.

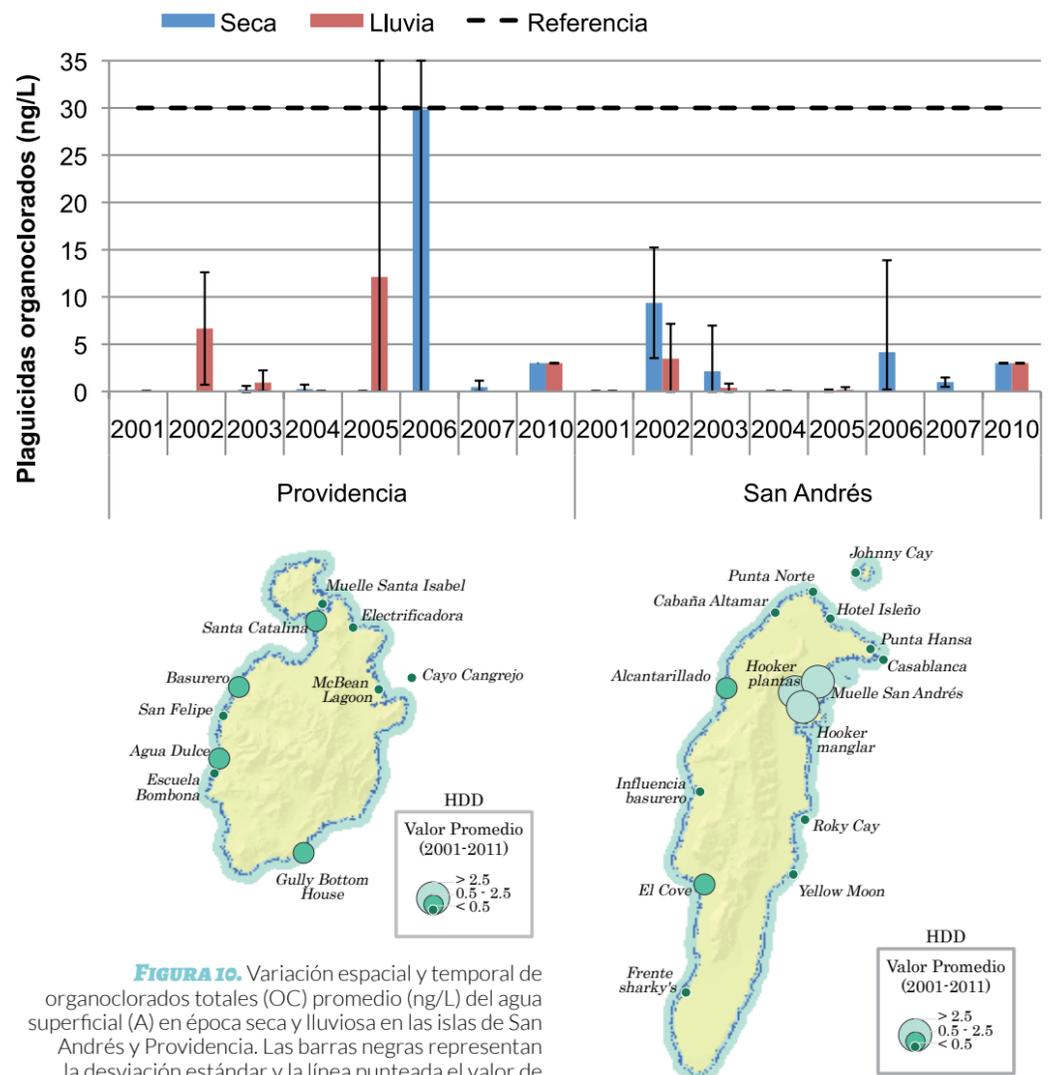


FIGURA 10. Variación espacial y temporal de organoclorados totales (OC) promedio (ng/L) del agua superficial (A) en época seca y lluviosa en las islas de San Andrés y Providencia. Las barras negras representan la desviación estándar y la línea punteada el valor de referencia para aguas contaminadas (30 ng/L). (B) Distribución de OC promedio entre 2001 y 2010.



(Foto: Giovanna Pelañoza, CORALINA).

Contaminación microbiológica

Patricia Abdulazis y Opal Bent Z.

La calidad de las aguas marino-costeras para actividades recreativas tiene un papel fundamental en el desarrollo humano, ya que estas cumplen con diferentes propósitos en el ámbito social y ambiental (Elmir *et al.*, 2007). En el caso del Archipiélago son una base para el desarrollo de las actividades económicas y el bienestar de la población (Stewart *et al.*, 2008), y son la motivación principal del 80% de turistas nacionales y extranjeros que eligen el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina como destino turístico. Sin embargo, no se puede desconocer que las descargas de aguas residuales, escorrentías de aguas lluvias, sedimentos, derrames de grasas y aceites, entre otras sustancias que llegan a la zona costera, pueden incrementar la contaminación sanitaria de estas aguas poniendo en riesgo la salud de los bañistas, disminuir el potencial de recreación de los sitios turísticos y propiciar, además, la degradación de los ecosistemas acuáticos asociados (Escobar, 2002).

El comportamiento histórico de coliformes totales (CTT) y termotolerantes (CTE), muestra en general que la mayoría de las aguas recreativas del Archipiélago son de buena calidad sanitaria. Se evidenció que aunque no

existe una tendencia temporal definida, las concentraciones aumentan notablemente en las épocas lluviosas (Figuras 11 y 12), los mayores niveles se presentan en los años 2001, 2002, 2003 y 2010, y además de que las concentraciones de CTT son superiores en la isla de San Andrés en comparación con Providencia. En San Andrés las zonas que más veces superaron el criterio admisible de CTT para fines recreativos por contacto primario como baño y natación, según la legislación colombiana (>1.000 CTT NMP/100 mL; Minsalud, 1984) se ubican en el sector noroccidental de la isla en Cabañas Altamar (13/20), Punta Norte (9/20) y en Johnny Cay (9/19). A pesar de que en Providencia la mayoría de las concentraciones de coliformes están dentro del límite establecido, las estaciones de San Felipe (4/17) y Muelle Santa Isabel (4/18) superaron el criterio en una menor proporción.

En cuanto a la evaluación de las playas con coliformes termotolerantes, estas presentan una calidad adecuada, sin embargo, en algunas ocasiones las estaciones de Johnny Cay (4/20), Hotel Isleño (2/20), Yellow Moon (1/14), Casablanca (1/13) y el Muelle (1/20) en San Andrés han sobrepasado el límite permisible en algunas épocas, así

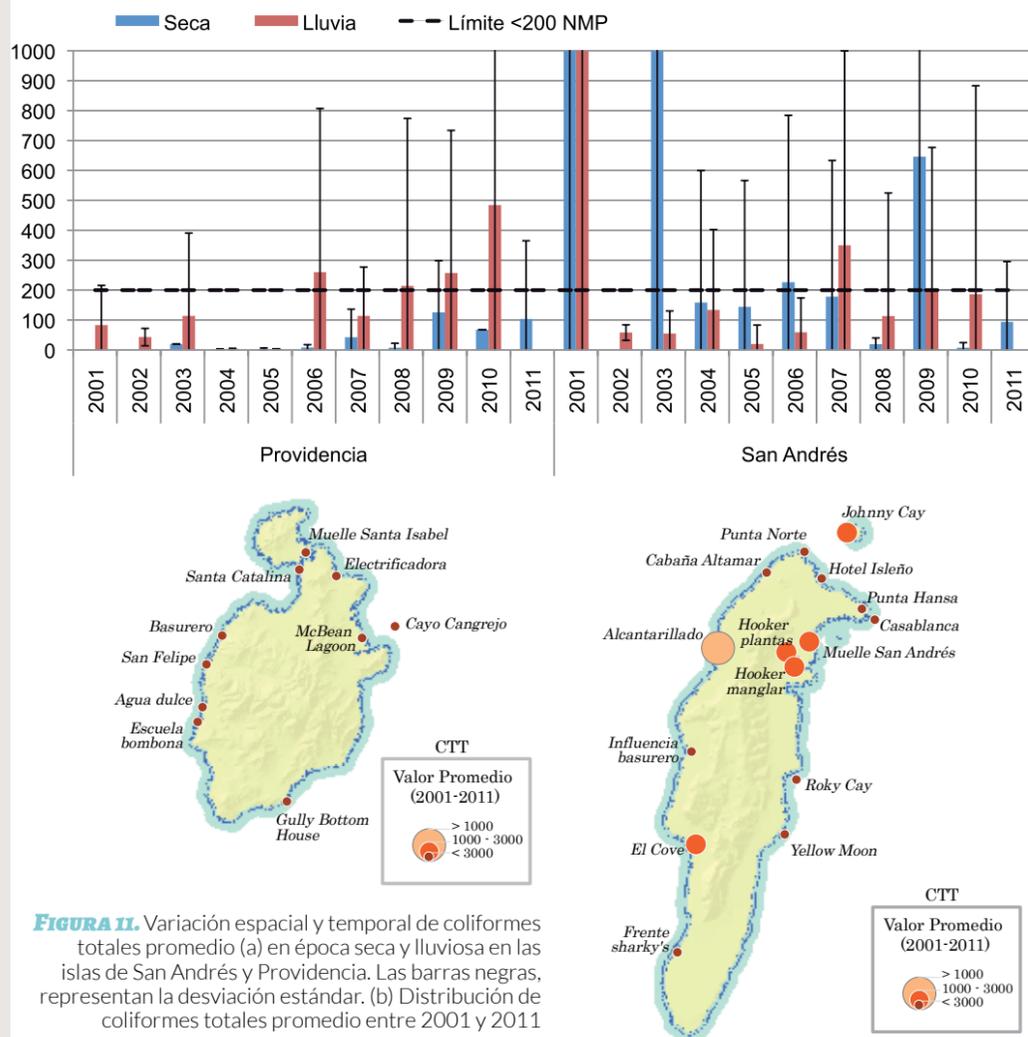


FIGURA 11. Variación espacial y temporal de coliformes totales promedio (a) en época seca y lluviosa en las islas de San Andrés y Providencia. Las barras negras, representan la desviación estándar. (b) Distribución de coliformes totales promedio entre 2001 y 2011

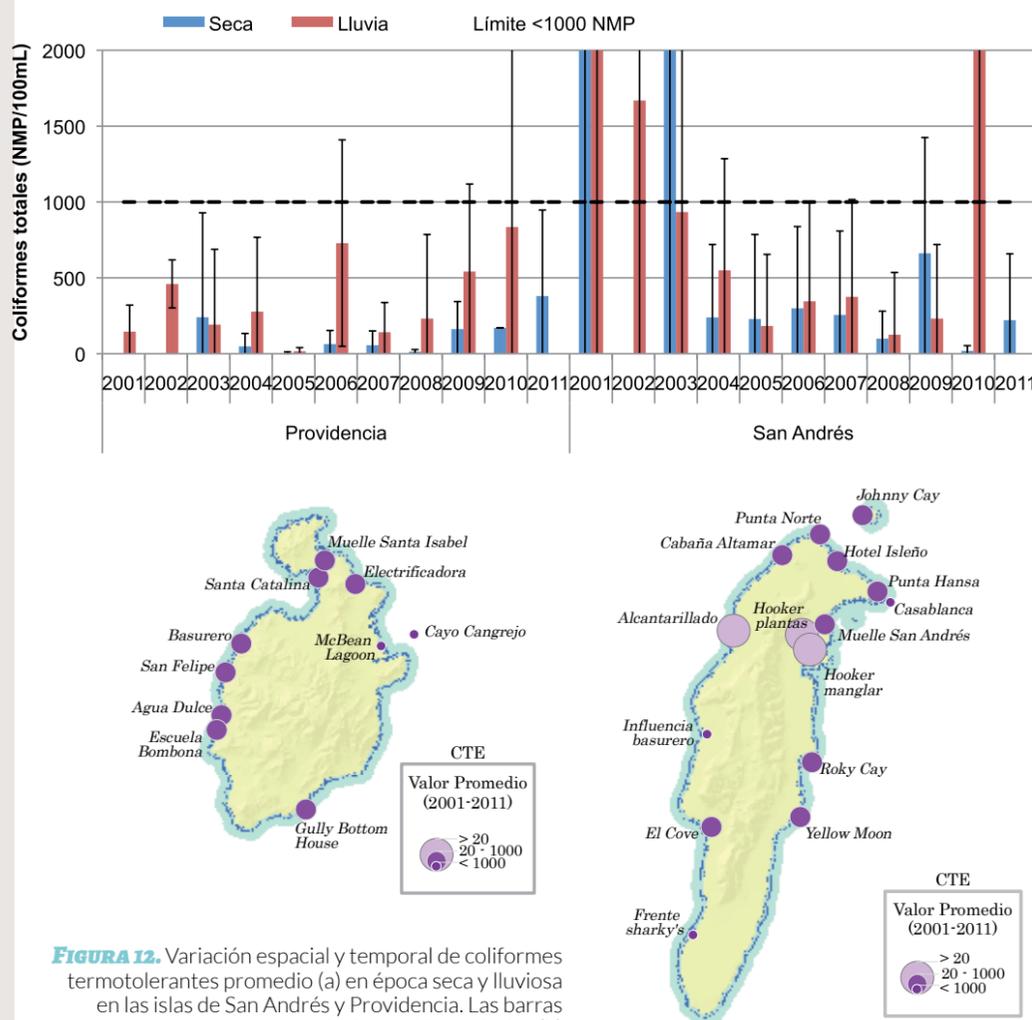


FIGURA 12. Variación espacial y temporal de coliformes termotolerantes promedio (a) en época seca y lluviosa en las islas de San Andrés y Providencia. Las barras negras, representan la desviación estándar. (b) Distribución de coliformes termotolerantes promedio entre 2001 y 2011

como San Felipe (2/17), Agua Dulce (2/19) y muelle Santa Isabel (5/18) en Providencia. Aún cuando el muelle Santa Isabel, no es propiamente un balneario, algunos pobladores locales lo usan para actividades de recreación. Con respecto a Johnny Cay, es importante mencionar que el comportamiento histórico, no muestra resultados altos de forma repetitiva o constante en el tiempo y de hecho, las densidades de microorganismos son considerablemente bajas comparadas con el límite permitido para aguas marinas destinadas a actividades de contacto primario, en la mayoría de los casos. Por otra parte, hay otros sitios con altas concentraciones de cCTE como bahía El Cove (5/19) y bahía Hooker (13/20); aunque estos cuerpos de agua no son directamente para recreación, se utilizan en diferentes actividades que pueden presentar contacto directo con las personas y generar riesgo.

En términos generales, la calidad de las aguas marino-costeras en San Andrés, Providencia y Santa Catalina se consideran adecuadas para la preservación de la vida acuática y actividades de recreación, en razón a que los datos de las variables fisicoquímicas salinidad, pH, temperatura, oxígeno disuelto, sólidos en suspensión y nutrientes, se encontraron dentro de los rangos normales para este tipo de aguas. Sin embargo, en ciertos sitios puntuales como muelle Santa Isabel, McBean Lagoon, Santa Catalina en Providencia y las bahías Hooker y el Cove, el alcantarillado y el muelle en San Andrés presentan concentraciones importantes de contaminación, por valores altos en sólidos, fósforo y nitrógeno y disminución del oxígeno hasta concentraciones por debajo del valor permitido en la legislación colombiana, los cuales podrían estar indicando la entrada de materia orgánica provenientes de vertimientos domésticos y actividades agropecuarias, entre otras.

Puntualmente también se han detectado concentraciones de hidrocarburos del petróleo y plaguicidas organoclorados en sitios como bahía Hooker, El Cove, muelle San Andrés, alcantarillado, y muelle Santa Isabel con niveles bajos que no representan riesgo y mantienen su tendencia al descenso, pero demuestran que existen fuentes potenciales de entrada de estas sustancias a la zona costera, principalmente por vertimientos de aguas residuales domésticas, la actividad marítima y portuaria (vertimientos de aguas de sentinas y aceites lubricantes de embarcaciones) y por el uso de agroquímicos en la agricultura y otras actividades domésticas. Adicionalmente, se están detectando nuevos compuestos organofosforados (Clorpirifos) cerca a zonas de cultivos que pueden conducir a efectos en los organismos acuáticos. Por otra parte, aunque la calidad microbiológica de las playas en San Andrés y Providencia es adecuada, se han reportado valores superiores a los límites permisibles de coliformes termotolerantes en Johnny Cay y bahía el Cove, en algunas ocasiones. Es de gran importancia analizar los datos históricos con respecto a los parámetros microbiológicos, ya que, permite utilizar esta información en conjunto a otros parámetros como soporte para realizar actividades de certificación de playas, organización de eventos de tipo náutico, seguimiento a zonas de conservación y en general para el desarrollo económico y turístico del Archipiélago.



(Foto: Casilda Duffis).

Calidad ambiental de los acuíferos de la isla de San Andrés

Tomás Guerrero J., Leonardo Osorio N. y Opal Bent Z.

En la isla de San Andrés existen dos acuíferos conocidos como San Luís y San Andrés, los cuales han sido la principal fuente de agua dulce y de los cuales se tenía muy poca información antes de CORALINA. Cuando la Corporación se posiciona como autoridad ambiental, se inicia en 1999 un sistema de monitoreo del recurso hídrico subterráneo de la isla de San Andrés que ha mejorado gradualmente y que en la actualidad mide la calidad, los niveles piezométricos y la explotación de las concesiones otorgadas (Figura 13). El monitoreo busca determinar las tendencias del comportamiento del recurso, asumiendo el agua subterránea y el acuífero como un todo interrelacionado, de modo que pueda ser utilizada para la toma de decisiones, establecimiento de la línea base y ajustar el plan de Manejo de Aguas Subterráneas.

CORALINA cuenta además con un inventario y caracterización del 100% de los pozos domésticos, pero

R.M. Calidad del agua 50 pozos	→	Conductividad eléctrica Niveles piezométricos dinámicos
R.M. Pozos concesionados 95 pozos	→	Conductividad eléctrica Contenido de iones NO ₂ ion nitrato NO ₃ ion nitrito NH ₄ amonio
R.M. Pozos piezométricos 23 pozos	→	Niveles piezométricos estáticos

FIGURA 13. Descripción de las redes de monitoreo de las aguas subterráneas en la isla de San Andrés

esta información no es incluida en este capítulo dado que sobre ellos se tienen datos con diferente periodicidad, aunque se reconoce que esta información es útil para conocer el estado actual del recurso en el lente de agua dulce de la isla de San Andrés (Tabla 2). Este capítulo centra su atención en los pozos a los cuales se les realiza seguimiento y manejo técnico periódico, ya sea con fines de regulación y control como los concesionados (hoteleros, comerciales, acueducto, entre otros), o de monitoreo e investigación como los piezométricos.

Red de Monitoreo de Calidad del Agua

Esta red cuenta con información desde 1999 y se constituye en la principal base de datos sobre la calidad del agua subterránea en la isla de San Andrés. La misma ha permitido conocer la evolución de la calidad del agua subterránea en la Isla, permitiendo identificar fuentes de contaminación, cambios del acuífero en el tiempo y, sobre todo, conocer la hidrodinámica entre los diferentes componentes que pueden influenciar la calidad del recurso hídrico. Desde su inicio se han realizado 23 campañas con frecuencia semestrales procurando contar con información para el periodo seco y lluvioso de cada año (Tabla 2).

TABLA 2. Descripción de las campañas de monitoreo de las aguas subterráneas desarrolladas por CORALINA.

Año	Campaña monitoreo	Época	Fecha de Inicio	Fecha de terminación	Pozos muestreados
1999	1	Invierno	23 agosto	06 octubre	97
2000	2	Verano	27 marzo	25 mayo	95
	3	Invierno	17 octubre	07 noviembre	54
2001	4	Verano	16 abril	07 mayo	44
	5	Invierno	Octubre	Noviembre	7
2002	6	Verano	19 junio	02 julio	28
	7	Invierno	16 octubre	21 octubre	26
2004	8	Invierno	6 enero	2 febrero	42
	9	Verano	3 mayo	2 julio	37
2005	10	Verano	4 abril	25 abril	35
	11	Invierno	8 septiembre	11 octubre	33
2006	12	Verano	6 febrero	6 marzo	48
	13	Invierno	2 octubre	23 octubre	43
2007	14	Verano	5 febrero	5 marzo	47
	15	Invierno	1 septiembre	6 noviembre	43
2008	16	Verano	3 junio	7 julio	40
	17	Invierno	1 septiembre	15 septiembre	28
2009	18	Verano	17 marzo	13 abril	32
	19	Invierno	5 octubre	26 octubre	39
2010	20	Verano	1 marzo	23 marzo	35
	21	Invierno	2 agosto	23 agosto	10
2011	22	Verano	21 febrero	28 febrero	41
	23	Invierno	1 agosto	5 agosto	39

En promedio esta red maneja 50 pozos de monitoreo distribuidos en toda la Isla en cinco zonas, El Cove, Norte, Noreste o Punta Hansa, Este y Oeste (Mapa 25), de cuya agua subterránea se determinan las siguientes variables o parámetros: pH; conductividad eléctrica; temperatura; contenido de iones mayores (Cl^- , HCO_3^- , SO_4^{2-} , NO_2^- , NO_3^- , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) y amonio (NH_4^+) y análisis microbiológicos de coliformes totales, coliformes fecales y enterococos. En total para la Isla, incluyendo Johnny Cay, son seis zonas de monitoreo:

Zona 1 – Cuenca El Cove, son 15 pozos que abastecen el sistema del acueducto, y otros de uso comercial.

Zona 2 – Sector norte, son 16 pozos del lente de agua dulce urbana en Sarie Bay.

Zona 3 – Sector noreste, son tres pozos de punta Hansa en zona de relleno.

Zona 4 – Sector Este, son ocho pozos entre el Bigth y el extremo sur.

Zona 5 – Sector Oeste, con siete pozos desde la cabecera pista aeropuerto.

Zona 6 – Parque Regional Johnny Cay, con un pozo.

La línea base de esta red estableció que en 1999 el 69% de las aguas subterráneas estaba muy contaminada, el 30% moderadamente contaminada y solo el 1% podría considerarse potable. Dicha clasificación fue basada en los criterios de calidad establecidos tanto por la normativa nacional vigente en esa fecha (Decretos 1594 de 1984 y 475 de 1998) como por los lineamientos internacionales (Organismo Mundial de Salud). A 2009, después de hacer un estudio similar para establecer el avance en la gestión de CORALINA para el mejoramiento de la calidad, se concluyó que existen tres zonas con calidad de agua mejorada o mantenida, mientras que dos de ellas presentan un deterioro en la calidad.

En total 41 puntos de la Red de Calidad fueron tomados en cuenta para esta evaluación. Con base en la nueva escala de valoración, la calidad del agua captada fue clasificada en cuatro grupos: calidad buena, media, dudosa y peligrosa (Tabla 3). Los valores obtenidos para los puntos utilizados estuvieron todos por encima de 0,1, por lo cual se utilizaron los tres últimos rangos antes mencionados.

TABLA 3. Clasificación según escala de valoración

Valoración	Clasificación
0 - 0.034	Calidad buena
0.034 - 0.77	Calidad media
0.77 - 0.85	Calidad dudosa
0.85 - 1	Calidad peligrosa

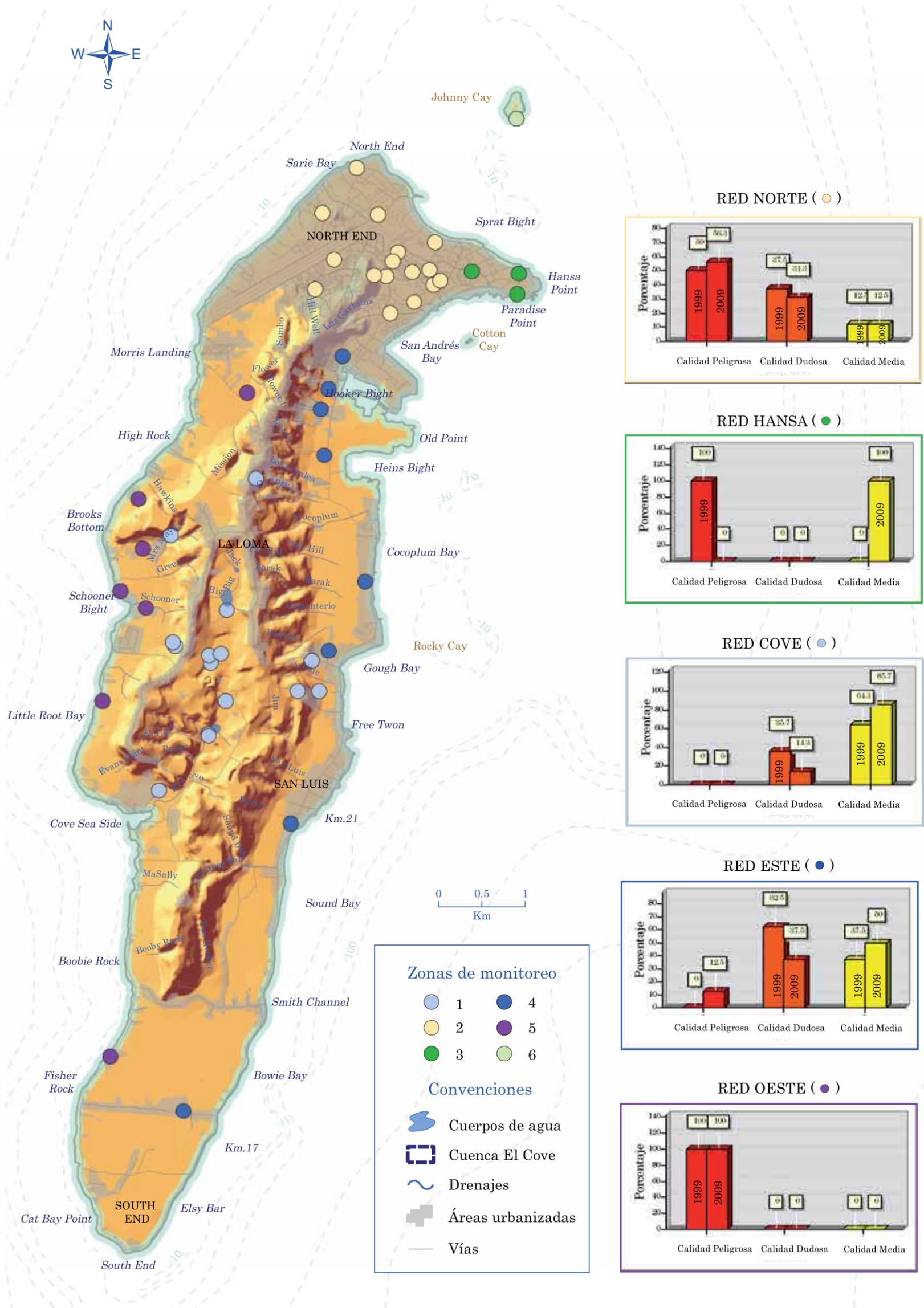
Al comparar los valores obtenidos durante la caracterización inicial de las aguas subterráneas con aquellos reportados a largo de los diez años de muestreo de la Red de Calidad para las zonas “Cove” y Este”, se observa una mejoría en el porcentaje de puntos con calidad media, que contrasta con una disminución en el número de puntos con calidad dudosa, mientras que el porcentaje de puntos con calidad peligrosa se mantienen relativamente estable. En la zona “Norte” se observa un incremento en los puntos con calidad peligrosa a costa de la disminución de puntos con calidad dudosa. Por su parte, en el muestreo en la zona “Hansa” la calidad del agua parece mejorar, pasando de peligrosa a media. Finalmente, todos los puntos de la zona “Oeste” mantienen su calidad peligrosa.

Red de Monitoreo de Piezometría

La red de monitoreo de niveles, se concibió fundamentado en la necesidad de establecer específicamente el comportamiento del nivel freático o piezométrico del agua subterránea en la isla, y a su vez hacer seguimiento a la distancia que existe entre

Atlas de la Reserva de Biósfera Seaflower

Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina



MAPA 25. Zonificación de pozos de monitoreo de la red de calidad de agua subterránea y comportamiento de la calidad entre 1999-2009.



MAPA 26. Localización de los puntos principales de la red piezométrica.



FOTO 2. Foto de piezómetro ubicado en formación San Luis sector oriental de la isla (Foto: Archivo CORALINA).

la lámina de agua dulce y la zona de interfase agua dulce agua salada (Foto 2). Actualmente la red está conformada por tres zonas básicas denominadas Red Zona Norte, Red Cuenca Valle El Cove y otro grupo de pozos distribuidos alrededor de la isla a los cuales CORALINA les realiza seguimiento semanal (Mapa 26). Esta red ha permitido demostrar que anualmente hay un incremento de la demanda de agua subterránea en la isla, pero así mismo se ha notado un aumento en los niveles de agua y disminución de la conductividad en los pozos de explotación sujetos a regulación por la Corporación.

Los resultados del seguimiento a esta red en el tiempo han revelado una tendencia general a aumentar los niveles piezométricos en la mayoría de los sectores de la isla. Un comportamiento de este tipo en el acuífero es significativamente favorable para el mismo ya que indica un aumento en la distancia entre la lámina de agua dulce y la zona de interfase agua dulce agua salada, disminuyendo con esto los riesgos por intrusión marina. Aunque se desconocen las causas precisas de esta tendencia es muy probable que se deba a las medidas de control sobre la explotación del recurso y a las acciones educativas y de concientización que la autoridad ambiental ha implementado desde 1999.

No obstante, no se pueden descartar factores que podrían incidir también en el fenómeno y que pueden



Foto 3. Foto pozo concesionado en formación San Andrés (Foto: Archivo CORALINA).

ser motivo de mayores análisis, tales como el aumento en la infiltración efectiva de agua en el acuífero como consecuencia de factores climáticos (régimen de lluvias), o a la ocurrencia de intrusión marina generalizada, ya que es sabido que los niveles piezométricos están directamente influenciados por la densidad del agua y por tanto, cuando un acuífero presenta intrusión marina, los niveles aumentan en función de la salinidad. Sin embargo, la evidencia del comportamiento decreciente en la salinidad (conductividad eléctrica) en muchos de los pozos debilita en gran medida este último planteamiento.

Red de monitoreo de pozos concesionados

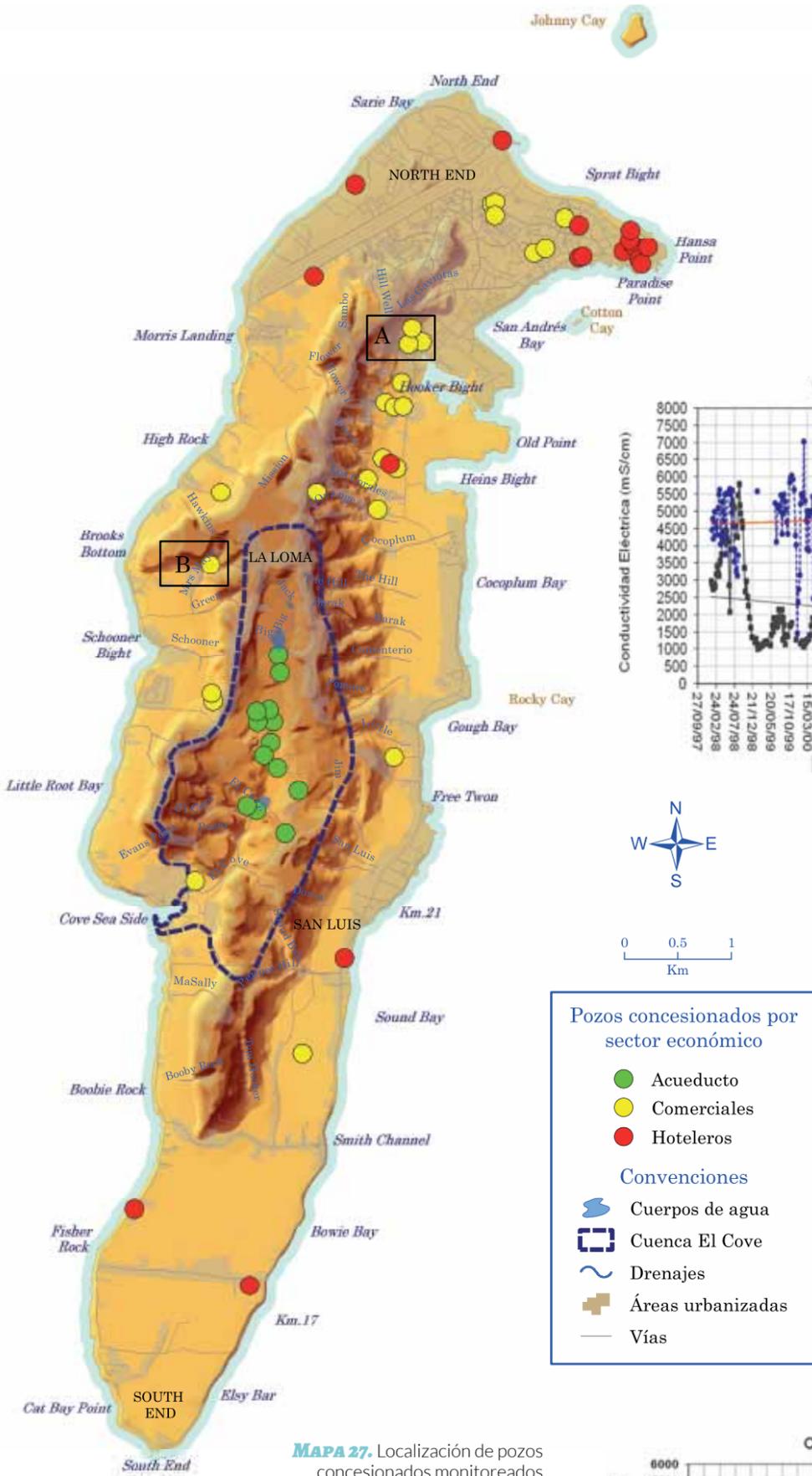
La red de pozos concesionados mantiene 45 pozos con seguimiento mensual, 17 con seguimiento quincenal (explotados para el suministro del acueducto) y 28 con mediciones semanales (Mapa 27; Figuras 14 y 15). Los monitoreos realizados por esta red en los últimos 10 años han confirmado una estacionalidad, en donde

las variaciones de la conductividad eléctrica (salinidad) están asociadas al régimen de lluvias. Aunque se presenta sobreextracción en pozos localizados, en la mayoría de los casos se ve que el acuífero se recupera y en el largo plazo genera estabilidad. Por lo tanto se concluye que aún no se ha dado la intrusión marina, entendida esta como un incremento paulatino y sostenido de la salinidad sin recuperación alguna, en los acuíferos de la isla de San Andrés. Los datos obtenidos muestran que los pozos cercanos a la línea de costa tienen aguas “moderadamente salobres” a “salobres”, con valores de conductividad entre 18.000 mS/cm y 50.000 mS/cm. Los pozos ubicados en sectores más interiores como el centro urbano y la zona de piedemonte tienen aguas “moderadamente dulce” a “dulce” con valores entre 1.500 mS/cm y 4.000 mS/cm. La principal zona de recarga del acuífero se encuentra en la Cuenca de El Cove (Mapa 28).

El análisis de tendencias de conductividad (salinidad) de esta red en la isla de San Andrés estimó la existencia de 12 zonas o grupos de pozos (Mapa 27 y Tabla 4).

Sector	Zona	Promedio Conductividad eléctrica (mS/cm)	Susceptibilidad al Incremento de salinidad	Estabilidad salina	Potencialidad de aprovechamiento
Norte	Centro	2.000-6000	Alta	Baja	Sin potencial
	Hansa	5.000-30.000	Muy alta	Baja	Sin potencial
	Isleño	10.000-15.000	Alta	Media	Sin potencial
Occidental	Occidente 1	800-1.000	Muy baja	Alta	Con potencial
	Occidente 2	2.000-3.000	Media	Alta	Potencia en observación
Oriental	Simpson Well	1.500-3.000	Alta	Media	Sin potencial
	Caribe	1.500-2.500	Alta	Media	Sin potencial
	Bight	1.500-2.500	Media	Alta	Moderadamente potencial
	Zamba	1.000-2.000	Baja	Muy alta	Con potencial
Sur oriente	Tom Hooker	2.000-4.000	Muy alta	Baja	Sin potencial
Cove	Loma Norte	1.000-2.500	Media	Alta	Moderadamente potencial
	Loma Centro	600-1.000	Muy baja	Muy alta	Con potencial

TABLA 4. Descripción de las 12 zonas del acuífero en la isla de San Andrés con respecto a la salinidad



MAPA 27. Localización de pozos concesionados monitoreados clasificados de acuerdo con el sector económico

Se muestra la tendencia histórica de la conductividad y niveles dinámicos en un pozo de extracción de agua comercial ubicado en la formación San Luis en zona nororiental de la isla. Se observa que entre los años 1998-2003 se registran los valores más elevados y también corresponden a niveles dinámicos más profundos. Posteriormente hay un descenso de la conductividad, manteniéndose entre 1.020 y 2.110 microS/cm con una tendencia a disminuir. La tendencia de los niveles a partir de 2003 es a ser menos profundos.

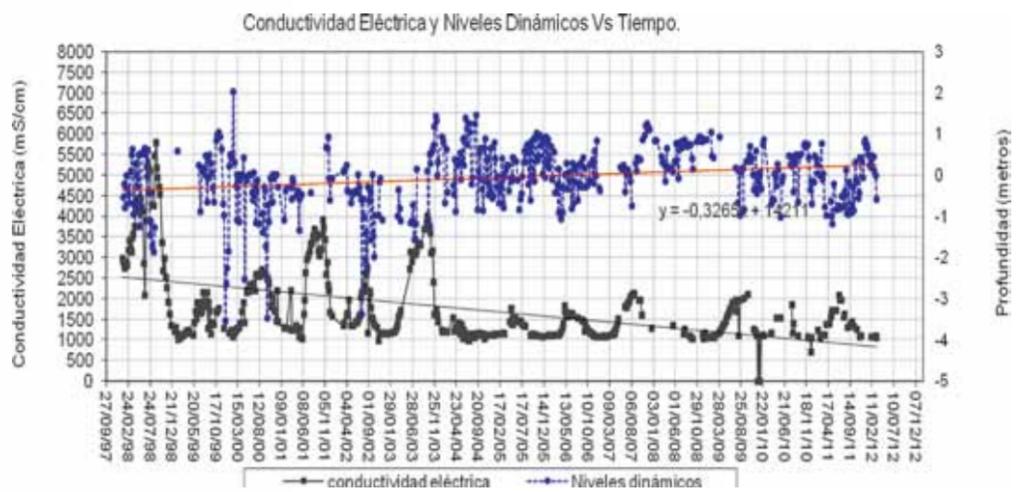


FIGURA 14. Tendencia histórica de conductividad y niveles dinámicos en pozo comercial de AS (Nororiente), recuadro A en el Mapa 27.

Se muestra la tendencia histórica de la conductividad y niveles dinámicos en un pozo de extracción de agua comercial ubicado en la formación San Luis en zona occidental de la isla. Se evidencian picos de aumento de la salinización y otros de disminución de niveles dinámicos. Estos picos obedecen principalmente a escenarios de sobreexplotación del acuífero, en cuyas situaciones la Corporación intervino para regular la explotación y recuperar las características de conductividad y altura de agua normales en la zona. La tendencia histórica en este punto del acuífero es a aumentar los niveles dinámicos y a disminuir la conductividad demostrando la estrecha relación que hay entre estas dos variables y como resultado del control que realiza la Corporación a la sobreexplotación de pozos.

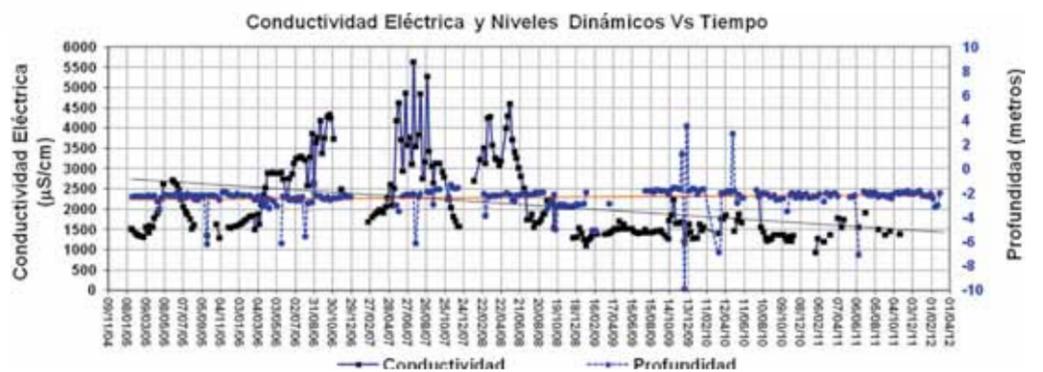
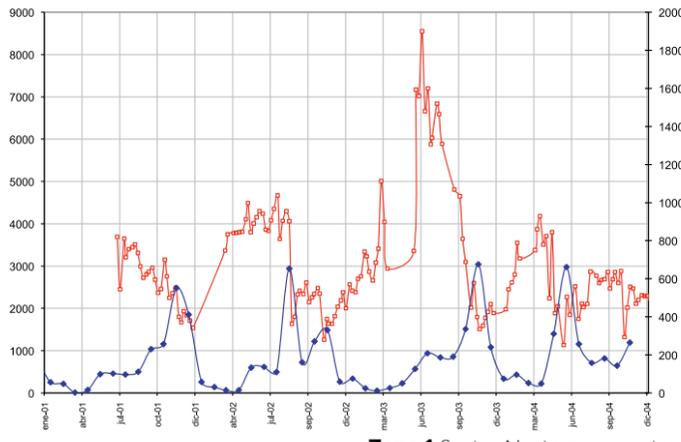


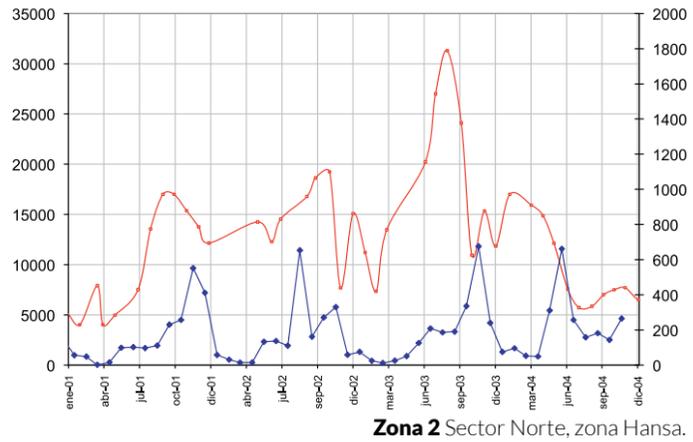
FIGURA 15. Tendencia histórica de conductividad y niveles dinámicos en pozo comercial IDEAM (Occidente), recuadro B en el Mapa 27.

Atlas de la Reserva de Biósfera Seaflower

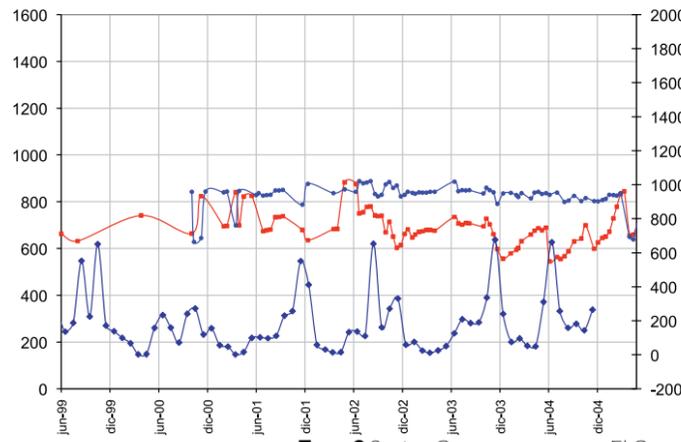
Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina



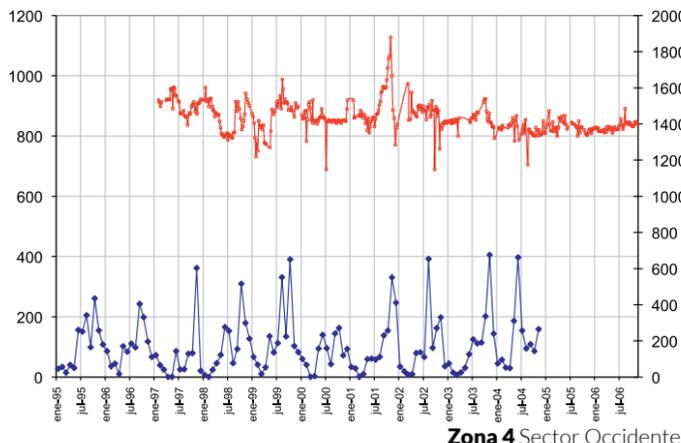
Zona 1 Sector Norte, zona centro.



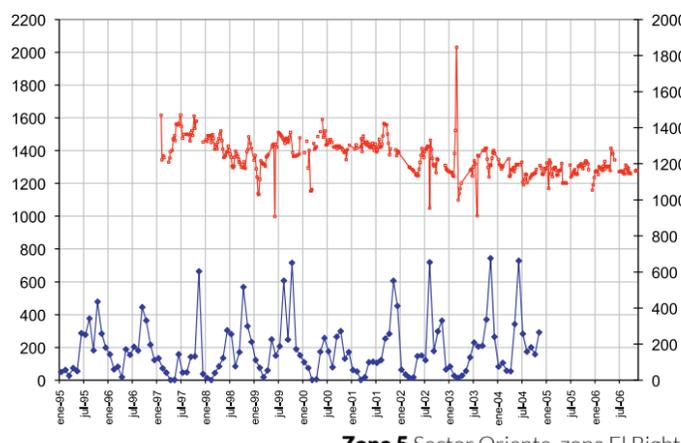
Zona 2 Sector Norte, zona Hansa.



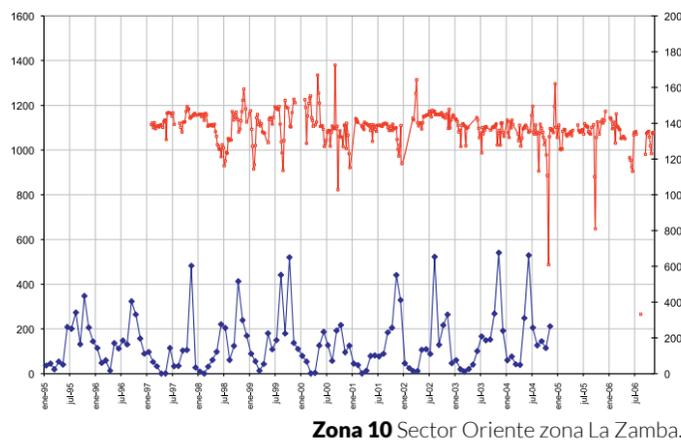
Zona 3 Sector Cove, zona cuenca El Cove.



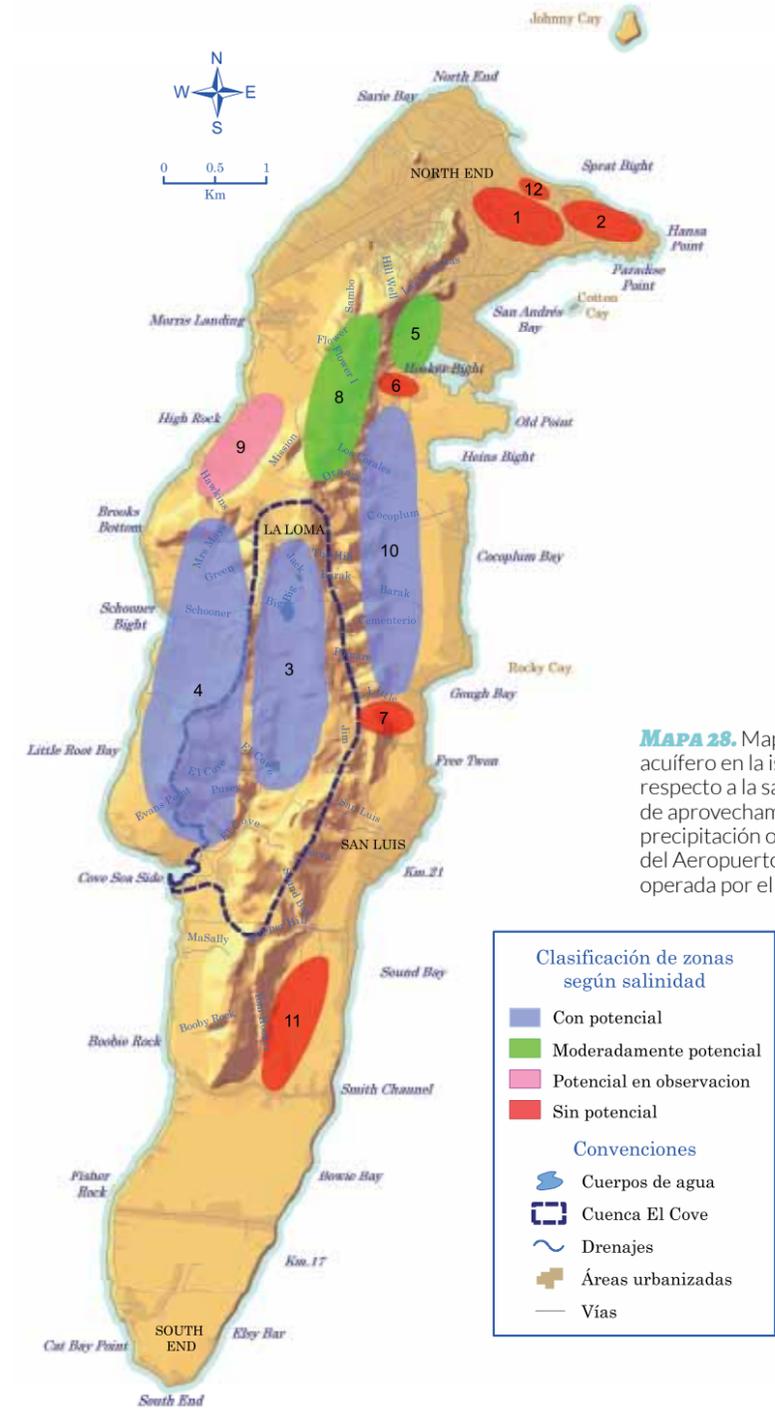
Zona 4 Sector Occidente.



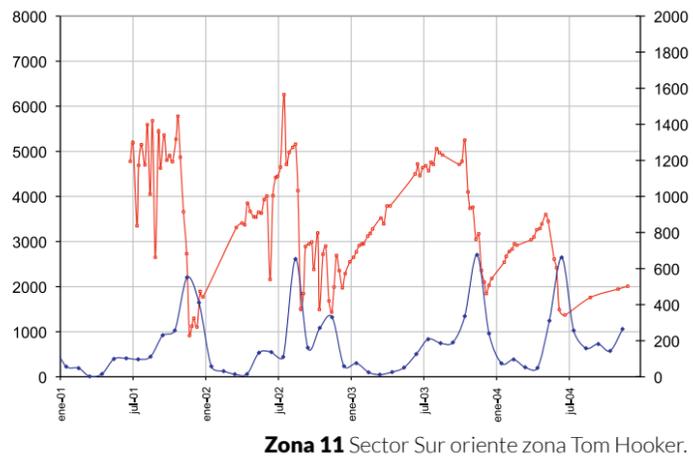
Zona 5 Sector Oriente, zona El Bight.



Zona 10 Sector Oriente zona La Zamba.



MAPA 28. Mapa de zonas del acuífero en la isla de San Andrés con respecto a la salinidad y potencial de aprovechamiento. Datos de precipitación obtenida de la estación del Aeropuerto Gustavo Rojas Pinilla, operada por el IDEAM.



Zona 11 Sector Sur oriente zona Tom Hooker.

Conclusiones y consideraciones finales

Con la información obtenida hasta el momento, CORALINA analiza la potencialidad de explotación del acuífero no solo basado en la existencia de un agua de buena calidad, sino también en su estabilidad o baja sensibilidad ante la explotación y al régimen climático que ayudan a su recarga, factores interrelacionados que determinan si las áreas pudieran ser aprovechadas de manera sostenible. Se ha construido un modelo que permite predecir comportamientos esperados por escenarios de explotación y cambio climático esperado. Este modelo está siendo alimentado para ser calibrado.

Red de pozos concesionados

- Los monitoreos de los últimos ocho años en la isla de San Andrés han confirmado una estacionalidad, en donde las variaciones de la conductividad eléctrica (salinidad) en el recurso hídrico subterráneo está asociada con el régimen de lluvias. Aunque se presenta sobreexplotación en pozos localizados, en la mayoría de los casos se ve el acuífero se recupera y en el largo plazo genera estabilidad. Por lo tanto se concluye que aún no se ha dado la intrusión marina, entendida esta como un incremento paulatino, sostenido de la salinidad y sin recuperación, en el recurso de aguas subterráneas de la Isla de San Andrés.
- Gracias a buenas prácticas de manejo y a campañas educativas se ha detectado en los pozos concesionados una tendencia favorable a la disminución y estabilización de la conductividad eléctrica (salinidad), y a la vez un ascenso en los niveles piezométricos. Por lo tanto, queda demostrado que la concesión es una herramienta de manejo efectiva y a la vez una fuente de información valiosa para determinar su comportamiento y naturaleza.
- Desde el punto de vista de sus condiciones de salinidad y posible aporte de caudal, se mantienen seis zonas en la isla de San Andrés con potencia-

lidades de explotación de buena a moderada. El mantenimiento de estas zonas dependerá de su aprovechamiento sostenible, el cual se analizará más fondo en estudios y modelos a realizarse en el corto plazo.

- Existen otras cinco zonas de mayor sensibilidad e inestabilidad que le dan características desfavorables para la extracción. En estas zonas podrían desarrollarse proyectos de restauración y monitoreo de su funcionamiento y respuesta.

Monitoreos de la calidad del agua

- La calidad del recurso hídrico subterráneo está sectorizado y depende básicamente de su cercanía a asentamientos humanos y a las actividades agropecuarias de la zona rural de la isla. Básicamente está influenciada por su cercanía al mar, lo que determina características especiales respecto a su utilización en labores domésticas. La cuenca de El Cove es el área con las mejores condiciones de calidad por su baja concentración de sales inorgánicas disueltas.
- Se observa una mejoría en el porcentaje de pozos en la zona Cove y Este con características de agua en el rango de calidad media, que contrasta con una disminución en el número de puntos con calidad dudosa, mientras que el porcentaje de puntos con calidad peligrosa se mantienen relativamente estables. En la zona “Norte” se observa un incremento en los puntos con calidad peligrosa a costa de la disminución de puntos con calidad dudosa.
- Por su parte, en en la zona “Hansa” la calidad del agua parece mejorar, pasando de peligrosa a media. Finalmente, todos los puntos de la zona “Oeste” mantienen su calidad peligrosa.

Agradecimientos

Patricia Abdulazis, Janelly Murillo, Cindy Fortune, Gilleann Taylor, Yaneth Mena, Gloria Bizcaino, Margarita Rojas, Liane Gamboa, Shelly Palmer, Olga Quema, Elaisha Howard, Aideé O'Neill y Alexa Forbes



(Foto: Giovanna Peñaloza, CORALINA).

Calidad ambiental de aire y contaminación acústica en la isla de San Andrés

Opal Bent, Asilvina Pomare y Jonathan Taylor

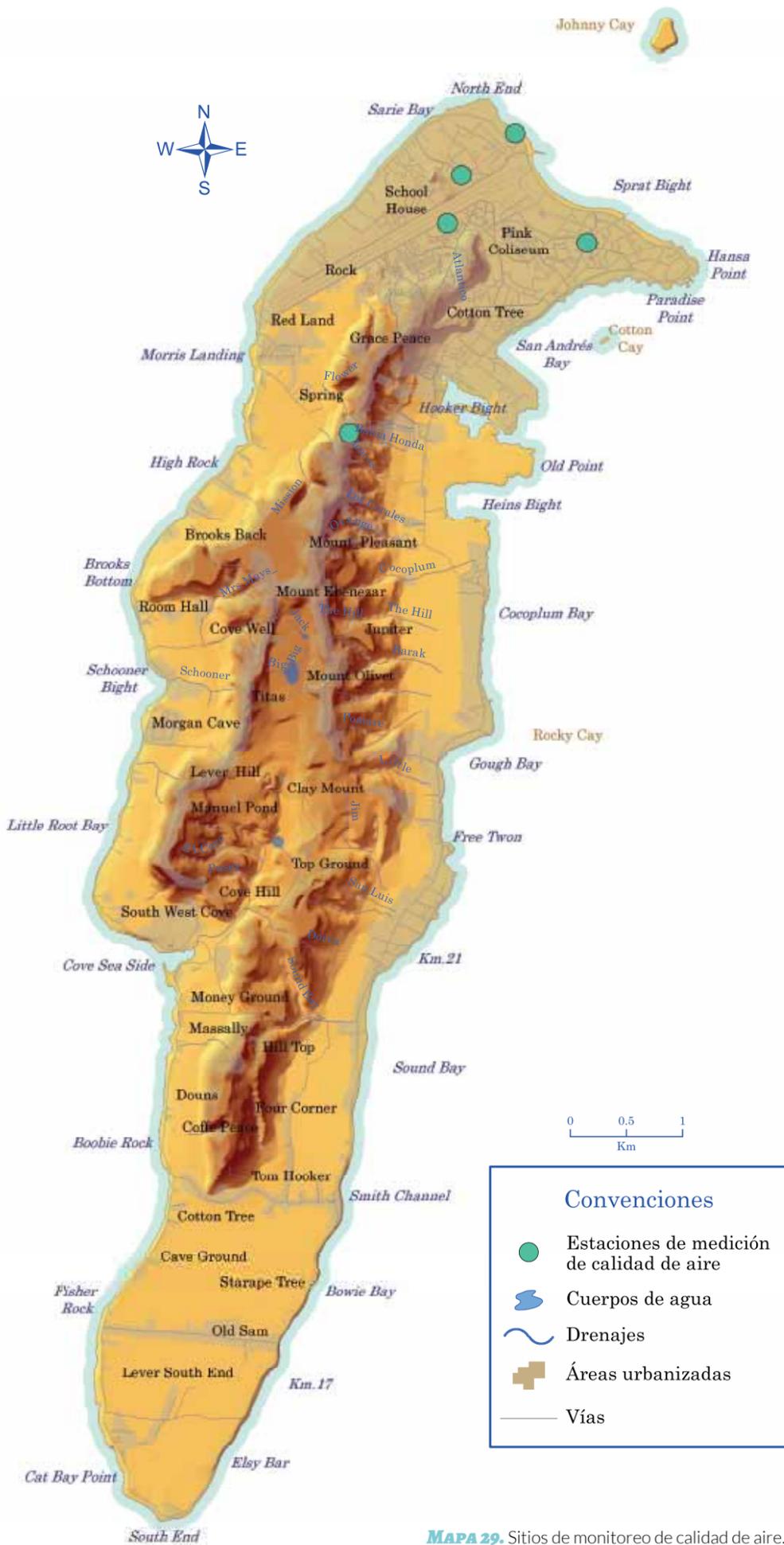
Calidad del aire

Las condiciones especiales de la Reserva de Biósfera Seaflower, tales como su pequeña superficie (San Andrés 27 km², Providencia 18 km² y Santa Catalina 5 km²), montañas bajas, presencia constante de vientos y capacidad de fijación de las plantas terrestres y marinas, le permiten tener una calidad del aire ambiente aceptable. A esto se suma que en las islas hay un modelo de desarrollo económico que no contempló la instalación de industrias contaminantes (Taylor, 2010a). Por lo tanto, los aportes de contaminantes que se generan

por las actividades antropogénicas por lo general se dispersan rápidamente. No obstante, con un parque automotor en incremento y obsoleto y el desarrollo de obras de infraestructuras sin un apropiado manejo ambiental se está amenazando la calidad del aire en la Isla de San Andrés.

En consecuencia, desde 2001 CORALINA ha realizado estudios sobre el comportamiento y estado del recurso aire, monitoreando las concentraciones de los parámetros óxidos de azufres, óxidos de nitrógeno y TSP. Las estaciones de monitoreo se encuentran en el Mapa 29.

Los resultados de estos estudios han comprobado que los aportes de contaminantes se dispersan y que las concentraciones medidas se encuentran por debajo



MAPA 29. Sitios de monitoreo de calidad de aire.

TABLA 5. Mediciones históricas de contaminantes del aire en la isla de San Andrés.

Parámetro	CORALINA 2010	CORALINA 2008	CORALINA 2006	ADA Cia Ltda 2004	ILAM 2004	CORALINA 2001	Norma local
TSP $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	77,00	37,70	50,00	70,43	84,70	98,30
NOx $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,2	9,00	16,60	1,40	6,98	4,74	98,30
SOx $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1,07	0,15	-	17,80	6,57	6,94	98,30

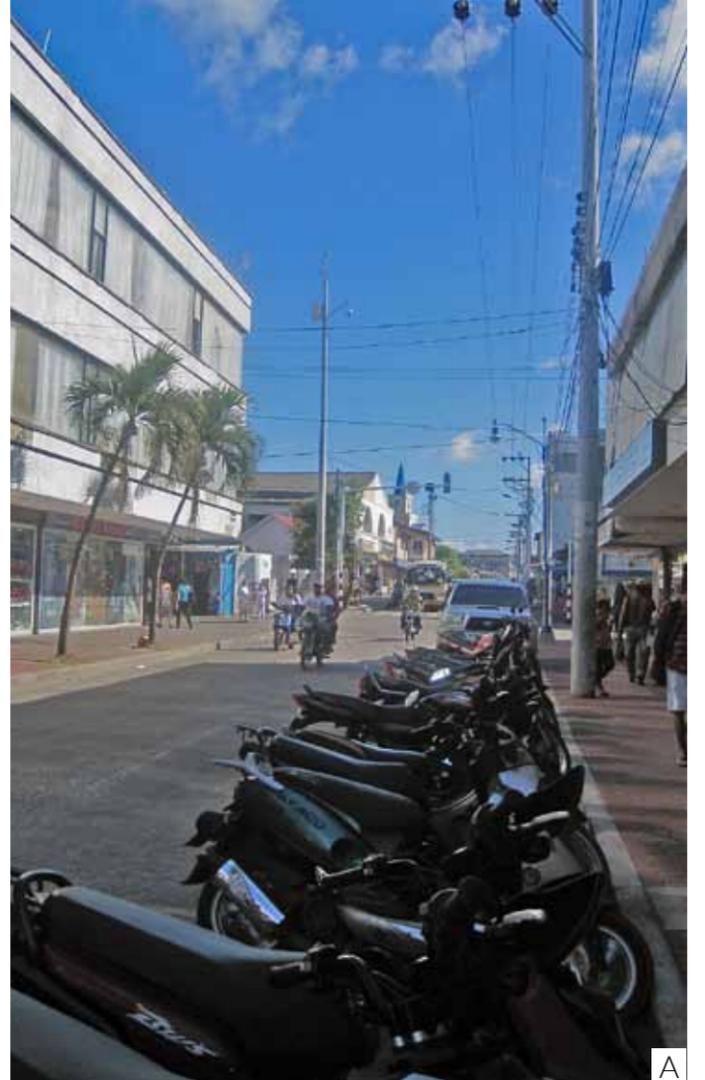
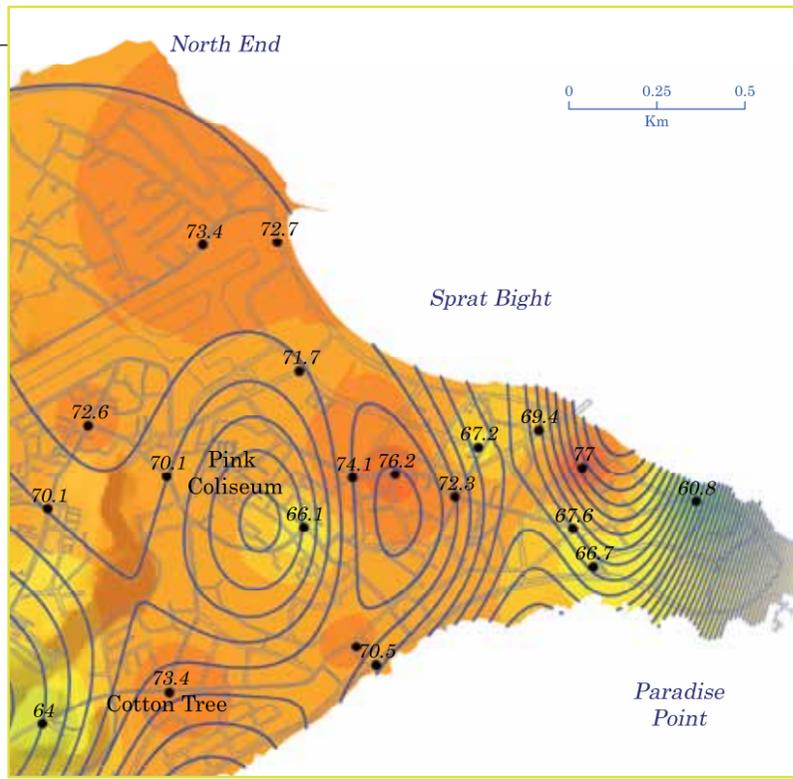
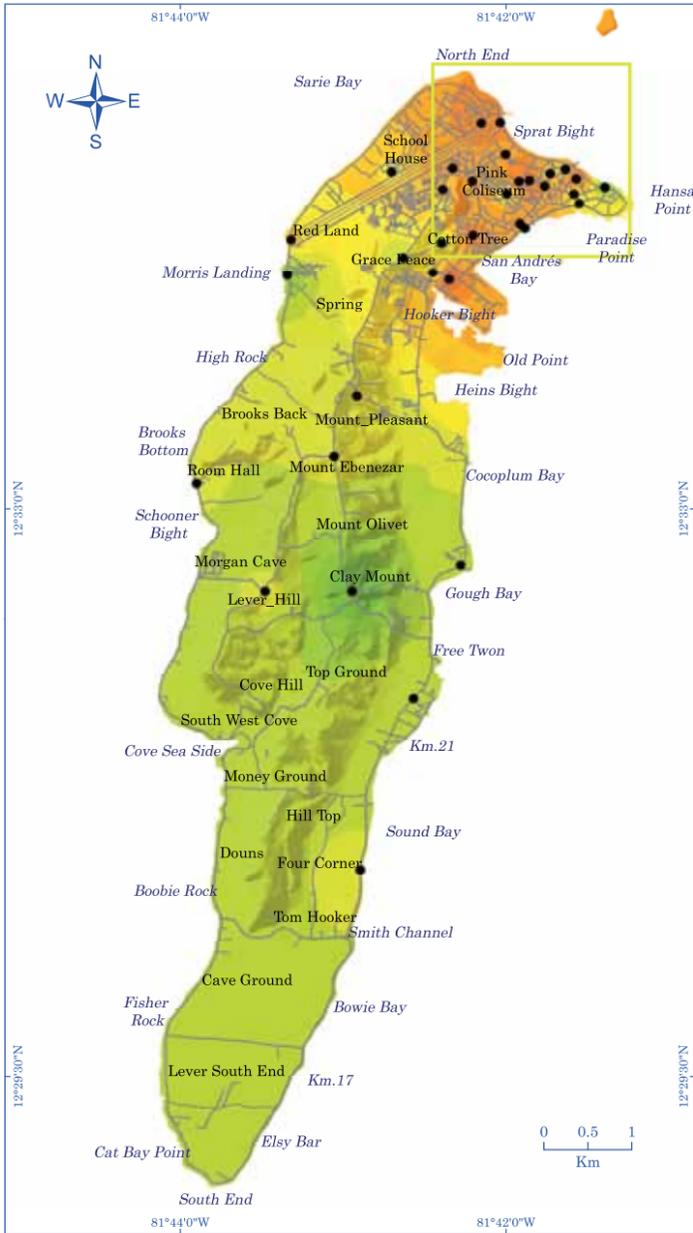


FOTO 4. Algunas imágenes que muestran el tipo de actividades humanas que pueden estar causando alteraciones en la calidad del aire en la isla de San Andrés. (A) Conducción de motocicletas y automoviles (Foto Carolina Segura, INVEMAR). (B) Central eléctrica de la isla de San Andrés en el sector de Schonner Bight (Foto: Archivo CORALINA).

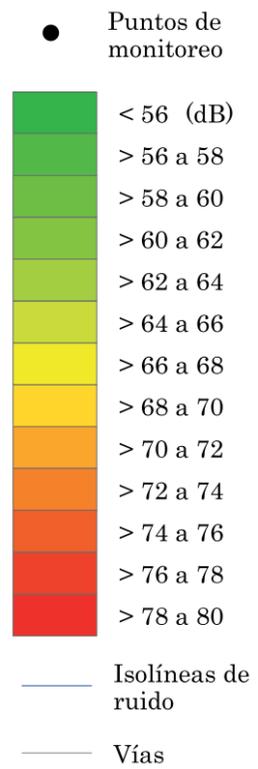
de los límites permisibles (Tabla 5). Con satisfacción se reporta que en las mediciones hechas en 2008 y 2010 no se registró contaminación atmosférica comparada con los valores permisibles de la Resolución 601 de 2006 y por consiguiente no se le consideran perjudiciales, ni tóxicos para el medio ambiente o la salud humana.

No obstante, es importante atender la situación con respecto a factores ambientales específicos, como el parque automotor en su cantidad, tipo y su obsolescencia, el desarrollo de obras de infraestructura, la operación de la central de generación eléctrica y las quemaduras que son prácticas indebidas de preparación de suelos para la agricultura utilizadas aún en la isla. CORALINA vigila y ordena medidas de manejo para que la normativa ambiental que rige en el país sobre el tema de emisión de fuentes fijas y móviles sea acatada.

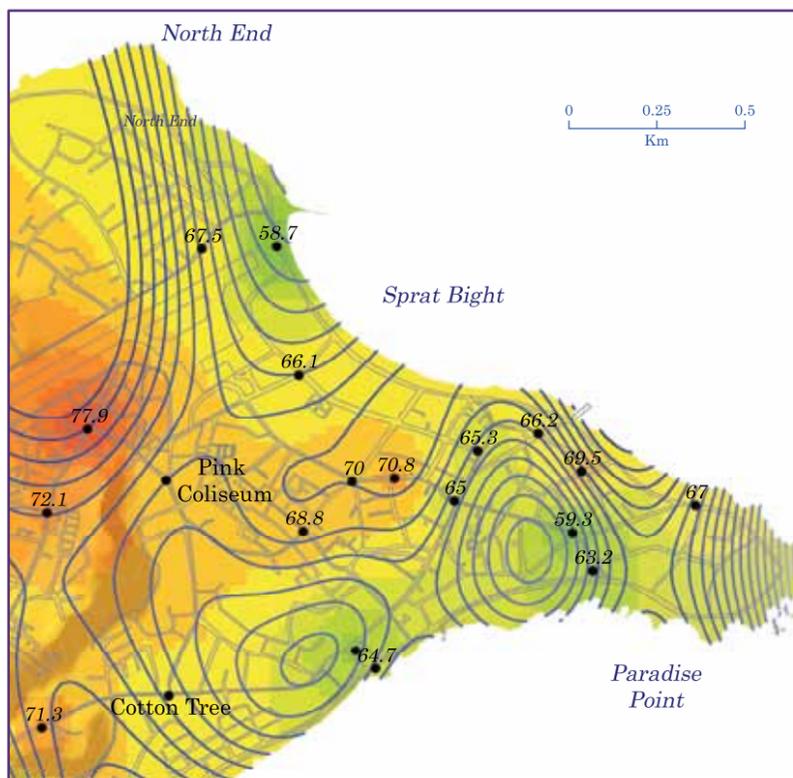
DIURNO



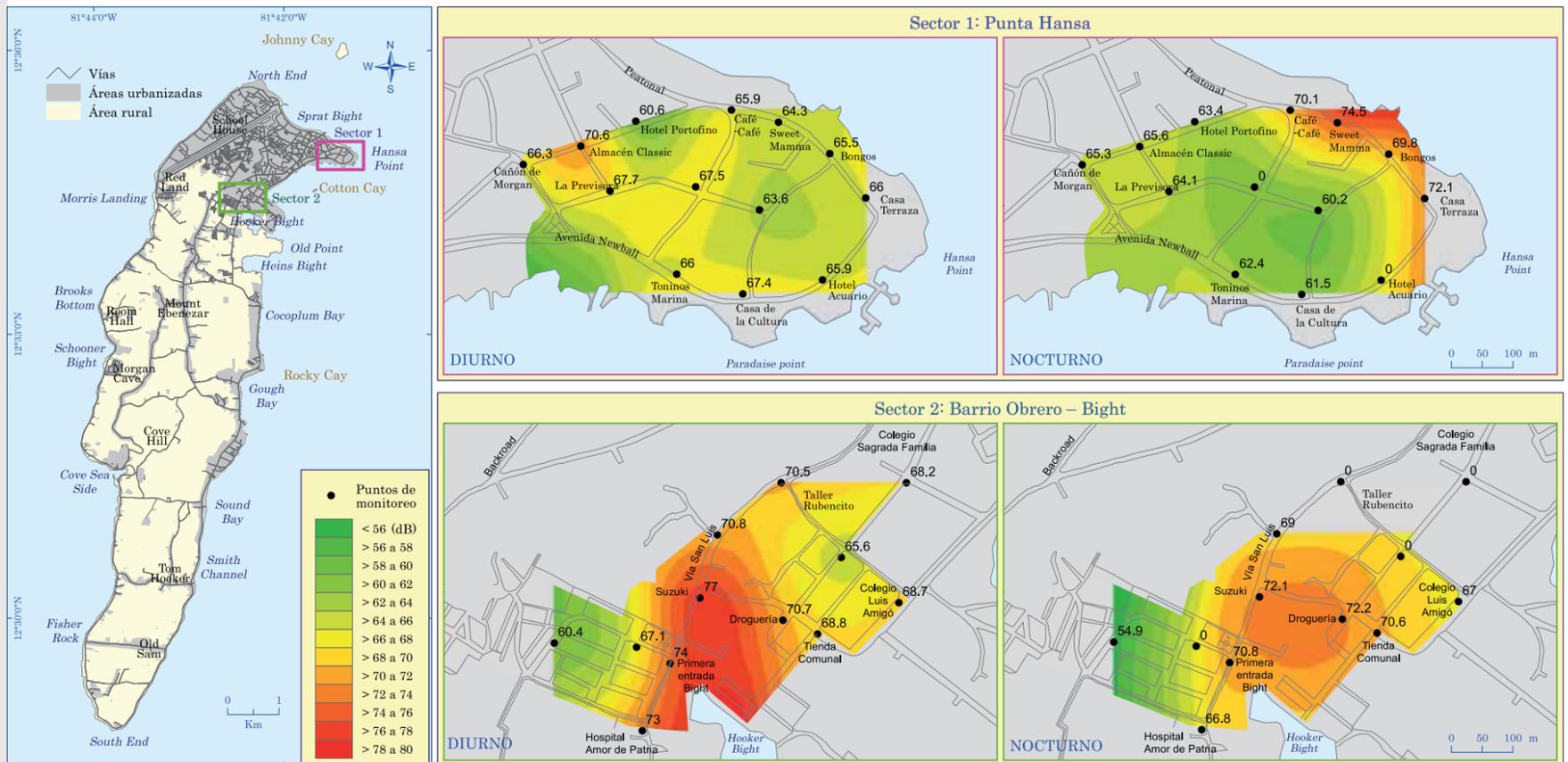
Leyenda



NOCTURNO



MAPA 30. Puntos de monitoreo de ruido en 2008 y niveles de ruido ambiental de acuerdo con los datos recopilados en la isla de San Andrés. A) Diurno B) Nocturno.



Contaminación acústica

En la isla de San Andrés, se llevan a cabo actividades económicas afines con el turismo, el comercio, la pesca y la agricultura, principalmente, para las cuales se han identificado problemas ambientales que implican disminución y reducción de la calidad de vida de los nativos, residentes y turistas. Uno de estos problemas es el alto nivel de presión sonora o ruido que puede observarse y percibirse en el ambiente, que día a día va en aumento, generando problemas sociales y de salud pública a toda la comunidad (Taylor, 2010b).

En general se ha identificado el transporte y el uso de altoparlantes como fuentes de emisión. El ruido provocado por los vehículos se debe tanto al funcionamiento de los motores (especialmente los diesel, durante los ciclos de aceleración) como al roce entre neumáticos y pavimento (principalmente a altas velocidades) y el uso de bocinas y pitos.

En cumplimiento a lo establecido en la normativa de ruido, CORALINA ha venido haciendo diversos muestreos. En el año 2008 se realizó monitoreo de algunos sitios a lo largo de la isla de San Andrés en jornada diurna y nocturna (Mapa 30), permitiendo identificar de manera general las áreas con mayores niveles de ruido, como el área urbanizada de North End.

Desde el año 2010, se ha venido haciendo el monitoreo de algunas zonas, recopilando información en campo y elaborando mapas de isoniveles como indicadores de ruido ambiental. Las zonas seleccionadas para continuar con el monitoreo son las unidades de planificación (UPI-R) 08 y 18, correspondientes a los sectores, de punta Hansa y los barrios Obrero y Bight, de la isla de San Andrés, de acuerdo con el Plan de Ordenamiento Territorial, por considerarse área de mayor reporte de incidencia relacionadas con la gene-

ración de ruido. Los resultados obtenidos del monitoreo para el año 2010 se presentan en el Mapa 31.

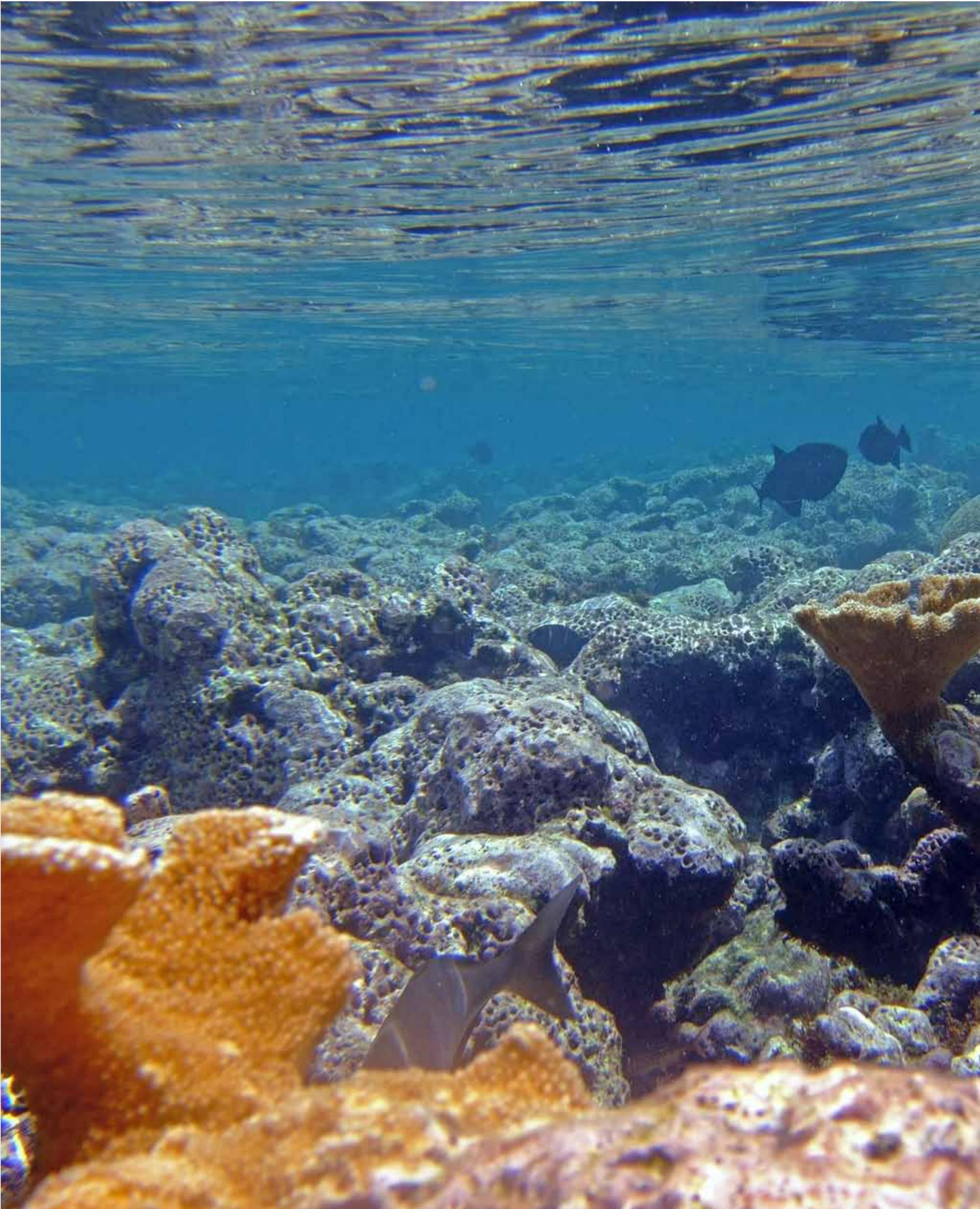
De acuerdo con los valores medidos de ruido ambiental, obtenidos en los dos sectores monitoreados de la isla, se evidencia altos niveles de ruido, especialmente en la jornada nocturna (21:01 hasta 7:00, Resolución 0627 del 2006), donde se presentan los niveles más elevados y la mayoría de los incumplimientos de los estándares máximos permisibles de 70 db, establecidos en la Resolución 627 de 2006, emitida por el Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Para el sector de punta Hansa, ubicado en la zona de North End, los niveles de emisión de ruido ambiental durante el periodo diurno (7:01 hasta las 21:00 horas), se encuentran dentro de los rangos máximos admisibles establecidos por la norma en la mayoría de sus puntos y en muy pocas situaciones se excede mencionado valor. En el periodo nocturno (21:01 hasta 7:00), todos exceden los niveles máximos permisibles de emisión. Situación atribuible al alto número de establecimientos nocturnos que funcionan en el sector, sin cumplir los estándares de insonorización en su infraestructura que mitiguen el impacto y la emisión del ruido generado principalmente por equipos de sonido.

En el sector barrio Obrero - Bight (UPI - 08), funcionan varios colegios y los dos principales centros hospitalarios de la isla, por lo cual y de acuerdo con la norma de referencia se cataloga como zonas de tranquilidad y silencio y ruido moderado. Tal como se identificó en punta Hansa y en Este, la proliferación de establecimientos comerciales son las fuentes que inciden en los niveles de ruido ambiental, que superan ampliamente los estándares máximos permisibles de emisión establecidos en la norma nacional y las demás emitidas a nivel local como la Ordenanza 005 de 2007 y el Decreto 286 de 2000, entre otras.

Literatura citada

- Alongi D, K Boto y A Robertson. 1992. Nitrogen and phosphorus cycles. En: Tropical mangrove ecosystems. Coastal and estuarine studies. American Geophysical Union. Washinton, DC. 251 - 292.
- Amaya A y P Abdulaziz. 2004. Informe de los monitoreos sistemáticos en la isla de San Andrés y providencia. Periodo 1997 - 2004. Implantación del Sistema de Monitoreo, Control Y Evaluación de la Calidad Ambiental en el Archipiélago. Subdirección de Gestión Ambiental. CORALINA. 32 p.
- Amaya A y J Murillo. 2006. Monitoreo sistemático de las aguas marino-costeras del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa catalina - 2006. Protección y Manejo Sostenible del Recurso Hídrico en el Archipiélago. Informe Técnico. CORALINA - Subdirección de Gestión Ambiental. 37 p.
- Bernal G, G Poveda, P Roldán y C Andrade. 2006. Patrones de variabilidad de las temperaturas superficiales del mar en la Costa Caribe Colombiana. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 30 (115): 195-208. 2006. ISSN 0370-3908.
- Cantillo S. 2007. Análisis histórico (1997 - 2005) de la calidad de las aguas costeras de la isla de San Andrés. Trabajo de grado. Univ. Nacional de Colombia - Instituto de Estudios Caribeños. San Andrés. 106 p.
- CEPIS. 2008. Guía para el manejo de residuos sólidos en ciudades pequeñas y zonas rurales. www.cepis.ops-oms.org. 10/11/2008.
- Consejo Nacional de Política Económica y Social - CONPES. 2005. Empresa de Acueducto y Alcantarillado de San Andrés: Proyecto de Importancia Estratégica para el País en el Marco del Programa de Modernización Empresarial del Sector. DNP: DDUPA/MAVDT/SSPD. Documento Conpes 3350. Bogotá. 12 p.
- CORALINA. 1999. Proyecto monitoreo de la calidad ambiental del archipiélago. Corporación para el desarrollo sostenible del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. San Andrés Islas, 123 p.
- DANE. 2009. Sistema de Consulta Información Censal. Censo 2005 DANE. Censo básico. Procesado con Redatam+SP, Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía (CELADE), CEPAL, Santiago, Chile. 26 de febrero 2009. <http://www.dane.gov.co/>
- Díaz JM, J Garzón-Ferreira y S Zea. 1995. Los arrecifes coralinos de la isla de San Andrés, Colombia: Estado Actual y perspectivas para su conservación. Academia colombiana de Ciencias Exactas, físicas y naturales. Colección Jorge Álvarez Lleras No. 7. Bogotá. 150 p.
- DNP. 2007. Agenda Interna para la productividad y la competitividad. Documento regional, San Andrés, Providencia y Santa Catalina. DNP-Agenda Interna. Bogotá. 40 p.
- Elmir S, M Wright, A Abdelzaher, H Solo-Gabriele, L Fleming, G Miller, M Rybolowik, M Peter, S Pillai, J Cooper y E Quaye. 2007. Quantitative evaluation of bacteria released by bathers in a marine water. Water Research. 41: 3 - 10.
- EPA - Environmental Protection Agency of US. 2008. Screening Quick Reference Tables (SQuiRTs). http://response.restoration.noaa.gov/faq_topic.php?faq_topic_id=6#7.27/03/09.
- Escobar J. 2002. La contaminación de los ríos y sus efectos en las áreas costeras y el mar. División de Recursos Naturales e Infraestructura. Naciones Unidas. CEPAL - SERIE Recursos naturales e infraestructura N° 50. 68 p.
- Fabricius KE. 2005. Effects of terrestrial runoff on the ecology of corals and coral reefs: review and synthesis. Marine Pollution Bulletin 50: 125-146.
- Garay JA, B Marín, G Ramírez, J Betancourt, W. Troncoso, M Gómez, B Cadavid, M Vélez, D Roza, L Arias y J Vivas. 2002. Diagnóstico y evaluación de la calidad ambiental marina en el Caribe y Pacífico colombiano. Red de vigilancia para la conservación y protección de las aguas marinas y costeras de Colombia. -REDCAM-. Informe Técnico. Instituto de investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andrés" INVEMAR. Santa Marta. 260 p.
- Garay J, B Marín, N Calvano, G Ramírez, W Troncoso, O Medina, M Vélez, H. Lozano, B Cadavid, J Acosta, A Lancheros y M Rendón. 2001. Diagnóstico y evaluación de la calidad ambiental marina en el Caribe y Pacífico colombiano. Red de vigilancia para la conservación y protección de las aguas marinas y costeras de Colombia. REDCAM. Instituto de investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andrés" INVEMAR. Santa Marta. 249 p.
- Garay JA y LA Castro. 1993. Niveles de hidrocarburos del petróleo en la isla de San Andrés - Caribe Colombiano. 85-101. En: Bol. Cient. CIOH 13: Cartagena. 101 p. ISSN: 01200542.
- INVEMAR - CORALINA. 2008. Evaluación del Efecto de las Cuencas en Ordenamiento: Mc Bean, Bailey y Fresh Water sobre los Ecosistemas Marinos y Costeros de la Isla de Providencia. Informe Técnico Final. 42 p.
- INVEMAR. 2001. Informe anual sobre el estado de los recursos marinos y costeros -2000. Programa Sinam - Unidad Coordinadora de Información. INVEMAR. 134 p.
- INVEMAR. 2011. Sistema de Información Ambiental Marina de Colombia - SIAM. Base de datos. Red de vigilancia para la conservación y protección de las aguas marinas y costeras de Colombia - REDCAM. <http://www.invemar.org.co/siam/redcam>. 22/10/2011.
- Lapointe BE. 1997. Nutrient Thresholds for Bottom-Up Control of Macroalgal Blooms on Coral Reefs in Jamaica and Southeast Florida. Limnology and Oceanography, Vol. 42, No. 5, Part 2: The Ecology and Oceanography of Harmful Algal Blooms. (Jul., 1997), pp. 1119-1131.
- Marín B, W Troncoso, LJ Vivas-Aguas y ML Gómez. 2005. La Calidad Ambiental Marina y Costera en Colombia. 33-65. En: Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives De Andrés. 2005. Informe del Estado de los Ambientes Marinos y Costeros en Colombia: Año 2005. (Serie de Publicaciones periódicas/INVEMAR; No.8) Santa Marta. 360 p.
- Marin B. 2002. Descripción de la escala conceptual indicativa del grado de contaminación. Diagnóstico y evaluación de la calidad ambiental marina en el Caribe y Pacífico colombiano. Red de vigilancia para la conservación y protección de la calidad de las aguas marinas y costeras. Informe Final. Anexo 4. Programa Calidad Ambiental Marina - INVEMAR. 30 p.
- Miller ML. 1996. Protecting the marine environment of the Wider Caribbean region: the challenge of institution building. Green Globe Yearbook: 37-45.
- Ministerio de desarrollo económico. 2002. Sistemas de Acueducto. En: Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico. RAS-2000. Sección II, Título B. Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico. Santa Fe de Bogotá D. C., 206 p.
- Ministerio de Salud. 1984. Decreto No. 1594 del 26 de junio. Usos del agua y residuos líquidos. 52 p.
- Mow MJ, C Aguilera y S Tabet. 2001. Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. Corporación Autónoma Regional y de Desarrollo del Archipiélago San Andrés, Providencia y Santa Catalina -CORALINA-. 64 p.
- Parra JP y L Espinosa. 2007. Acumulación de Pb, Cd y Zn en sedimentos asociados a Rhizophora mangle, en el río Sevilla Cienaga Grande de Santa Marta, Colombia. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 31(120): 357-364.
- Peña LE. 2008. Planificación de la ordenación de las microcuencas Fresh Water, Bailey y Mc Bean Lagoon de la isla de providencia. Componente hídrico. Consultoría realizada por convenio Inter-administrativo CORALINA-UTP. 66p.
- Randall DJ, WL Poon, CCY Hung y TKN Tsui. 2007. Hypoxia in fish. 133-137. En: Brauner, J. K. Suvajdzic, G. Nilsson, D. Randall (Eds). Fish physiology, toxicology and water quality. Proceedings of the Ninth International Symposium, Capri, Italy, April 24-28, 2006. Ecosystems Research Division. EPA/600/R-07/010. 260 p.
- Stewart J, R Gast, R Fujioka, H Solo-Gabriele, J Meschke, L Amaral-Zettler y E del Castillo. 2008. The coastal environment and human health: microbial indicators, pathogens, sentinels and reservoirs. Environmental Health, 7 (2): S3.
- Superintendencia de puertos y transporte - Supertransporte. 2008. Anuario estadístico 2007. www.supertransporte.gov.co. 30/11/2008.
- Taylor J. 2010a. Monitoreo de la calidad del aire en la isla de San Andrés 2010. Implementación del Sistema de Monitoreo, Control y Evaluación de la Calidad Ambiental en el Archipiélago. Subdirección de Gestión Ambiental. CORALINA 15p.
- Taylor J. 2010b. Monitoreo de Ruido Ambiental en la Isla de San Andrés isla 2010. Implementación del Sistema de Monitoreo, Control y Evaluación de la Calidad Ambiental en el Archipiélago. Subdirección de Gestión Ambiental. CORALINA 34p.
- Troncoso W, LJ Vivas-Aguas, S Narváez, J Sánchez (Eds.). 2008. Diagnóstico y evaluación de la calidad ambiental marina en el Caribe y Pacífico colombiano. Red de vigilancia para la conservación y protección de las aguas marinas y costeras de Colombia. REDCAM. Informe Técnico 2008. INVEMAR. Santa Marta. 301 p.
- Ulloa, D., H. Sánchez-Páez, W. Gil-Torres, J. Pino-Rengifo, H. Rodríguez-Cruz, y R. Álvarez-León, 1988. Conservación y uso sostenible de los manglares del Caribe colombiano. Ministerio de Medio Ambiente/ ACOFORE/OIMT. Santa Fé de Bogotá. 24 p.
- UNEP - RCU/CEP. 2008. Updated CEP Technical Report No. 33 Land-based Sources and Activities in the Wider Caribbean Region. Kingston. 71 p.
- UNESCO. 1984. Manuales y guías No. 13 de la COI. Manual para la vigilancia del aceite y de los hidrocarburos del petróleo disueltos/dispersos en el agua de mar y en las playas. 87pp.
- Vides MP y PC Sierra-Correa (Eds.). 2008. Atlas de paisajes Costeros de Colombia. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras -INVEMAR- y Corporación Autónoma Regional y de Desarrollo del Archipiélago San Andrés, Providencia y Santa Catalina -CORALINA-. Santa Marta, Colombia. 132 p. (Serie Documentos Generales de INVEMAR No 16). ISBN: 958-97349-1-X.
- Vivas-Aguas L, M Tosic, J Sánchez, S Narváez, B Cadavid, P Bautista, J Betancourt, JP Parra, L Echeverri y L Espinosa. 2010. Diagnóstico y evaluación de la calidad ambiental marina en el Caribe y Pacífico colombiano. Red de vigilancia para la conservación y protección de las aguas marinas y costeras de Colombia. -REDCAM. Informe técnico 2010. INVEMAR. Santa Marta, 208 p.





Una mirada a la biodiversidad del borde costero de la isla de San Andrés



*Gloria Murcia, Claritza Llanos, Mishell Taylor,
Jairo Lasso, Martha Inés García,
Martha C. Prada, Nacor Bolaños,
Alfredo Abril-Howard, Ana María González,
Camila Sánchez, Elizabeth Taylor,
Opal Bent Z. y Andrea Pacheco, CORALINA
Adriana Osorno y Diego Gil-Agudelo, INVEMAR
Santiago Posada, Parque Nacional Natural
Old Providence McBean Lagoon*

(Foto: Nacor Bolaños, CORALINA).

Vegetación vascular terrestre del borde litoral del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina

Gloria Murcia

Isla de San Andrés

El borde litoral es uno de los hábitats más importantes de la isla de San Andrés, tanto por sus playas, recurso vital para el turismo, como por la biodiversidad que alberga, para diferentes organismos terrestres, para la anidación de tortugas y como lugar de descanso de aves migratorias y residentes. La vegetación de esta zona ayuda en la estabilización del suelo, ya que retiene arena y mitiga la erosión por la acción del viento. La franja está compuesta por cuatro unidades paisajísticas, litoral arenoso (playas arenosas), litoral rocoso (afloramientos de rocas coralinas), manglar y zona de transición entre manglar y vegetación terrestre (zona asociada a manglar). En total estas unidades poseen una extensión aproximada de 40.000 metros lineales.

La vegetación de esta zona posee características estructurales y fisiológicas que le permiten sobrevivir en condiciones hostiles como el rápido drenaje del agua y una alta evaporación y salinidad. Algunas de estas características están representadas por sustancias cerosas en la superficie de sus hojas para disminuir la pérdida de agua, presencia de pelos para disminuir la evapotranspiración por el calor y el viento, así como abundantes y pequeñas raíces secundarias para aumentar la absorción del agua proveniente de las lluvias (Nellis, 1994). Adicionalmente se pueden encontrar hojas y tallos con glándulas que excretan el exceso de sal, menor cantidad y tamaño de hojas, para disminuir la demanda de agua, y succulencia en hojas y tallos para almacenar agua. Los fuertes vientos que tienen que soportar las plantas del borde costero sumado a la aspersion de agua marina, dan ventaja a especies de porte bajo, muchas de ellas con tallos flexibles como se evidencia en la mayor proporción del estrato herbáceo en las tres unidades paisajísticas 70% (playa), 66% (afloramientos coralinos) y 25% (zona asociada al manglar) (Figura 1).

La composición vegetal varía de acuerdo con la unidad geomorfológica (pendiente y amplitud del borde), la actividad antrópica y la velocidad y dirección del viento. Un ejemplo de esto, es la influencia de los vientos Alisios, solo un 33% de los puntos de muestreo del norte (más influenciado por estos vientos) presentaron cobertura vegetal, mientras que el sector suroriental (menos influenciado) tuvo el 100%. Los otros elementos del clima como temperatura, presión atmosférica, humedad y precipitación no son determinantes en la composición o cobertura, dado que por el tamaño de la isla estos parámetros no varían entre unidades.

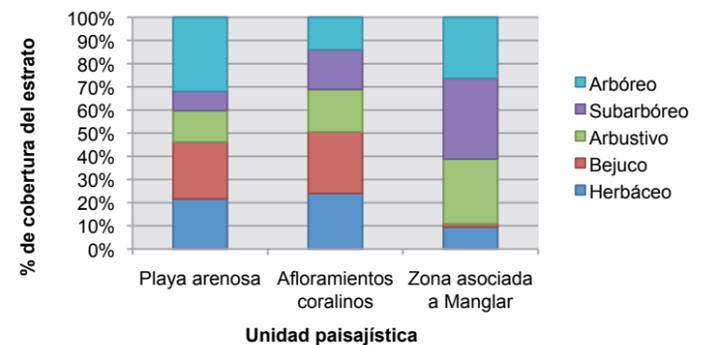


FIGURA 1. Formas de vida presentes en las unidades paisajísticas de la flora del borde costero de la isla de San Andrés.

La unidad playa arenosa ubicada en el norte y el suroeste de la isla (Mapa 31), debe soportar la inestabilidad del sustrato, fuertes vientos y poca retención de agua (por la alta porosidad del suelo arenoso). La vegetación de las playas del norte está dominada por especies como *Cocos nucifera* y *Dactyloctenium aegyptium*, mientras que en las del suroeste dominan *Caesalpinia bonduc*, *Vigna luteola*, *Chrysobalanus icaco*, *Argusia gnaphalodes* y *Suriana maritima*.

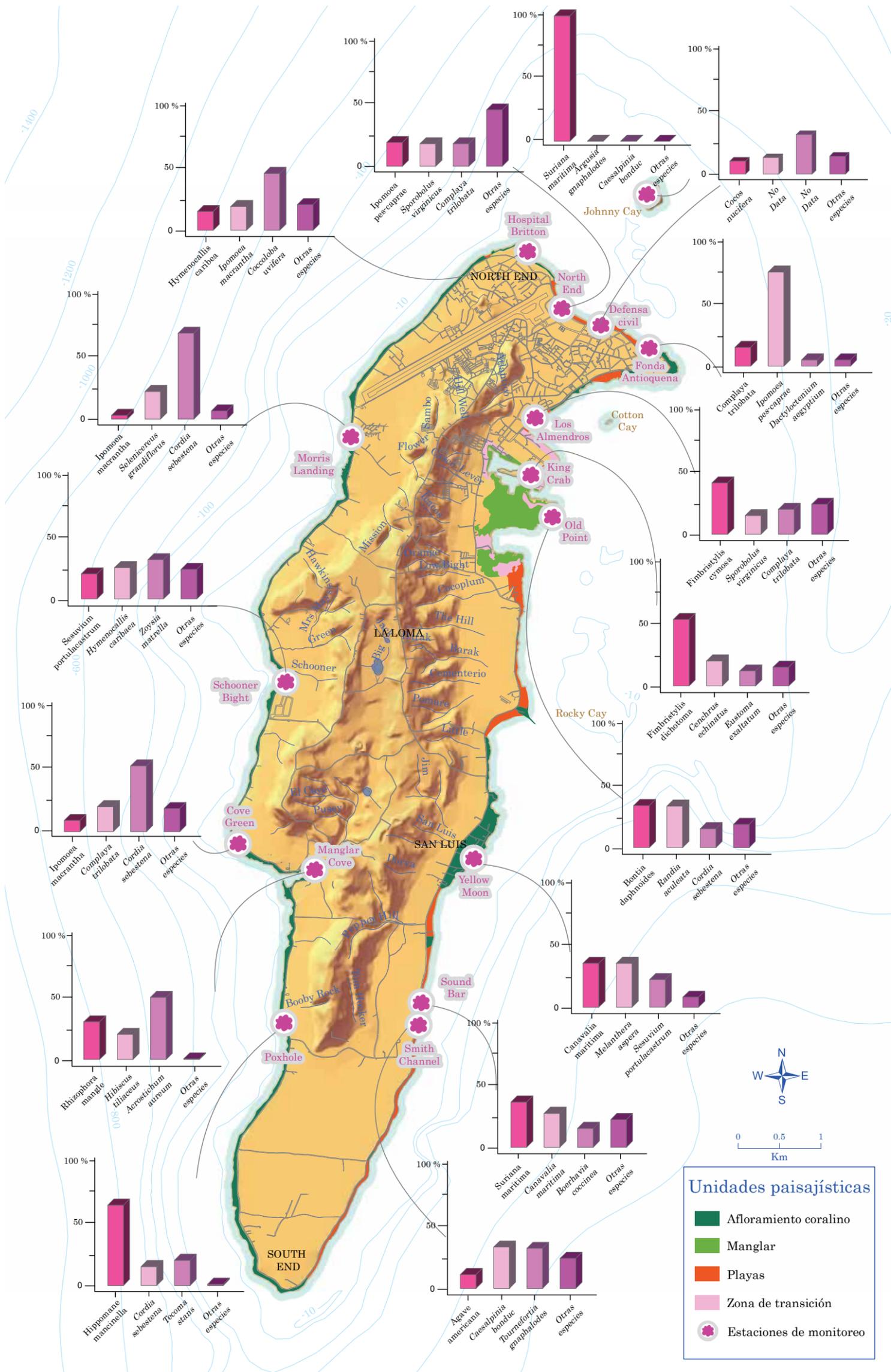
La unidad de litoral rocoso, consistente en afloramientos coralinos, presenta condiciones similares a la unidad playa, en cuanto a la salinidad y a la poca disponibilidad de agua dulce, pero difiere en cuanto a la estabilidad del sustrato. En esta unidad, factores como oleaje, tipo de sustrato y pendiente, determinan la composición de las comunidades (INVEMAR, 2004). La flora ha desarrollado un sistema radicular lo suficientemente fuerte para adherirse a la superficie rocosa. Aquí viven especies como *Sesuvium portulacastrum*, la cual es de crecimiento rastrero, retiene granos de arena y además aporta la materia orgánica suficiente para que se establezcan otras especies arbustivas que posteriormente servirán de hábitat para especies de fauna.

El litoral rocoso está distribuido a lo largo del costado occidental de la isla de San Andrés y en secciones del costado oriental entre South End, Rocky Cay y North End. Las especies predominantes de este costado son *Melanthera aspera*, *Tecoma stans*, *Cordia sebestena*, *Conocarpus erectus*, y las del costado oriental son *Zoysia matrella*, *Sesuvium portulacastrum*, *Ipomoea pescaprae* y *Lippia nodiflora*. En el sector norte predominan *Coccoloba uvifera*, *Sesuvium portulacastrum*, *Hymenocallis caribaea* y *Morinda royoc*.

La unidad de transición entre el manglar y la vegetación terrestre está ubicada tanto en el sector nororiental en el Parque Regional Old Point, como en el occidente en el sector Cove Sea Side. La composición de especies en Old Point está dominada por *Randia aculeata*, *Crossoptalum rhacoma*, *Capraria biflora*, *Lantana involucrata*, *Thespesia populnea* y *Bursera simaruba*. En cambio, en El Cove hay dominancia de *Acrostichum aureum*, *Hibiscus tili-*

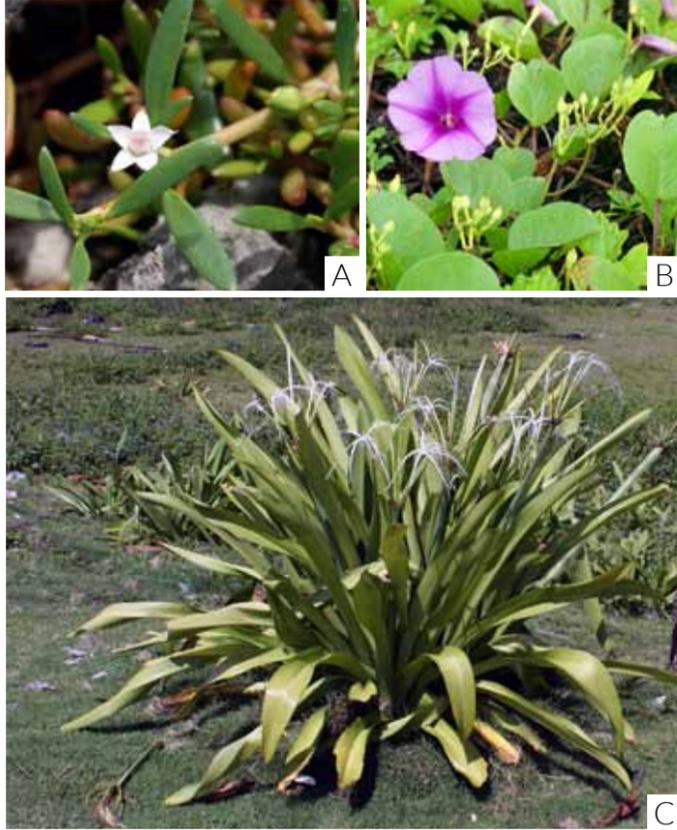
Atlas de la Reserva de Biósfera Seaflower

Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina



MAPA 31. Mapa de estaciones con las especies vegetales dominantes del borde costero en la isla de San Andrés.

Foto 1. Especies de flora más frecuentes en el borde costero de San Andrés: A) *Sesuvium portulacastrum* (Sea purslane, verdolaga), B) *Ipomoea pescaprae* (Bay slip, bejuco de playa), C) *Hymenocallis caribaea* (Lily, lirio de playa), D) *Sporobolus virginicus* (Seashore rush grass), E) *Cordia sebestena* (Foul rust), F) *Suriana maritima*.



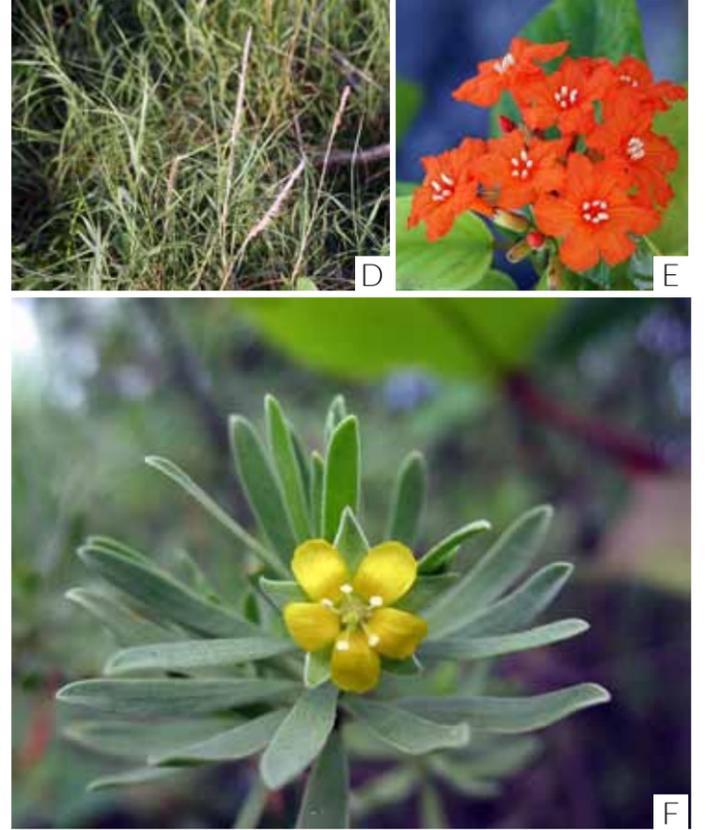
ceus y *Lonchocarpus heptaphyllum*. Estos dos sitios tienen diferencias importantes en su salinidad y velocidad del viento. En particular, Old Point, al tener mayor área de contacto con el borde, posee especies reportadas para el resto del Caribe como típicas de un bosque de transición, mientras que en el sector del Cove, al estar protegido por el manglar (*Rhizophora mangle*), posee una vegetación asociada a los manglares, tolerando más salinidad y humedad media o alta.

Existen especies que no están asociadas a una unidad geomorfológica específica, sino que aparecen a lo largo del borde costero y tienen características que les permiten sobrevivir en las tres unidades geomorfológicas. Algunas de estas especies son pioneras tales como *Sesuvium portulacastrum*, *Complaya trilobata*, *Ipomoea pescaprae*, *Fimbristylis cymosa*, *Canavalia maritima*, *Sporobolus virginicus* (Foto 1), y otras invasoras como *Zoysia matrella* (Foto 2) que desplazan las especies nativas.

La unidad del manglar será descrita dentro de los ecosistemas marinos dada su interacción directa con el mar adyacente.

En términos de índices ecológicos, la unidad de bosque de transición es la de mayor diversidad (0,97), seguido de la unidad rocosa (0,77) y la de playa arenosa

Foto 2. *Zoysia matrella* (grama china) especie invasora del borde costero en San Andrés isla.



(0,64) (Figura 2). La estructura de la vegetación también difiere entre las unidades, en la zona de transición el estrato con mayor porcentaje es el arbóreo y subarbóreo, mientras que en los afloramientos rocosos lo es el herbáceo y en las playas domina el herbáceo y arbóreo (*Cocos nucifera*).

Islas de Providencia y Santa Catalina

La vegetación del borde litoral de Providencia y Santa Catalina presenta siete estratos: arbóreo (>12m), subarbóreo (5-12m), arbustivo (1.5-5m), trepadoras, herbáceas (0.3-1.5m), epifitas y crasicaules predominando el estrato arbóreo (36,9%) seguido del estrato arbustivo (19,1%), siendo las epifitas la forma de vida con menor representación (0,4%) (Figura 3).

La vegetación de los acantilados es la unidad que representa el 50% del borde costero de Providencia. Santa Catalina se encuentra en la zona más elevada, en donde los vientos son más fuertes. Sin embargo, está menos expuesta al spray marino y la capa de suelo es más profunda y con más materia orgánica, permitiéndole a las especies de porte alto establecerse con mayor facilidad.

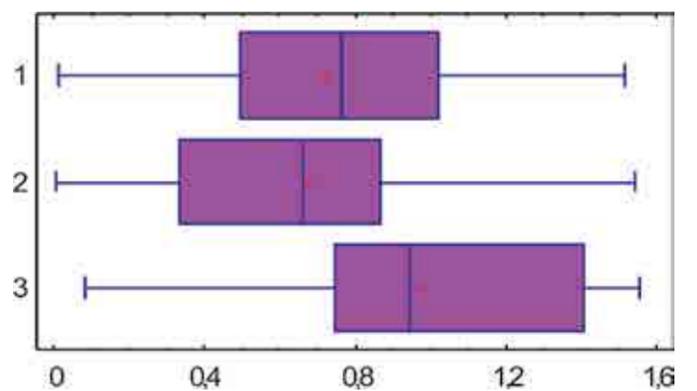


FIGURA 2. Variabilidad de los índices de diversidad en las unidades paisajísticas de la flora del borde costero en la isla de San Andrés. 1.) Afloramientos coralinos, 2) Playa arenosa, 3) Zona asociada al manglar.

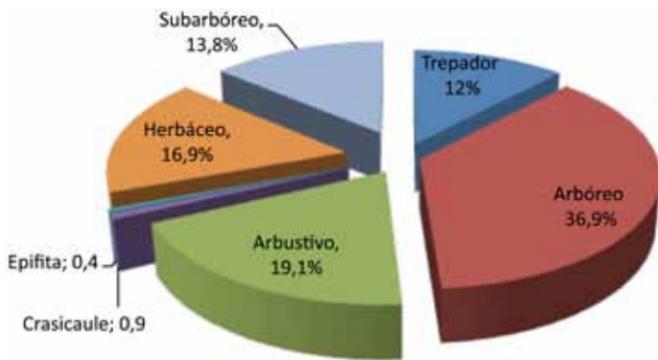


FIGURA 3. Formas de vida presentes en las unidades paisajísticas de la flora del borde costero en la isla de San Andrés.

En la unidad paisajística playa arenosa de las islas de Providencia y Santa Catalina las especies dominantes por cobertura fueron *Leucaena leucocephala*, *Hibiscus tiliaceus*, *Casearia* sp., *Cyperus ligularis*, *Petiveria alliacea*, *Pithecellobium dulce*, *Neea* sp., *Terminalia catappa*, *Lonchocarpus heptaphyllus* y *Malvaviscus arboreus* (Foto 3).

Una de las especies con mayor índice de cobertura, frecuencia y densidad del borde costero de Providencia y Santa Catalina es *Leucaena leucocephala* (Wild tamarind) (Foto 3A) la cual fue clasificada por el Grupo de Especialistas de Especies Invasoras dentro de las 100 especies exóticas invasoras más dañinas del mundo (Lowe *et al.*, 2004), ya que posee un rápido crecimiento y nódulos fijadores de Nitrógeno que la hace más exitosa que las especies nativas, formando parches monoespecíficos y desplazando a las especies nativas propias del borde costero, razón por la que CORALINA tiene proyectado efectuar acciones para el control de dicha especie invasora.

Los puntos de muestreo de la vegetación de Providencia y Santa Catalina están ubicados en diferentes tipos de litoral rocoso (compacto, cantos y afloramientos coralinos), las especies dominantes por cobertura en el acantilado son *Eugenia acapulcensis*, *Rourea glabra*, *Randia aculeata*, *Tamarindus indica*, *Casearia* sp., *Melicoccus bijugatus*, *Leucaena leucocephala* y *Acacia collinsii*. En el litoral de canto rodado dominaron *Leucaena leucocephala* y *Opuntia*

sp. En el afloramiento coralino *Coccoloba uvifera*, *Neea* sp., *Rivina humilis*, *Sesuvium portulacastrum* y *Turnera ulmifolia* (Mapa 32).

En la zona de transición, entre manglar y vegetación terrestre las especies dominantes fueron *Rhizophora mangle*, *Rourea glabra*, *Pithecellobium dulce*, *Thespesia populnea*, *Conocarpus erectus*, *Terminalia catappa*, *Laguncularia racemosa*, *Leucaena leucocephala*, *Petiveria alliacea* y *Annona muricata*.

Aunque la composición florística de las unidades paisajísticas fue diferente, la diversidad de Shannon entre las medias de estas unidades no presentó diferencias estadísticas significativas, según la prueba paramétrica de análisis de varianza (Anova) ($P=0,4666$; $\alpha=0,05$). A pesar de que los sustratos de las unidades son distintos, presentan similitud en algunas condiciones como fuertes vientos, mayor salinidad y poca retención de agua (Figura 4).

Teniendo en cuenta que la vegetación presente en el borde costero es de vital importancia ecológica y económica para el Archipiélago, CORALINA viene realizando desde 2006 la caracterización y los monitoreos de flora y fauna del borde costero, que contribuyen con la información necesaria para llevar a cabo acciones de conservación y manejo de estos ecosistemas tan frágiles, pero tan importantes para la población isleña.

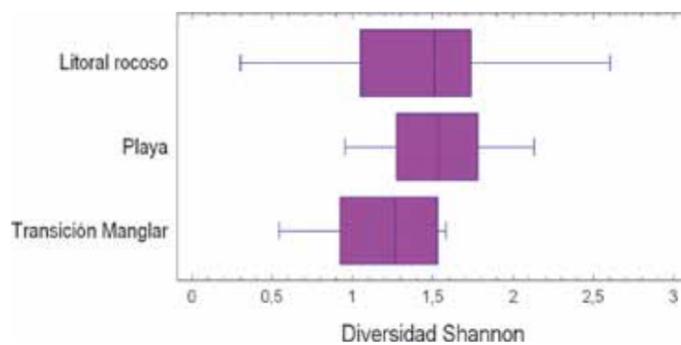
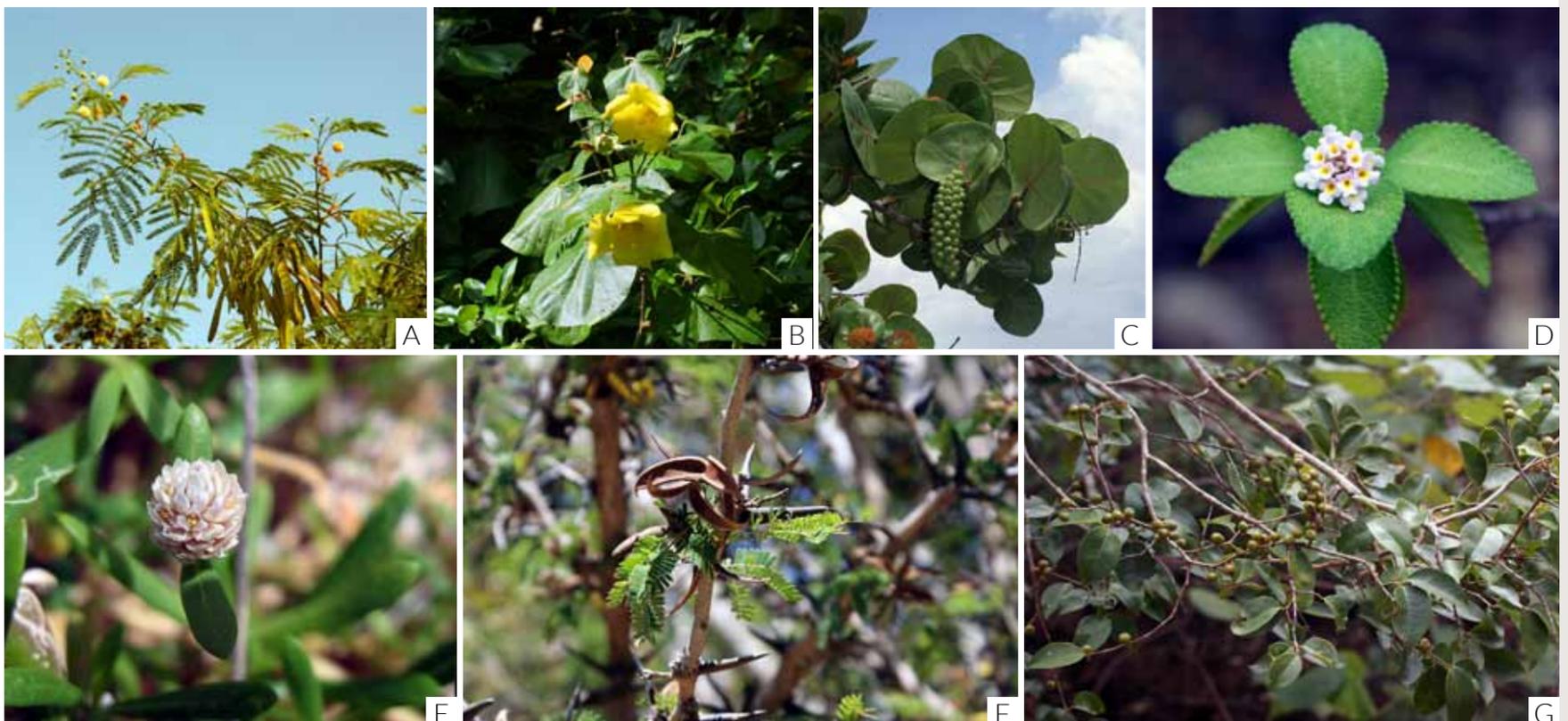
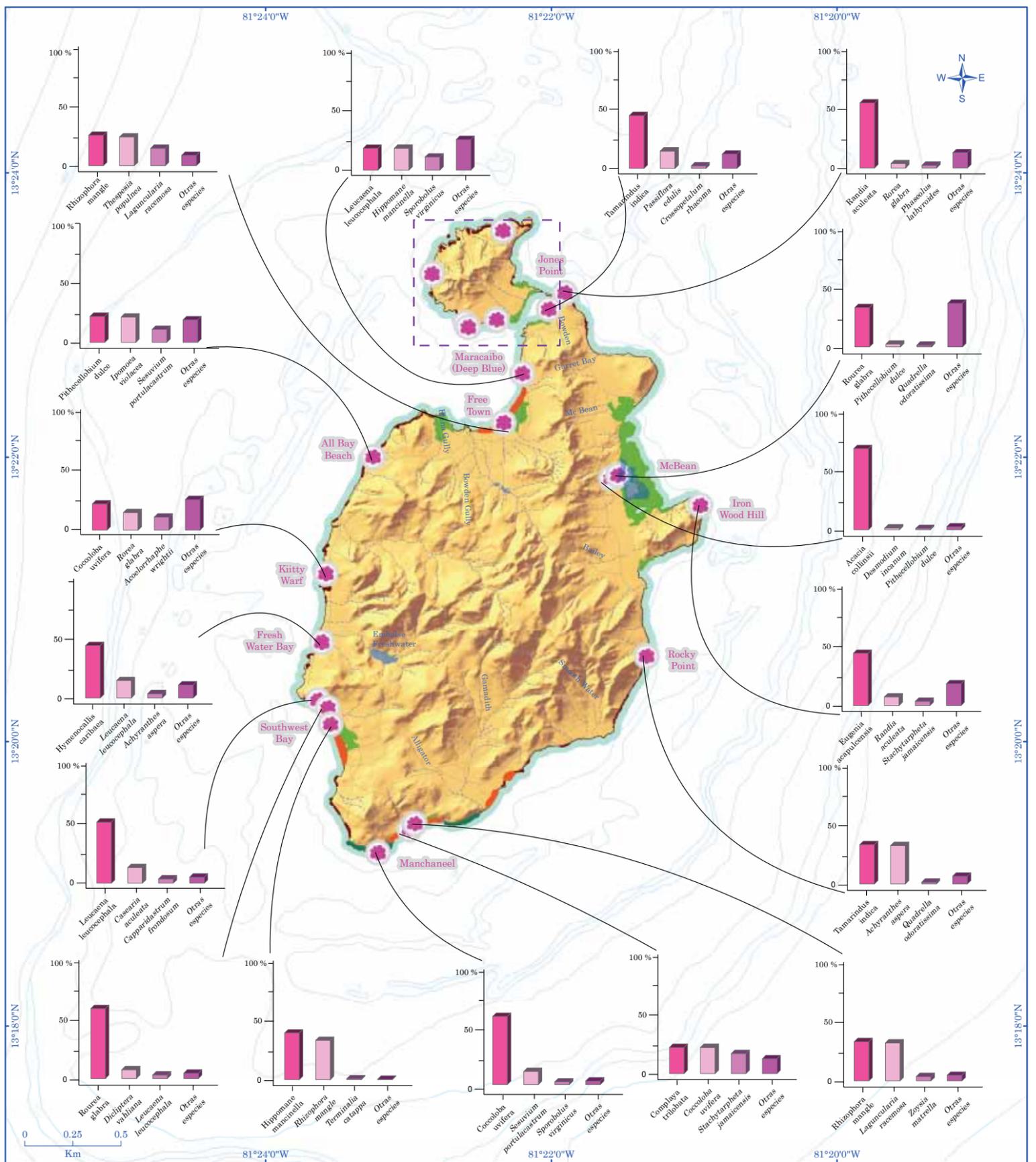
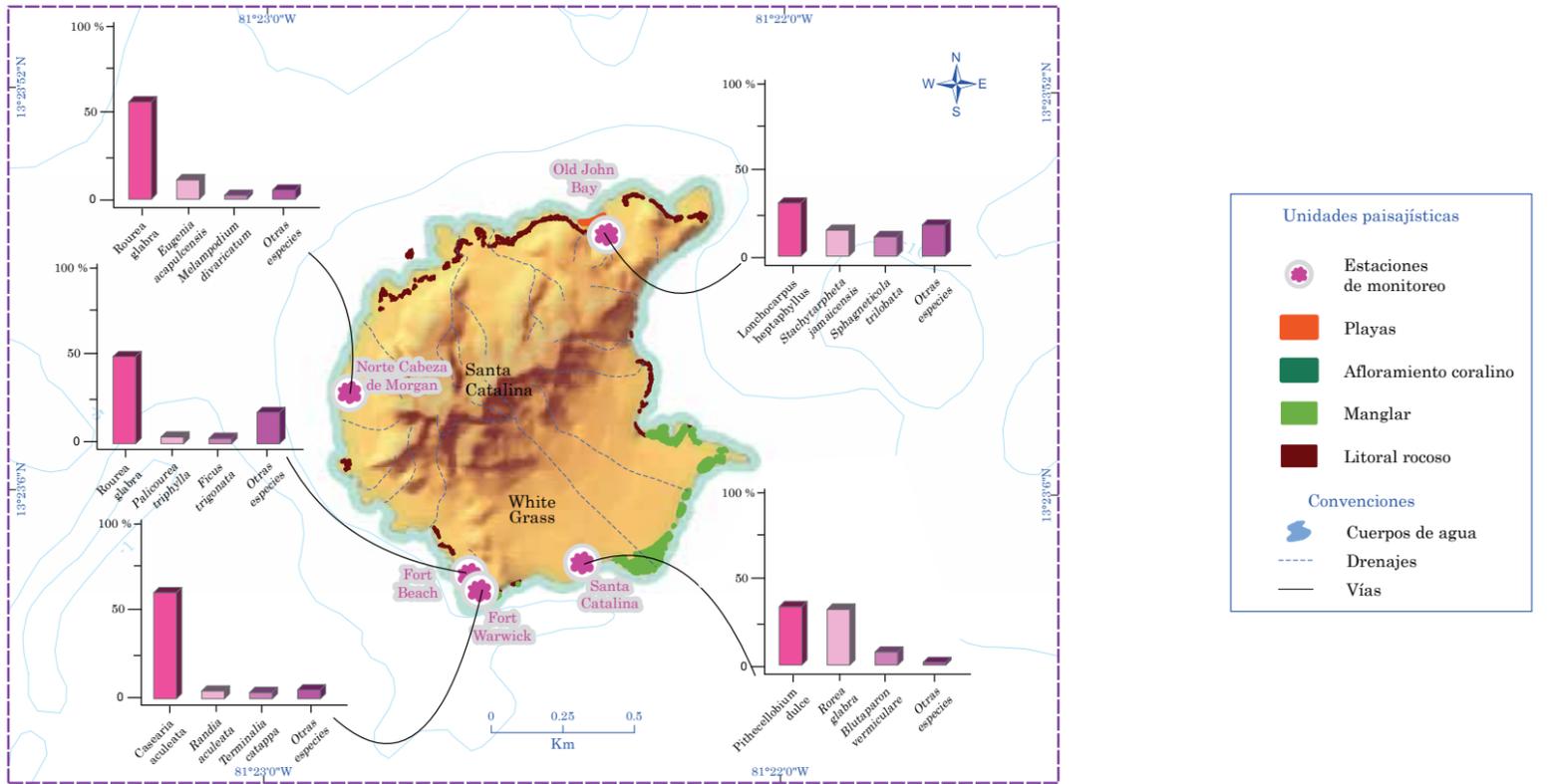


FIGURA 4. Variabilidad del índice de diversidad de Shannon en las unidades paisajísticas de la flora del borde costero en la isla de Providencia. Litoral rocoso, playa y transición manglar.

FOTO 3. Especies de flora características del borde costero de Providencia y Santa Catalina: A) *Leucaena leucocephala* (Wild tamarind), B) *Hibiscus tiliaceus* (Majagua), C) *Coccoloba uvifera* (sea grape), D) *Lantana involucrata* (Wild sage), E) *Blutaparon vermiculare* (Beach carpet), F) *Acacia collinsii* (Cock spur), G) *Eugenia acapulcensis* (Berries).





MAPA 32. Estaciones con las especies vegetales dominantes del borde costero en las islas de Providencia y Santa Catalina.

El cangrejo negro, patrimonio natural de la Reserva de Biósfera Seaflower

Claritza Llanos y Mishell Taylor

El cangrejo negro o Black Crab (*Gecarcinus ruricola*) (Foto 4) ha sido el principal animal semiterrestre utilizado en la dieta, cultura y tradición isleña por generaciones. Al cangrejo negro se le han escrito canciones e historias, convirtiéndolo sin lugar a dudas en símbolo de identidad cultural de la comunidad nativa raizal.

G. ruricola, se caracteriza por presentar un caparazón de tonalidad púrpura oscuro con tonos rojizos y por su considerable tamaño, puede llegar a medir hasta 123 mm (Hoeven y Walters, 1998 En: Hartnoll *et al.*, 2005). Presenta un cuerpo altamente especializado, compacto y calcificado, compuesto por cabeza y tórax fusionados (cefalotórax) y abdomen (Richmond, 2003). Estudios preliminares indican que posee larga vida, crecimiento lento y discontinuo, el cual solamente ocurre cuando el animal muda su caparazón, proceso influenciado por el medio externo.

El cangrejo negro presenta dimorfismo sexual. Mientras las hembras presentan un abdomen amplio y redondeado y un mayor número de apéndices abdominales (pleópodos) utilizados para sujetar la masa de huevos durante su etapa reproductiva, los machos presentan abdomen estrecho y alargado y un número de pleópodos reducido (Foto 5). En promedio ambos sexos alcanzan la madurez sexual a los 50 mm de longitud (Baine y Taylor, 2005).

Es una especie omnívora, que se alimenta principalmente de plantas y frutas, pero que también consume otros animales producto de la predación o carroñería, e incluso puede exhibir canibalismo, comportamiento descrito entre otros miembros de su familia (Wolcott y Wolcott, 1984). Habita el bosque principalmente, resguardado entre madrigueras, que él mismo construye en tierra, entre grietas en rocas, bajo troncos o entre las ramas caídas de los árboles, donde obtiene refugio y alimento.

Como cangrejo semiterrestre su función en los ecosistemas costeros es importante, ya que es capaz de procesar grandes cantidades de hojarasca, influyendo de este modo en el ciclo de nutrientes y por supuesto en la fertilidad del suelo. En cierto grado, tiene influencia en la estructura y diversidad de la flora, debido a que consume selectivamente semillas y en adición, sus madrigueras proveen de hábitat a artrópodos simbioses obligatorios y facultativos (Griffiths *et al.*, 2007).

Distribución y abundancia

El cangrejo negro está presente en las islas de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, pero su distribución a lo largo de las islas no es uniforme. La cantidad de cangrejos en el bosque es mucho mayor (hasta 15 veces) que en áreas cultivadas. Además, en las dos primeras islas, hay mayores abundancias en los costados occiden-



Foto 4. Cangrejo negro (*Gecarcinus ruricola*) (Foto: Eduardo Peterson).



Fotos. Dimorfismo sexual del cangrejo negro (*Gecarcinus ruricola*). (A) macho (B) hembra (Fotos: Gabriel Restrepo).

tales donde existe un mayor desarrollo de la vegetación; además habitar en el borde occidental podría ser más ventajoso para el proceso y reclutamiento de juveniles (Von Prahly y Manjarres, 1983; Atkin, 2004).

La densidad, abundancia y tamaño de los cangrejos en Providencia, es mayor a la reportada en San Andrés (Tabla 1), hecho que se atribuye a una mayor complejidad y biodiversidad del bosque de Providencia, lo que se traduce en una mayor disponibilidad de alimento, y ahorro de energía que puede ser utilizada al crecimiento y reproducción (Atkin, 2004).

TABLA 1. Descripción de las poblaciones de cangrejo negro en las Islas de Providencia y San Andrés. Valores entre paréntesis indican la desviación estándar. Datos obtenidos en el año 2003, Atkin 2004 y 2009 (Llanos, 2009).

Sitio	Densidad (ind/hectárea)	Abundancia total	Promedio ancho de caparazón (mm)	
			Hembra	Macho
Providencia (2004)	2.050	3.000.000	79,1 (9,06)	71,6 (11,40)
Providencia (2009)	1720	1.614.182	61,9 (11,4)	61,23 (14,64)
San Andrés	650	800.000	67,2 (8,98)	63,9 (10,47)

La isla de San Andrés, que es topográficamente más baja, tiene poblaciones de cangrejo negro entre los 0 a 80msnm, pero especialmente entre 1-10m. En contraste, en la isla de Providencia, de relieve más montañoso, presenta cangrejos negros entre los 0 y 240 msnm, con un aumento en la frecuencia entre los 0-100 m. La población en San Andrés se distribuye hasta los 1.400 m de la línea de costa, pero en la mayoría de los casos se encuentra dentro de los primeros 400 m de la línea de costa; en Providencia ha sido encontrada hasta los 2.600 m de la línea de costa, sin embargo, prefiere áreas a menos de 600 m (Atkin, 2004).

Migración reproductiva anual

G. ruricola es considerada una especie semiterrestre, porque parte de su ciclo de vida aún depende del mar, poseen larvas planctónicas, es decir, que los huevos fertilizados son liberados al mar después de presentarse masivas migraciones de las zonas boscosas hacia este ambiente. En el mar, los diferentes estadios larvales se mueven con las corrientes durante dos o tres semanas (Hartnoll y Clark, 2006). Cuando son ya muy parecidos al adulto, los pequeños juveniles buscan nuevamente la tierra aprovechando corrientes favorables y otros factores biológicos, físicos y océano-climáticos. Por esta razón, durante las noches de la estación reproductiva, que coincide con el inicio de la época de lluvias (abril a julio), las hembras cargadas con huevos dejan sus refugios terrestres y migran hacia el mar, atravesando todos los obstáculos en el camino, incluso las peligrosas vías circunvalares. Cada hembra puede llevar entre 28.000 y 120.000 huevos, producidos desde mediados de marzo a finales de abril (Richmond, 2003; Llanos y Taylor, 2008) (Foto 6).

Para proteger la migración reproductiva, CORALINA, en la Resolución 1132 de 2005, estableció una veda a su captura y comercialización entre el 1 de abril hasta el 31 de julio de cada año. Además, durante esta época, dicha institución monitorea y vigila el cumplimiento de esta norma regional.

Aunque la migración reproductiva es un evento anual, varía en intensidad y estacionalidad; por ejemplo, mientras en 2004 en San Andrés se registraron durante los monitoreos más de 1.000 individuos distribuidos en el costado occidental (Mapa 33), al año siguiente la migración disminuyó drásticamente, registrándose durante los monitoreos alrededor de 50 individuos (Mapa 33 y Figura 5).

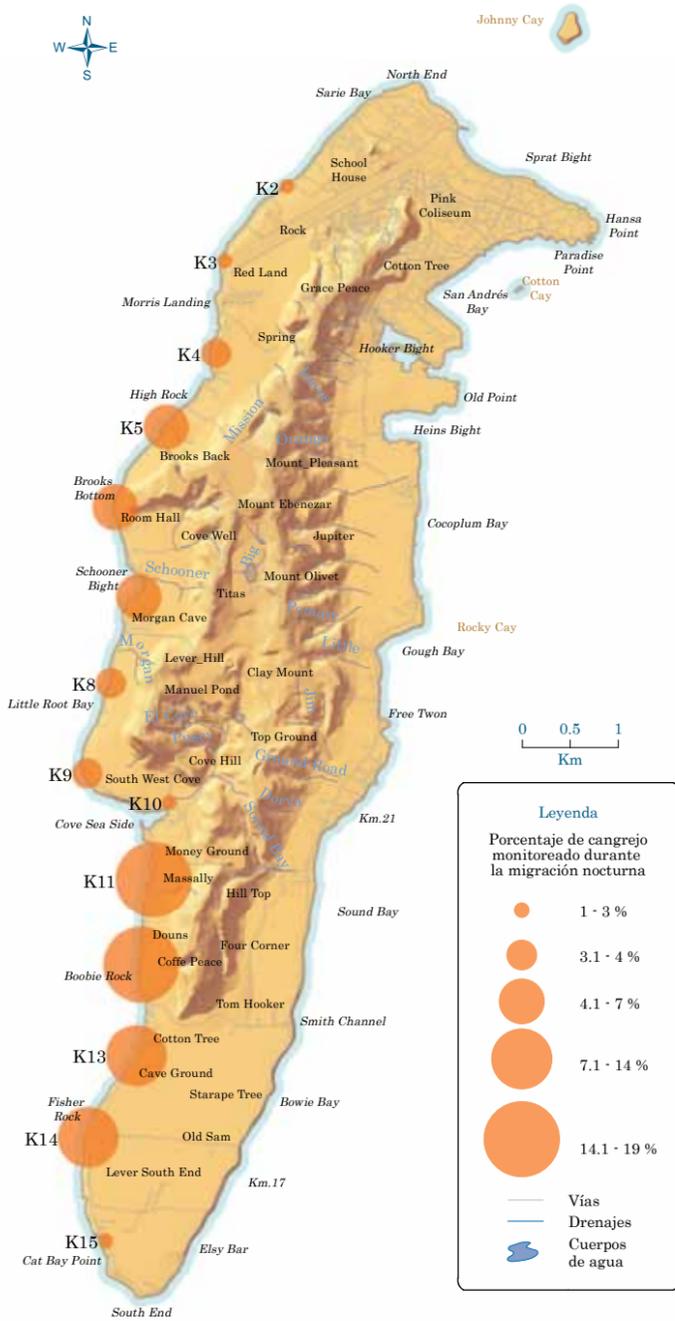
Estos eventos migratorios tienen relación con factores físicos y climáticos como la fase lunar, temperatura, vientos, mareas, corrientes y lluvias entre otros, los cuales se hacen más notorios luego de periodos extendidos de sequía (Baine *et al.*, 2005).

La isla de Providencia presenta mayores eventos migratorios que la isla de San Andrés, sin embargo, en las dos islas se observa una mayor ocurrencia de cangrejos hacia los costados occidentales de las islas (Mapa 34).

El esfuerzo reproductivo del cangrejo negro resulta en vano, si los juveniles no tienen éxito en su regreso a tierra y logran la colonización del bosque para sobrevivir y desarrollarse. Se sospecha que debido a la localización oceánica de las islas, las poblaciones de cangrejo negro están manteniéndose a sí mismas, condición que las hace más vulnerables a una explotación incontrolada y arriesga su supervivencia. Aún se requieren estudios específicos para tener un mejor entendimiento de las dinámicas y éxito de las larvas y los juveniles como mecanismo principal de estabilidad de las poblaciones de cangrejo negro en el Archipiélago. En este sentido, no hay reportes de retorno larval masivo en San Andrés, y en Providencia se tienen reportes aislados en 1992, 1998 y 2004. Durante 2004 se estimó que cerca de 500 millones de megalopas cruzaron la vía (Hartnoll y Clark, 2006) (Foto 7).

Foto 6. (A) Migración reproductiva de cangrejo negro en la isla de Providencia (Foto: Eduardo Petersen), (B) hembra ovada en migración. (C) apareamiento (Fotos: Claritza Llanos, CORALINA).





MAPA 33. Distribución proporcional de cangrejo negro monitoreado durante la migración nocturna en el año 2004.

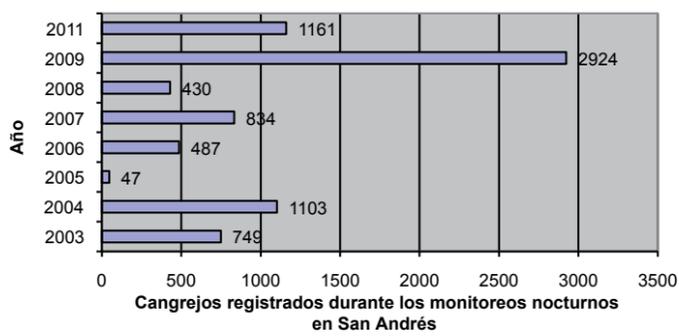


FIGURA 5. Número de cangrejos monitoreados durante la época de migración reproductiva de cangrejo negro en la isla de San Andrés.



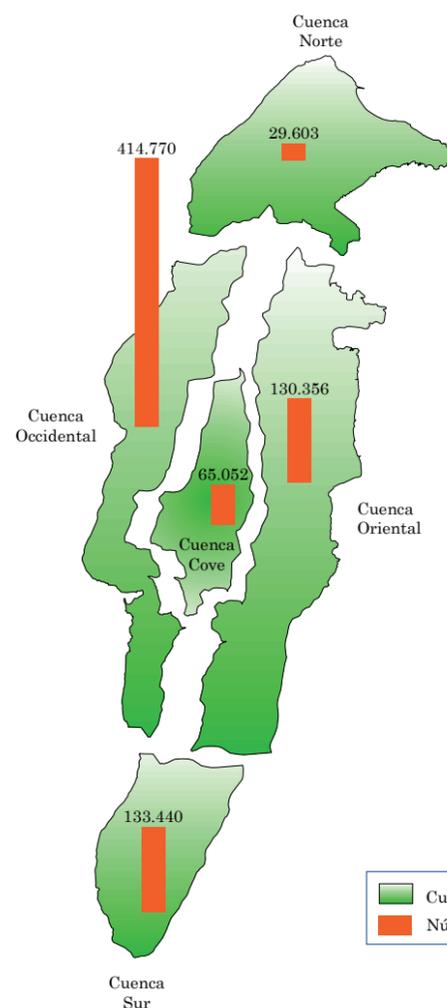
FOTO 7. Megapodas de cangrejo negro capturadas durante su retorno a tierra (Foto: Eduardo Petersen).

Amenazas y medidas de conservación

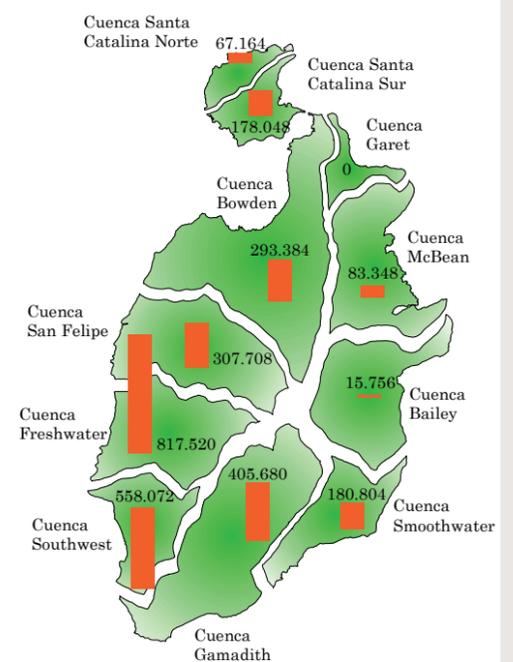
Las fases más vulnerables del cangrejo negro son la etapa de migración reproductiva y de regreso a tierra de los juveniles, en las cuales la especie se ve amenazada por la captura directa, mortalidad vehicular y predación. Especies de fauna exótica como el ave *Quiscalus mexicanus* o María mulata y el reptil *Tupinammis teguixin* o lobo pollero presentes en la isla de San Andrés, son dos de los predadores del cangrejo negro en estas etapas vulnerables (Restrepo, 2006).

Con la fragmentación, degradación y pérdida de la vegetación terrestre, causados por incendios forestales, talas y quemadas, ocupación de tierras para cultivo, crianza de ganado, viviendas, encierros en concreto, se reduce la oferta de hábitat y de los requerimientos básicos para la supervivencia de los cangrejos negros. Por esta razón en 2002, CORALINA desarrolló el proyecto “Sustainable management of the black land crab, San Andrés Archipelago, Colombia”, financiado por Darwin Initiative de Gran Bretaña, en cooperación con la Universidad Heriot Watt de Escocia, del cual se obtuvo importante información biológica y ecológica esencial para emitir la Resolución 1132 de 2005, que actualizó la reglamentación existente e introdujo tallas mínimas de captura (60 cm ancho caparazón) durante cualquier época del año y además se ordenó la reducción de la velocidad (20 km/h) para los vehículos que transitan las zonas de migración.

CORALINA continuará trabajando y espera contar con el apoyo de la comunidad isleña, para conservar el Black Crab, importante recurso nutricional, cultural, ecológico y económico, que identifica el Archipiélago.



MAPA 34. Número de individuos de cangrejo negro monitoreados por cuenca en 2004 en las islas de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.



■ Cuencas
■ Número de cangrejos

Composición de la avifauna de la zona costera de la Reserva de Biósfera Seaflower

Jairo Lasso y Martha Inés García

San Andrés isla

Uno de los grupos más vistosos y llamativos del litoral de la isla de San Andrés son las aves. Su presencia en esta zona se debe, entre otras cosas, a que en los hábitats que integran la zona costera, además de ser las primeras áreas de alimentación y descanso para las especies migratorias después de grandes travesías, suministran áreas de forrajeo y de reproducción a las especies residentes. En el caso del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina dada su ubicación geográfica en el Caribe Occidental, se constituye en un importante sitio de paso para una considerable proporción de especies de aves migratorias durante sus desplazamientos de Norteamérica a Suramérica y viceversa. De hecho hay más de 100 especies migratorias registradas en las islas (Hilty y Brown, 1986; McNish, 2003). La alta diversidad de aves hizo que se incluyera al Archipiélago como un Área Importante para la Conservación de las Aves Aica o IBA (Important Bird Area = siglas en inglés de Aica) por el Instituto Humboldt y Bird Life Internacional (Moreno *et al.*, 2003; AICAS, 2005).

CORALINA monitorea la riqueza de especies, abundancia y diversidad de la avifauna del borde costero en las mismas tres unidades descritas para la flora como una actividad dentro del proyecto “Protección y Conservación de los Recursos de la Biodiversidad y de los Ecosistemas Estratégicos dentro de la Reserva de Biósfera Seaflower”. Las estaciones de monitoreo se encuentra en el Mapa 35.

Gracias al monitoreo de la avifauna en el borde costero de San Andrés en 2007 se registró la presen-

cia de 612 individuos pertenecientes a 44 especies de 16 familias. De estos un 50% correspondió a especies migratorias, un 44% a especies residentes (44%), un 5% a especies endémicas, y 1% a especies introducidas. En un 98% las aves fueron vistas en alimentación, mientras que solo un 2% en percha y descanso. También hubo un dominio de especies probadoras de lodo (28%), seguido de las piscívoras (17%) y de las espigadoras de follaje (15%).

La dominancia de las aves migratorias ha sido reportada históricamente en la isla de San Andrés (Naranjo, 1982; Cavalier *et al.*, 1996; Moreno *et al.*, 2003; McNish, 2003; Lasso y Giraldo, 2004; García, 2004 y 2007). Por su parte, los bajos endemismos se han atribuido al reducido tamaño de la isla, la lejanía del centro de dispersión y la poca variedad de hábitats (McArthur y Wilson, 1963). La composición específica a lo largo de las diferentes unidades paisajísticas no varía considerablemente durante el periodo de estudio y parece mantenerse estable comparada con las primeras observaciones hechas por CORALINA en 2004 (Lasso y Giraldo, 2004), debido posiblemente a la reducida extensión del territorio insular emergido; sin embargo, en los afloramientos y las playas dominaron *Arenaria interpres* (Foto 8) y *Coereba flaveola*, mientras que en la vegetación asociada a manglar hubo predominio de aves marinas y de bosque como *Fregata magnificens*, *Sterna maxima*, *Larus atricilla*, *C. flaveola* y *Vireo caribaeus* (Figura 6).

Diversidad y abundancia

La estabilidad de estas comunidades se reflejó también en los índices ecológicos, los cuales fueron similares entre las unidades de paisaje, aunque las playas



Foto 8. *Arenarias interpres* en Johnny Cay (Foto: Opal Bent, CORALINA).

Atlas de la Reserva de Biósfera Seaflower

Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina



Convenciones

- Estaciones monitoreo avifauna
- Drenajes
- Isóbatas
- Vías

Unidades paisajísticas

- Afloramiento coralino
- Manglar
- Playas
- Zona de transición

MAPA 35. Estaciones de monitoreo de fauna de borde costero en San Andrés.

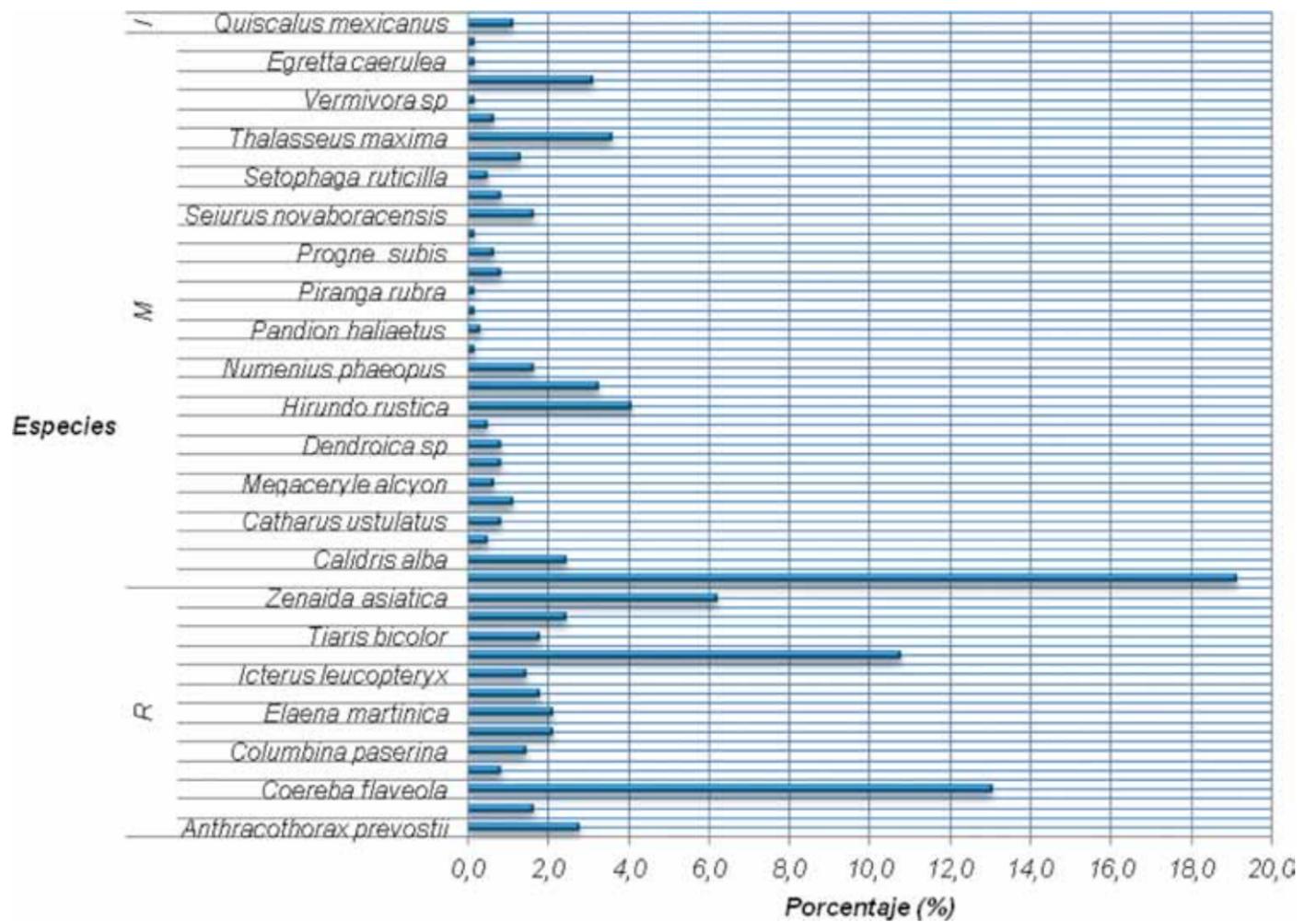


FIGURA 6. Proportión de especies y estatus de aves observadas en el borde costero de San Andrés, isla, Caribe colombiano (M= migratorio, R=residente, I=introducido).

parecieran estar ligeramente menores que en los afloramientos rocosos y el manglar (Tabla 2). Tal como lo sugiere Lasso (2006), la mayor oferta alimenticia de los planos lodosos e intermareales y la vegetación del manglar pudiera estar contribuyendo con estos resultados.

Un reconocimiento especial se da a la avifauna asociada a los manglares, los cuales han sido considerados como uno de los hábitats más importantes para la alimentación y descanso de las aves en San Andrés (Naranjo, 1982; Moreno *et al.*, 2003; García, 2007).

Entre ellos se encuentran los passeriformes como reinitas, canarios de manglar y mieleros (Familia Emberizidae o Parulidae y Coerebidae) (Foto 9), que forrajejan en los diferentes estratos de los bosques de mangle y su vegetación adyacente.

Aunque los índices de diversidad de aves en la isla se pueden ver afectados por fenómenos tales como las huracanes, tormentas y frentes fríos, al igual que la época y cercanía al pico migratorio y el grado de

intervención antrópica en las áreas de descanso y alimentación de las aves, en las unidades paisajísticas estudiadas la diversidad se encuentra muy cercana a los valores reportados por Cárdenas (1998) para zonas como el Valle del Cauca (Tabla 3).

TABLA 3. Análisis comparativo de los valores de diversidad encontrados en las unidades paisajísticas del borde costero de San Andrés y Valle del Cauca.

Sitio	Diversidad (H)	Referencia
San Andrés, Charcas	2,00 - 3,00	Machacón (2001)
San Andrés, Afloramiento rocoso	2,63	Lasso (2007)
San Andrés, playa	2,70	Lasso (2007)
San Andrés, vegetación asociada a manglar	2,23	Cárdenas (1998)
Valle del Cauca, sistemas silvo-pastoriles	3,21	Cárdenas (1998)
Valle del Cauca, bosques	3,07-2,86	Cárdenas (1998)
Valle del Cauca, guaduales	2,73	Cárdenas (1998)
Valle del Cauca, cañadulzales	2,43-1,53	Cárdenas (1998)

TABLA 2. Valores totales de los índices ecológicos de la avifauna en las unidades paisajísticas del borde costero en la isla de San Andrés. H= diversidad de Shannon, S= diversidad de Simpson, R=Riqueza.

Unidad Paisajística	Riqueza (R)	Abundancia	Diversidad (H)	Similitud (S)
Afloramiento	26	231	2,6	0,106
Playa	20	150	2,7	0,105
Manglar	28	231	2,2	0,179



Foto 9. *Coereba flaveola* (Wish-wish bird, bananaquit). Foto: Archivo CORALINA.

Providencia y Santa Catalina

A partir de monitoreos realizados por CORALINA durante 2008 en 23 estaciones del borde costero de las islas de Providencia y Santa Catalina, se observaron 531 aves pertenecientes a 35 especies que hacen parte de 15 familias. La distribución de las estaciones se ilustra en el Mapa 36.

En cuanto a la composición específica vale la pena destacar que durante los muestreos se observó baja abundancia de cormoranes (*Phalacrocorax auritus*), pelícanos (*Pelecanus occidentalis*) (Foto 10), gaviotas (*Larus atricilla*) (Foto 11),

chorlos y playeros (*Charadrius semipalmatus*, *Actitis macularia*, *Pluvialis squatarola*) (Foto 12) y elevada abundancia de *Fregata magnificens* (Foto 13) y *Sterna máxima* (Figura 7).

Contrario a lo reportado por Lasso (2006) para Providencia, Naranjo (1982), McNish (2003) y Cavalier *et al.*, (1996) para el Archipiélago, durante el presente monitoreo se observó un marcado dominio de las especies de aves consideradas como residentes (Figura 7); Este comportamiento posiblemente se explica por la disminución del



Foto 10. *Pelecanus occidentalis* (Brown pelican).



Foto 11. *Larus atricilla* (Sea gull, laughing gull).



Foto 12. *Pluvialis squatarola* (Black-bellied plover).



Foto 13. *Fregata magnificens* (Man-o-war, fragata) (Fotos: Archivo CORALINA).



MAPA 36. Estaciones de monitoreo de fauna de borde costero en Providencia y Santa Catalina.

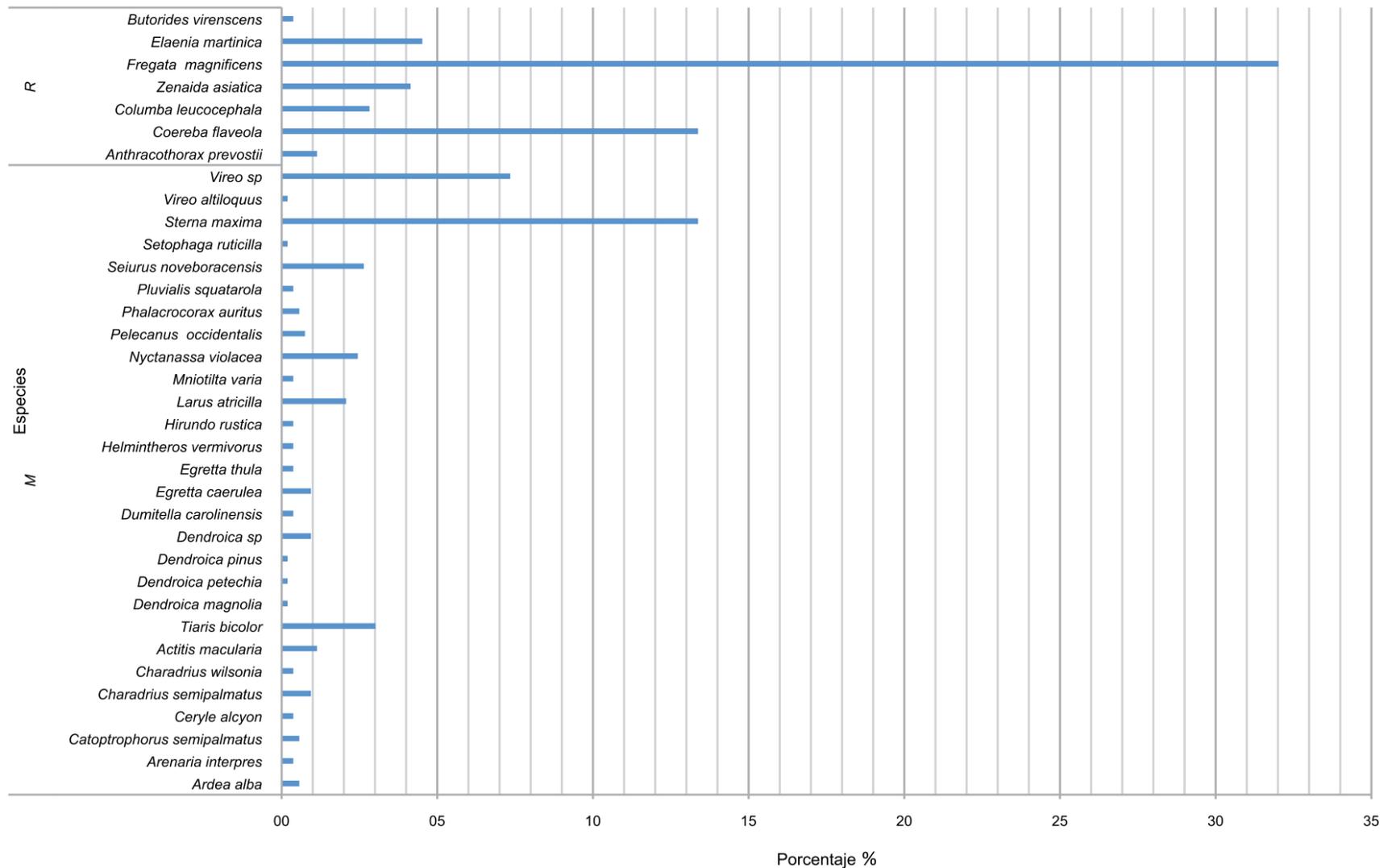


FIGURA 7. Composición específica de la avifauna de la zona costera de Isla Providencia y Santa Catalina, Caribe colombiano en diciembre de 2008 (M= migratorio, R=residente).

pico migratorio y los aportes que hace la colonia de más de 50 individuos de *Fregata magnificens* que pernoctan en Three Brothers Cay, junto a *Coereba flaveola* y *Vireo sp*.

En lo referente a la diversidad durante el monitoreo de 2008 el índice de diversidad de Shannon en las unidades paisajísticas varió entre $1,1622 \pm 0,0255$ y $2,8359 \pm 0,0038$. Las estimaciones anteriores fueron muy similares a las encontradas para la zona por Lasso (2006). Al igual que en el monitoreo de 2006 se encontraron valores del índice de diversidad en las unidades vegetación asociada los manglares 2.83 y playa 2,03 (Tabla 4).

TABLA 4. Valores totales de los índices de ecológicos de la avifauna en las unidades paisajísticas del borde costero en las islas de Providencia y Santa Catalina.

Unidad paisajística	Abundancia	Riqueza específica (S)	Índice de Diversidad de Shannon (H)	Índice de Simpson (D _{Sp})
Acantilado	273	18	$1,677 \pm 0,0071$	
Afloramiento	11	4	$1,162 \pm 0,0255$	0,2909
Playa	110	21	$2,023 \pm 0,0176$	0,2537
Vegetación asociada a manglar	137	24	$2,836 \pm 0,0038$	0,0668



Foto 14. *Sula leucogaster* adulto y polluelo con plumón.

Colonias reproductivas de aves marinas en los cayos menores del norte en la Reserva de Biósfera Seaflower

A partir de expediciones realizadas desde el siglo pasado hacia las islas menores en el Norte de la Reserva de Biósfera Seaflower por diferentes investigadores (Ortega, 1941; Bond y Meyer de Schauensee, 1944; Bond, 1950; Wetmore, 1965; Ben-Tuvia y Ríos, 1970; Chiriví, 1988; Díaz *et al.* 1996, y Raffaele *et al.*, 1998); Recientemente CORALINA y otras instituciones han realizado expediciones específicas a los cayos remotos del norte (Roncador, Serrana y Serranilla) donde se han reportado colonias reproductivas de seis especies de aves marinas *Sula dactylatra*, *Sula leucogaster* (Fotos 14, 15 y 16); *Fregata magnificens*, *Sterna fuscata*, *Anous stolidus*. Esta información se recopila en la Tabla 5.



Foto 15. Adultos de *Sula leucogaster* construyendo nido, colonia de la isla menor de Roncador (Fotos: Martha García, CORALINA).

Atlas de la Reserva de Biósfera Seaflower

Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina

TABLA 5. Colonias reproductivas de aves marinas en los cayos del norte en el Archipiélago de San Andrés (Tomado y modificado de Howard et.al, 2009 En: Bradley y Norton 2009).

Familia	Especies	Cayo	Estatus	No. Individuos	Año	Fuente	
Sulidae	<i>Sula</i> sp.	Serrana	Reproducción		1995	Díaz, et al. 1996	
			Reproducción		1998	Raffaele, et al. 1998	
	<i>Sula dactylatra</i>	Serranilla	Reproducción	(30 nidos)	1975	Chiriví 1988	
			Reproducción		1941	Bond y Meyer 1944	
	<i>Sula leucogaster</i>	Roncador	Reproducción	(200+)	2005	García 2005	
			Reproducción	(600-800)	1999	McCormick 1999	
		Serrana	Reproducción	(33)	1969	Ben-Tuvia y Ríos 1970	
			Reproducción	(15.000)	1941	Ortega 1941	
			Reproducción	(1.600-2.000)	1975	Chiriví 1988	
			Reproducción		1941	Bond y Meyer 1944	
Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	Roncador	Reproducción		1999	McCormick 1999	
		Serrana	Reproducción		2003	García 2004	
			Reproducción		1995	Díaz, et al. 1996	
		Serranilla	Reproducción		1975	Chiriví 1988	
		<i>Larus atricilla</i>	Serrana	Plumaje Reproductivo		2003	García 2004
			Serranilla	Plumaje Reproductivo		2005	García 2005
	Laridae	<i>Sterna</i> spp.	Serrana	Reproducción		1995	Díaz, et al. 1996
				Reproducción		1999	McCormick 1999
		<i>Sterna maxima</i>	Roncador	Reproducción		1975	Chiriví 1988
				Reproducción	(500+)	2005	García 2005
Serrana			Reproducción		2003	García 2004	
			Reproducción		1999	McCormick 1999	
			Reproducción		1975	Chiriví 1988	
			Reproducción		1975	Chiriví 1988	
<i>Sterna fuscata</i>		Roncador	Reproducción		1975	Chiriví 1988	
			Reproducción	(500+)	2005	García 2005	
	Serrana	Reproducción		1975	Chiriví 1988		
		Reproducción		1965	Wetmore 1965		
		Reproducción		1975	Chiriví 1988		
		Reproducción		1975	Chiriví 1988		
<i>Anous stolidus</i>	Serrana	Reproducción		1975	Chiriví 1988		
		Reproducción		1965	Wetmore 1965		
<i>Anous stolidus</i>	Serranilla	Reproducción		1975	Chiriví 1988		
		Reproducción		1975	Chiriví 1988		



Foto 16. Colonia reproductiva de *Sula leucogaster* (Booby bird, brown booby, piquero) en la isla menor de Roncador (Foto: Martha García, CORALINA).

Caracterización y estado de las poblaciones de Wilks (*Cittarium pica* Linnaeus, 1758) en el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina

Adriana Osorno, Diego Gil-Agudelo,
Gloria Murcia, Santiago Posada

Cittarium pica, conocido como Wilks en el archipiélago de San Andrés y Providencia, y como cigua o burgao en el resto de Colombia (Foto 17), es un gasterópodo de gran tamaño que habita la zona intermareal en el litoral rocoso del mar Caribe. La extracción de su carne para consumo humano y de su concha como ornamento, ha sido una práctica generalizada en muchas partes del Caribe desde tiempos precolombinos. (Reichel-Dolmatoff, 1985; Poutiers y Cipriani, 1992; INPA, 1996; Scudder y Quitmer, 1998). En el Caribe, *C. pica* ocupa el segundo lugar en importancia económica después de *Eustrombus gigas*, y es la tercera especie más importante de invertebrados marinos consumidos por el hombre en las Antillas (Randall, 1964; Robertson, 2003).

Por lo tanto, *C. pica* ha sido capturado intensamente y sus poblaciones han disminuido en toda la región del

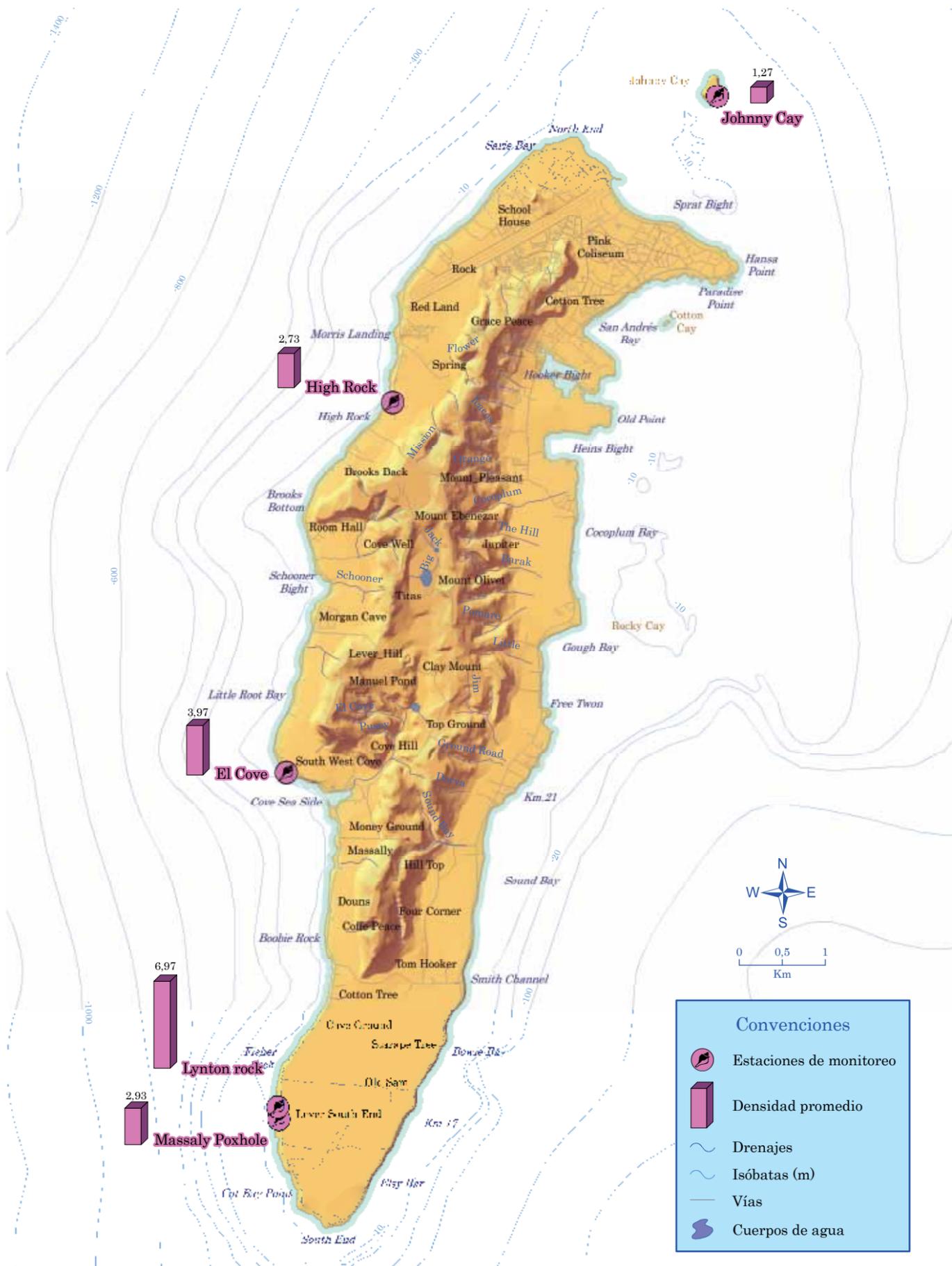
Caribe, al igual que sus niveles de captura (cf. Robertson, 2003), incluyendo Colombia (Osorno y Díaz, 2006). En consecuencia, la especie se considera como fauna amenazada en varios países caribeños, incluido Colombia (cf. Ardila *et al.*, 2002).

Ante la falta de conocimiento de las poblaciones del Wilk en las áreas insulares de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, CORALINA e INVEMAR realizaron observaciones en las islas de San Andrés y Providencia. Con la información obtenida se esperan nuevas medidas de manejo encaminadas al uso sostenible, recuperación y conservación en la Reserva de Biósfera Seaflower.

En el Archipiélago las observaciones se hicieron sobre la zona intermareal del litoral rocoso en cinco estaciones para San Andrés y siete para Providencia (Mapas 37 y 38), con el fin de determinar la abundancia, densidad (Ind./m²) y estructura de tallas (diámetro de la concha) de la población local de *C. pica*. Además, se



Foto 17. Individuos de *Cittarium pica* (Fotos: Gloria Murcia, CORALINA).



MAPA 37. Densidad promedio (Ind/m²) de *Cittarium pica* en las estaciones de monitoreo de la isla de San Andrés.

efectuaron 17 encuestas a los pobladores de los sectores 1 y 2 locales para describir sus usos tradicionales.

Se extrae principalmente para consumo local para la preparación de diversos platos, el “stew wilks”, el “rondon” un plato típico a base de leche de coco y en muchos casos se consume solo hervido. Por lo general este recurso en el área no se vende.

C. pica es capturado a lo largo de los litorales rocosos del costado occidental formado por rocas sedimentarias bioclásticas (coralinas); tanto en terrazas compactas (socavadas o verticales), como en aquellos

compuestos por cantos y bloques que pueden ser entre planos o muy empinadas (80 o 90°).

La mayoría de los encuestados manifestaron que *C. pica* (Foto 17) se ha extraído desde hace muchos años, inclusive antes de que se estableciera en el área la pesca del caracol pala o Conch (*Eustrombus gigas*) en 1990.

También indican que hace una década o más, *C. pica* se extraía más frecuentemente que en la actualidad. Así, de un 53% de las personas que expresaron haber extraído este recurso por lo menos una o dos veces al año en el pasado, actualmente solo el 21% lo sigue



MAPA 38. Densidad promedio (Ind/m²) de *Cittarium pica* en las estaciones de monitoreo en las islas de Providencia y Santa Catalina.

extrayendo con dicha frecuencia, mientras que el 65% ya no se dedica a la actividad. De hecho el 88% de los encuestados consideran que la población de esta especie se ha reducido drásticamente y el 9% que ha sido moderadamente. Disminución que concuerda con la tendencia generalizada en todo el Caribe (cf. Robertson, 2003, Osorno y Díaz, 2006).

Los capturadores indicaron que si bien se les encuentra durante todo el año, existe una temporada (marzo y

abril) durante la época de Semana Santa, en la que las faenas de captura son más frecuentes. Ello obedece a una tradición en la que la carne de *C. pica* se consume en reemplazo de otro tipo de carnes.

La densidad promedio de *Cittarium pica* fue 2,90 ($\pm 0,72$) Ind./m², siendo más alta en la isla de San Andrés que en las islas de Providencia y Santa Catalina (Figura 8). La prueba de múltiples rangos (método Tukey HSD)

confirmó que la diferencia es significativa. En total 1.007 individuos de *C. pica* fueron encontrados en un área de 360m² (Tabla 6).

La mayoría de densidades de *C. pica* encontradas en el Archipiélago son inferiores cuando se les compara con las de estudios de la costa Caribe continental colombiana, (cf. Castell, 1987; Debrot, 1990 a y b; Osorno y Díaz, 2006) con densidad promedio de 5,38 (±0,82) Ind./m² (Osorno y Díaz, 2006). Los cayos aledaños a las islas, con áreas pequeñas, son los más afectados, como en el caso de Johnny Cay, Crab Cay, Three Brothers Cay, Iron Wood Hill, Halley View, y Cayo Point Reef, aunque se desconocen las variaciones naturales de la densidad de esta especie (cf. Robertson, 2003, Osorno y Díaz, 2006).

Las poblaciones de *C. pica* en el Archipiélago están constituidas por individuos pequeños, con un 82% de los individuos teniendo una longitud de concha inferiores a 40 mm (Figura 9).

Comparados con el resto del Caribe continental colombiano, los Wilks de las islas son similares con la gran mayoría de individuos teniendo tallas pequeñas (Osorno y Díaz 2006). Según Castell (1987), la predominancia de animales pequeños (juveniles) en una población de *C. pica* puede deberse a una alta tasa de reclutamiento o a que existe un factor de mortalidad que afecta principalmente a los animales de tallas mayores.

La talla media de *C. pica* para el Archipiélago fue 24,78 (±0,82) mm con una moda de 11,00 mm; el sector que presentó una talla media más alta fue Providencia y Santa Catalina (32,05 mm) comparado con San Andrés (18,39 mm) (Figura 10), resultado contrario a la de densidad

Tanto la predominancia de individuos pequeños como la escasez o ausencia de individuos grandes de *C. pica*, en conjunto con las bajas densidades estimadas para el Archipiélago de San Andrés y Providencia, indican que el recurso está sobreexplotado, situación que ha obligado a la autoridad ambiental CORALINA a establecer medidas de protección para garantizar la sostenibilidad del recurso. Aunque aún se desconoce la presencia y estado de esta especie en los cayos más remotos del norte y del sur del Archipiélago, los resultados encontrados demandan acciones inmediatas de recuperación de este valioso recurso de la Reserva de Biósfera Seaflower.

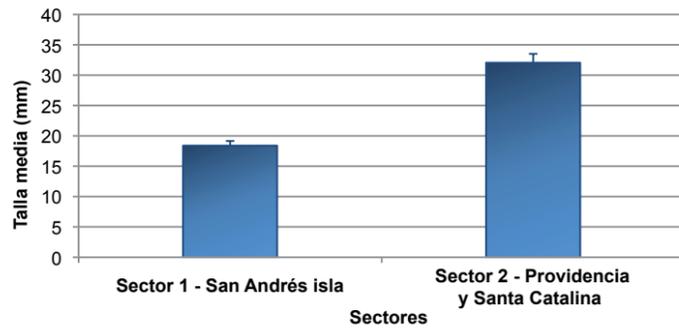


FIGURA 8. Promedio de la densidad de *Cittarium pica* (con los respectivos errores estándar=extensiones de las barras) para los sectores del área de estudio.

TABLA 6. Promedio de densidad (± el error estándar- r), abundancia, máximo y mínimo poblacional de *Cittarium pica* resultantes para los diferentes sectores y respectivas estaciones del área de estudio.

Sector / Estación	Promedio Densidad (Ind./ m2)	±r	Abundancia (Ind./30 m2)	Máximo (Ind./ m2)	Mínimo (Ind./ m2)
S1-San Andrés Isla					
E1- Massally Pox hole	2,93	±0,67	88	16	0
E2- Johnny Cay	1,27	±0,39	38	9	0
E3- Lynton Rock	6,97	±0,97	209	22	0
E4- El Cove	3,97	±1,07	119	23	0
E5- High Rock	2,73	±0,67	82	14	0
Total	3,57	±0,95	536	23	0
S2. Islas de Providencia y Santa Catalina					
E1- Crab cay	1,30	±0,32	39	7	0
E2- Three Brothers cay.	0,43	±0,12	13	3	0
E3- Iron Wood Hill	1,53	±0,44	46	10	0
E4- San Felipe	3,80	±0,99	114	20	0
E5- Halley View	0,17	±0,10	5	2	0
E6- Santa Catalina	6,93	±1,19	208	22	0
E7- Point Reef	1,53	±0,54	46	11	0
Total	2,24	±0,90	471	22	0
Área Total de Estudio	2,90	±0,92	1.007	23	0

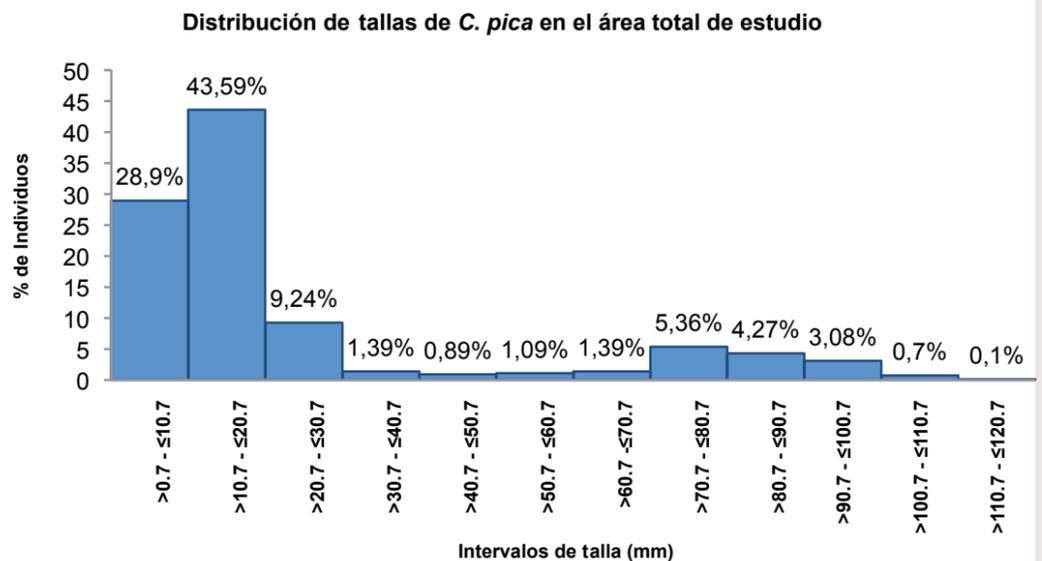


FIGURA 9. Distribución por intervalos de talla del porcentaje (%) de individuos de *C. pica* hallados en toda el área de estudio.

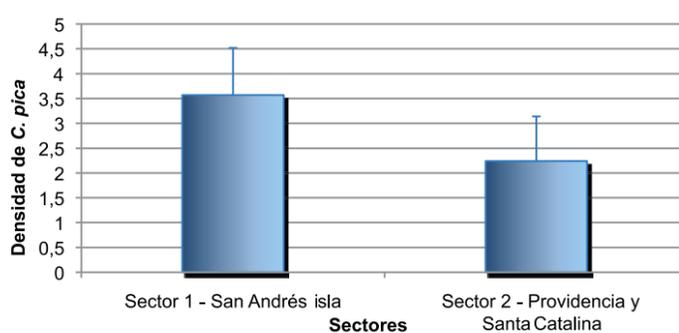


FIGURA 10. Talla media de los sectores 1 (San Andrés isla) y 2 (Providencia y Santa Catalina).

Comunidades de peces

Martha C. Prada

En un esfuerzo conjunto CORALINA e INVEMAR vienen realizando seguimiento a las comunidades de peces en las estaciones donde se llevan a cabo las evaluaciones de estado sobre los arrecifes coralinos, por lo que en este documento se presentarán sucintamente los resultados del monitoreo registrado entre los años 1999 y 2007 en cinco puntos de muestreo de la isla de San Andrés y cuatro de la isla de Providencia, siguiendo el protocolo para peces de arrecife del nivel II de acuerdo con el manual metodológico de CARICOMP, basado a su vez en el programa Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment (AGRRA) (www.agrra.org/) desarrollado en 1998 y el método de Reef Environmental Education Foundation (REEF) (www.reef.org/). Los censos basados en AGRRA buscan cuantificar la abundancia y biomasa de especies con interés ecológico y económico con una lista preseleccionada de especies, mientras que los censos en REEF buscan conocer la biodiversidad de esta comunidad (riqueza íctica). El monitoreo se inició en 1999 en San Andrés y en 2000 en la isla de Providencia, realizándose una vez al año en el segundo semestre durante la época lluviosa generalmente.

Los datos de este reporte fueron estandarizados a sumas o promedios de la cantidad de peces registrados en dos transectos por sitio (30 m x 4 m), realizado por biólogos experimentados. Se describen los patrones anuales, por estación y por profundidad y se hace referencia a los cambios encontrados en cuanto al número de especies censadas. Tanto el número de estaciones como el número de censos ha variado; se ha ido incrementado con el tiempo con diferente intensidad dependiendo de la isla.

Tendencias por isla

El promedio de las abundancias de peces por isla no parece tener tendencias con significancia estadística, por la gran variabilidad de los datos agrupados en esta amplia categoría. Se han censado un total 6.739 individuos en San Andrés y 4.034 en Providencia, pero teniendo en cuenta la diferencia en el número de estaciones, por lo que los análisis se han hecho basados en los promedios anuales transformados logarítmicamente. Se encontró que en San Andrés hubo en promedio entre 11 y 46 (desviación estándar (SD) 13 y 74) individuos por estación, mientras que en Providencia este promedio varió entre 34 y 15 (SD= 21 y 60) individuos por estación (Figura 11).

Los valores registrados entre 2000 y 2005, antes de la declaratoria del AMP Seaflower, muestran una ligera disminución en el número de peces registrados en San Andrés y una aparente recuperación entre 2006 y 2007, indicando los primeros resultados de las acciones positivas de control y vigilancia que CORALINA ha logrado implementar en los dos últimos años.

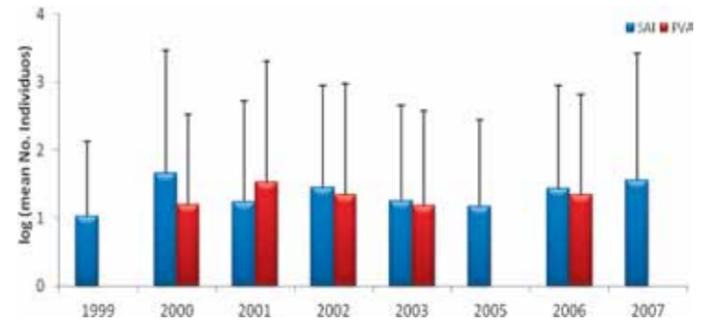


FIGURA 11. Variación de abundancia de peces en dos transectos observados con el protocolo AGRRA en cinco estaciones en San Andrés y cuatro en Providencia. Datos con transformación logarítmica.

Tendencias por grupos de peces

Aunque la lista de AGRRA incluye un total de 52 especies, en el Archipiélago se ha ampliado a 84 especies, registrándose durante todos los años de monitoreo un total de 73 especies en San Andrés y 70 en Providencia. El promedio general en San Andrés es de 32 especies (SD=16) y de 37 especies (SD=2) en Providencia. Para esta última existe una mayor representación de peces depredadores del tipo chernas y pargos. En efecto, de un total de 15 especies que conforman este grupo, en promedio se han mantenido estables entre seis y ocho especies con 68 individuos (SD=30), ampliamente mayor si se compara con San Andrés, que registra entre tres y cuatro especies con 56 individuos (SD=70) (Figura 12).

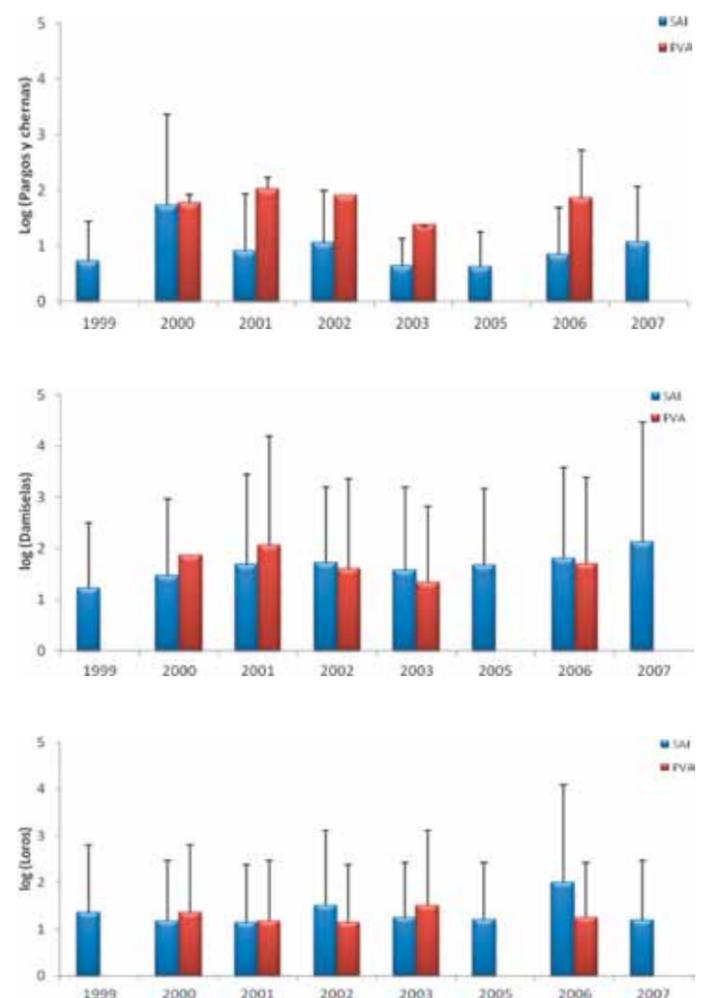


FIGURA 12. Promedios de peces discriminando por grupos representativos. Los datos con transformación logarítmica provienen de dos transectos observados con el protocolo AGRRA en cinco estaciones en San Andrés y cuatro en Providencia.



Comparando los resultados para las especies de la familia Pomacentridae, grupo indicador de desbalances ecológicos, se observa cómo las abundancias de San Andrés, con 2.151 individuos, duplican las de Providencia con solo 1.276. Sin embargo, cuando se comparan los promedios ya no hay diferencia clara entre las islas (Foto 18).

Caso contrario pasa con el grupo conocido como peces loro (Foto 19), compuesto por una familia, dos géneros y 13 especies, los cuales como especies herbívoras tienen gran importancia en los ambientes corali-

nos con altas coberturas de algas. La abundancia de los peces loro en San Andrés sobrepasó ampliamente la de Providencia con un total de 2.139 con promedios de 267 (SD=258) frente a 909 (promedio 182 SD=60) en Providencia, lo que podría explicar la mayor incidencia de algas en esta última.

Foto 18. Pez damisela *Stegastes partitus* (Foto: Alfredo Abril-Howard, CORALINA).

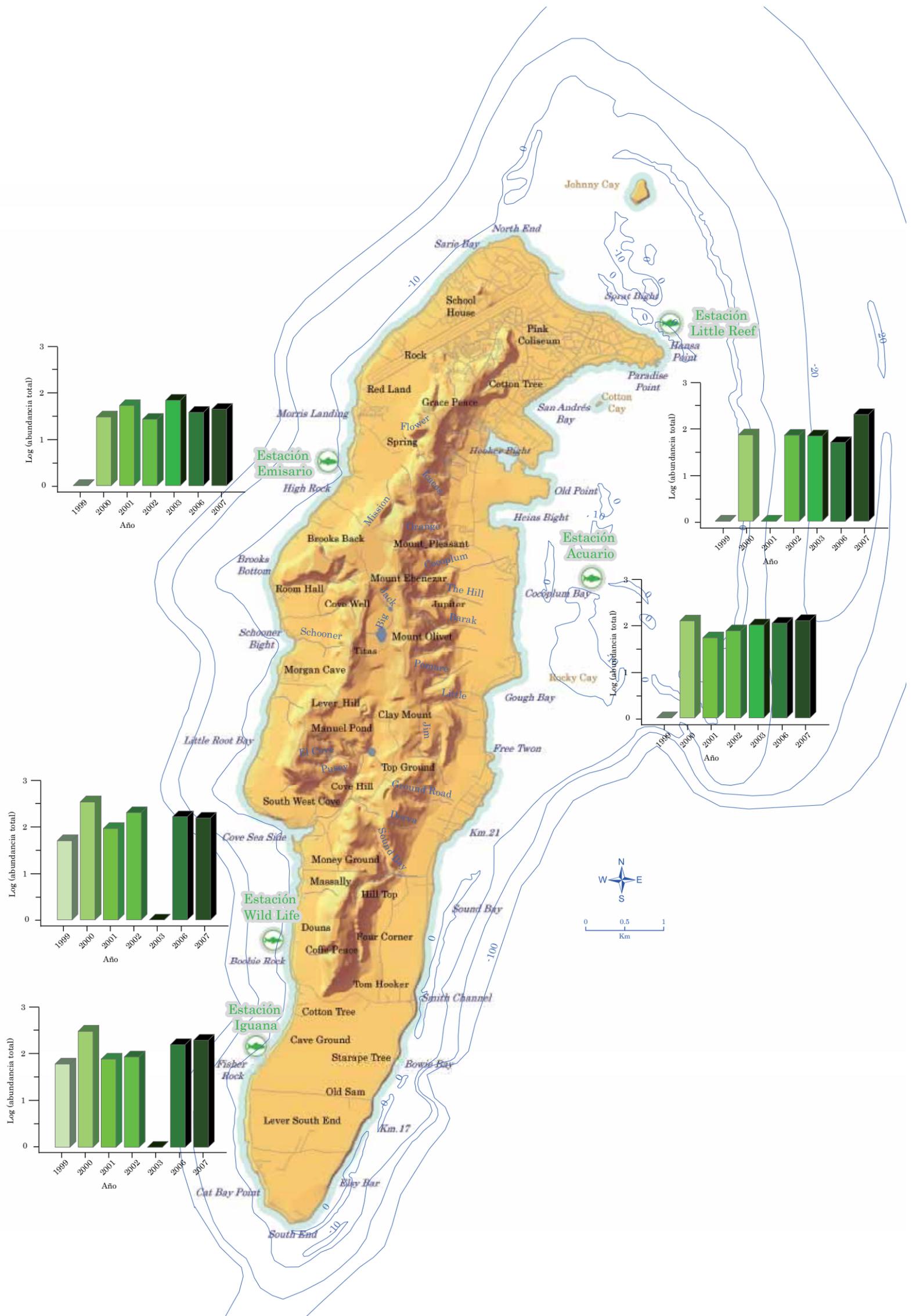
Tendencias por estación

La abundancia al interior de las estaciones de la isla de San Andrés muestran una relativa recuperación en la estación Acuario desde 2003 y en la estación Little Reef en 2007, dos estaciones del costado este de la isla (zona expuesta) y en zonas de no extracción del AMP Seaflower. También hubo un incremento generalizado de la abundancia en 2007 sobre el costado oeste (zona protegida) y en zonas de no extracción o de uso especial, como el caso de la estación Emisario. Los valores más altos reportados para el año 2000 pueden ser consecuencia de contar con observadores que incluyeron datos de especies asociadas a otros hábitat (ejemplo arena).

En 2007 solo se contó con la información de la isla de San Andrés, notándose una ligera tendencia al incremento en abundancia total, principalmente en Little Reef. Entre 2000 y 2006, las estaciones de Providencia localizadas en zonas de no extracción, aparentemente están siendo igualmente impactadas por la pesca artesanal comparadas con las de San Andrés (Mapas 39 y 40).



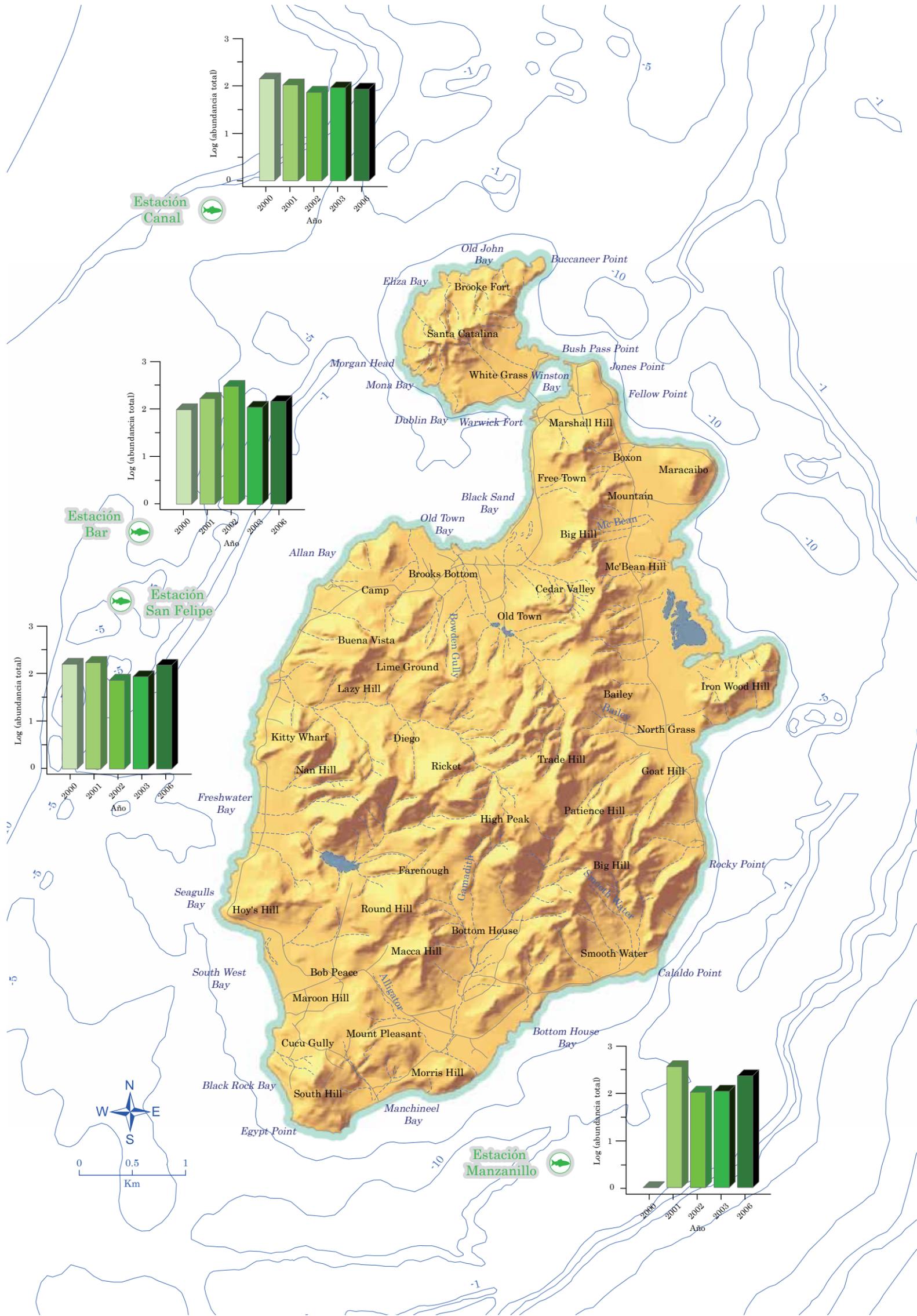
Foto 19. Pez loro (*Sparisoma viride*) y chivos (*Mulloidichthys martinicus*) (Foto: Nacor Bolaños, CORALINA).



MAPA 39. Abundancia total de peces en las cinco estaciones en San Andrés. Los datos con transformación logarítmica provienen de dos transectos observados con el protocolo AGRRA.

Atlas de la Reserva de Biósfera Seaflower

Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina



MAPA 40. Abundancia total de peces en las cuatro estaciones de Providencia. Los datos con transformación logarítmica provienen de dos transectos observados con el protocolo AGRRA.

Tendencias por profundidad

La variabilidad entre las estaciones someras y medias difieren en cuanto a tendencia en cada una de las islas. Aparentemente se presentan mayores abundancias en las estaciones de Providencia, especialmente entre 2000 y 2003. Ya para 2006 se nota un incremento de la abundancia en ambas profundidades con respecto a lo registrado en 2005 en las estaciones de la isla de San Andrés (Foto 20). La tendencia en las estaciones profundas, solo en San Andrés, demuestran una menor abundancia con respecto a las estaciones menos profundas conservando igualmente una variabilidad similar a lo largo de los años (Foto 20).



Foto 20. Peces ronco, familia Haemulidae, género *Haemulon* spp., Tete's Place Isla Providencia (Foto: A. Abril-Howard, CORALINA).



Foto 21. Pargo pluma, familia Labridae, especie *Lachnolaimus maximus* (Foto: N. Bolaños, CORALINA).

Anotaciones sobre la biodiversidad

La Tabla 7 y Figura 13 resumen los patrones encontrados en cuanto a la riqueza de especies en las estaciones de monitoreo.

Se observa la recuperación en cuanto a abundancia en San Andrés y se refleja también en el número de especies, pero este valor aun es más bajo (por cerca de veinte especies) comparado con el reportado para Providencia. Además se resaltan los años 2000, 2002 y 2006 como los de mayor riqueza en los últimos años.

Cuando se discrimina por estaciones, se nota cómo los mayores aumentos en el número de especies se han dado en el Little Reef y en el Acuario (Mapas 41 y 42).

En la Tabla 8, se puede observar el registro del reavistamiento de 46 especies en 2006 para San Andrés y Providencia, de especies no observadas desde el inicio, resultados que refuerzan el concepto de recuperación en la comunidad de peces arrecifales o el mejoramiento de los observadores con la práctica (Foto 21).

TABLA 7. Número de especies registradas en censos de peces durante los monitoreos.

Año	AGRRRA		REEF	
	San Andrés	Providencia	San Andrés	Providencia
1999	19		44	
2000	43	37	69	77
2001	30	35	56	61
2002	33	37	60	53
2003	25	37	57	51
2004				
2005	21		63	59
2006	39	40	61	
2007	42			

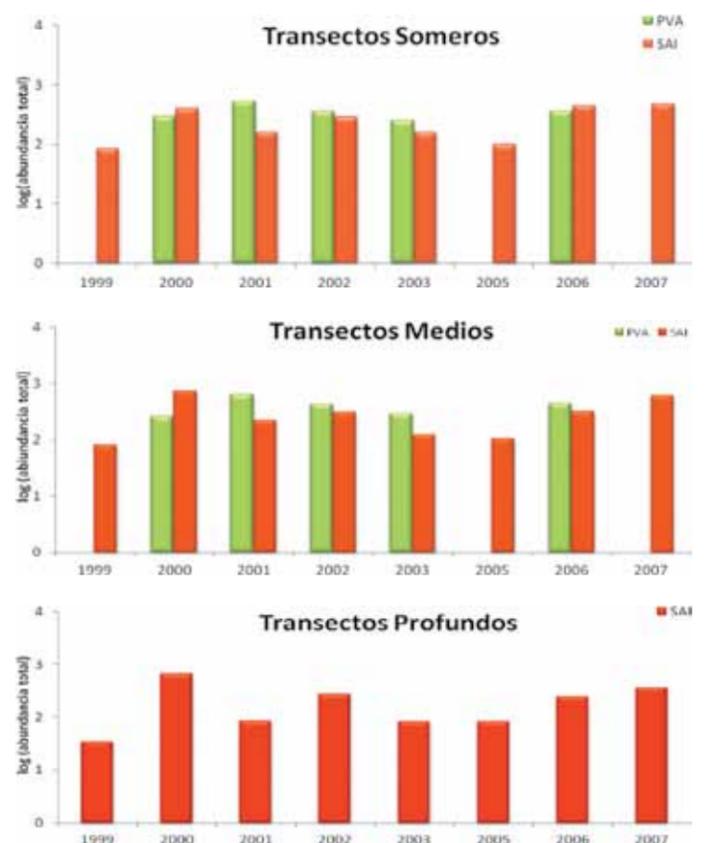
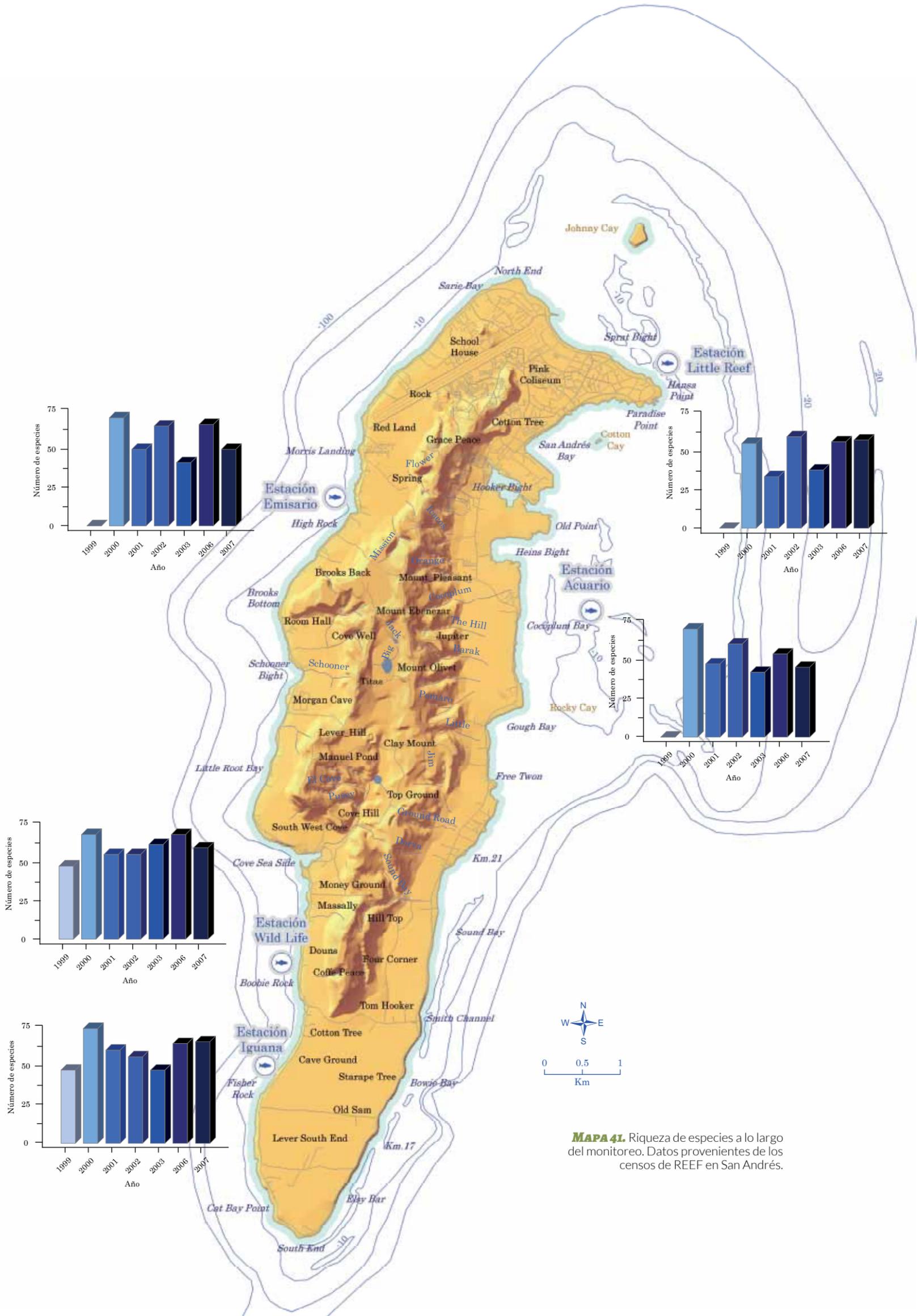


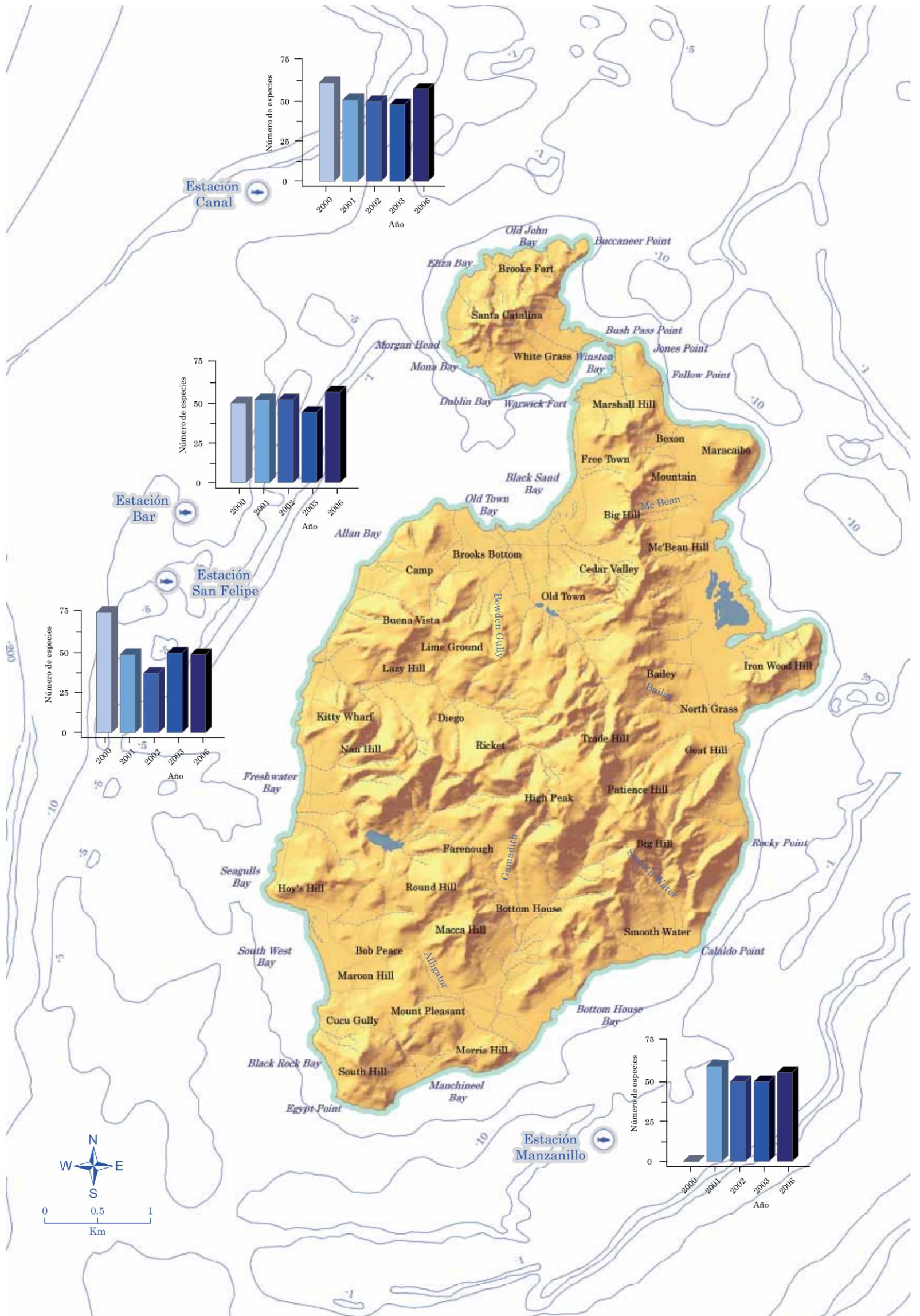
FIGURA 13. Abundancia total de peces discriminada por profundidad. Los datos con transformación logarítmica provienen de dos transectos observados con el protocolo Agrra en cinco estaciones en San Andrés y cuatro en Providencia.

Atlas de la Reserva de Biósfera Seaflower

Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina



MAPA 41. Riqueza de especies a lo largo del monitoreo. Datos provenientes de los censos de REEF en San Andrés.



MAPA 42. Riqueza de especies a lo largo del monitoreo. Datos provenientes de los censos de REEF en Providencia.

TABLA 8. Listado de la recuperación de la biodiversidad medida en reavistamiento de especies de peces o nuevos registros en los censos con el protocolo REEF.

Familia	Nombre científico	SAI	PVA
Apogonidae	<i>Apogon binotatus</i>	reavistamiento	reavistamiento
	<i>Apogon lachneri</i>	reavistamiento	reavistamiento
	<i>Apogon pseudomaculatus</i>		nuevo 2005
Balistidae	<i>Xanthichthys ringens</i>	reavistamiento	reavistamiento
Belonidae	<i>Strongylura notata</i>	reavistamiento	reavistamiento
Carangidae	<i>Elagatis bipinnulata</i>	reavistamiento	reavistamiento
	<i>Selar/Decapterus ?</i>	reavistamiento	reavistamiento
Carcharhinidae	<i>Carcharhinus perezii</i>	reavistamiento	reavistamiento
Chaenopsidae	<i>Acanthemblemaria rivasi</i>	nuevo 2006	reavistamiento
Chaetodontidae	<i>Chaetodon sedentarius</i>	reavistamiento	reavistamiento
Fistulariidae	<i>Fistularia tabacaria</i>		nuevo 2006
Ginglymostomatidae	<i>Ginglymostoma cirratum</i>	nuevo 2005	nuevo 2005
Haemulidae	<i>Anisotremus surinamensis</i>	reavistamiento	reavistamiento
	<i>Haemulon aurolineatum</i>	reavistamiento	reavistamiento
	<i>Haemulon bonariense</i>	reavistamiento	reavistamiento
	<i>Haemulon macrostomum</i>	reavistamiento	reavistamiento
	<i>Haemulon striatum</i>	reavistamiento	reavistamiento
Labridae	<i>Bodianus pulchellus</i>	reavistamiento	reavistamiento
	<i>Lachnolaimus maximus</i>	nuevo 2006	reavistamiento
Labrisomidae	<i>Malacoctenus boehlkei</i>	reavistamiento	reavistamiento
Lutjanidae	<i>Lutjanus cyanopterus</i>	reavistamiento	reavistamiento
	<i>Lutjanus griseus</i>	reavistamiento	reavistamiento
Ophichthidae	<i>Myrichthys sp.</i>	nuevo 2006	nuevo 2006
Ostraciidae	<i>Acanthostracion quadricornis</i>	nuevo 2006	
Pomacanthidae	<i>Centropyge argi</i>	reavistamiento	reavistamiento
Scaridae	<i>Cryptotomus roseus</i>	reavistamiento	reavistamiento
	<i>Sparisoma radians</i>	reavistamiento	reavistamiento
Sciaenidae	<i>Equetus lanceolatus</i>	reavistamiento	reavistamiento
	<i>Odontoscion dentex</i>	reavistamiento	reavistamiento
Scombridae	<i>Scomberomorus brasiliensis</i>	reavistamiento	reavistamiento
	<i>Scomberomorus maculatus</i>	reavistamiento	reavistamiento
	<i>Scomberomorus regalis</i>	reavistamiento	reavistamiento
	<i>Scomberomorus sp.</i>		nuevo 2006
Serranidae	<i>Epinephelus adscensionis</i>	reavistamiento	reavistamiento
	<i>Epinephelus itajara</i>	reavistamiento	reavistamiento
	<i>Hypoplectrus planifrons?</i>	nuevo 2006	nuevo 2006
	<i>Lipoproma rubre</i>	nuevo 2005	nuevo 2005
	<i>Mycteroperca acutirostris</i>		nuevo 2006
	<i>Mycteroperca bonaci</i>	nuevo 2006	reavistamiento
	<i>Mycteroperca phenax</i>	reavistamiento	reavistamiento
	<i>Mycteroperca rubra</i>	reavistamiento	reavistamiento
	<i>Mycteroperca sp.</i>	reavistamiento	reavistamiento
<i>Paranthias furcifer</i>	nuevo 2005	nuevo 2005	
Sygnathidae	<i>Cosmocampus sp. / Micrognathus sp.</i>		nuevo 2006
Synodontidae	<i>Synodus saurus</i>	reavistamiento	reavistamiento
Urolophidae	<i>Urobatis jamaicensis</i>	reavistamiento	reavistamiento

Consideraciones

Con los resultados descritos se puede observar que a pesar de que la abundancia y riqueza de especies es variable a través de los años, las tendencias generales se han mantenido indicando que los impactos naturales y antrópicos están afectando de forma similar todas las estaciones.

Hay indicios de una leve recuperación en abundancia de peces y en riqueza de especies, quizá como resultado de las nuevas medidas de conservación tomadas en el AMP Seaflower, incluyendo un mayor control a la pesca furtiva, los cuales aún deben ser fortalecidos para poder determinar con certeza esta aparente recuperación.

Estos esfuerzos institucionales han logrado conformar una buena base de datos, necesaria para medición de indicadores de efectividad del AMP Seaflower y para otros estudios científicos.

Riqueza íctica en diferentes zonas de la Reserva de Biósfera Seaflower

Nacor Bolaños y Alfredo Abril-Howard

La riqueza íctica comenzó a ser medida de manera sistemática en la isla de San Andrés con la instalación de dos estaciones de monitoreo de arrecifes (Iguana y Wildlife) de la red del Sistema Nacional de Monitoreo de Arrecifes Coralinos de Colombia -SIMAC-, que fueron instaladas por INVEMAR por solicitud de CORALINA en 1998. Posteriormente CORALINA instaló tres estaciones más en San Andrés (Emisario, Little Reef y Acuario) y cinco en Providencia (Manzanillo, Canal, Bar, San Felipe y No Entry), algunas de las cuales con apoyo del INVEMAR. En cada estación, una vez cada año, se mide la riqueza íctica además de cobertura coralina, salud arrecifal, gorgonáceos, invertebrados y peces con importancia ecológica y económica, utilizando la metodología de censo de buceo errante descrita por Reef Environmental Education Foundation -REEF-, la cual consiste en nadar alrededor de cada sitio durante 30 minutos registrando todas las especies de peces observadas. Para este muestreo es necesario buscar en todos los sitios que generalmente sirven de refugio a los peces (huecos, grietas, entre otros) y se lleva a cabo tratando de cubrir la mayor cantidad de área en cada estación; por lo tanto se requirió amplio conocimiento del hábitat y comportamiento de las especies. El objetivo de este tipo de censo es encontrar el mayor número de especies durante el tiempo de búsqueda. Además se hace un estimativo de densidad por especie y se categoriza de acuerdo con una escala logarítmica así: A) único (1 pez), B) pocos (2-10 peces), C) muchos (11-100 peces), y D) abundantes (>100 peces).

En las estaciones de monitoreo de arrecifes en San Andrés se ha logrado censar un máximo de 146 especies de peces arrecifales -año 2005-, pese a ello hay que tener presente el número de estaciones monitoreadas cada año y el número de censos realizados por estación. El número óptimo según la red del SIMAC es de cuatro censos de riqueza íctica por sitio (según algunos análisis de curvas de acumulación de especies realizadas con antelación por el INVEMAR, R. Navas com.pers). Se puede observar que cuando se comparan los datos teniendo en cuenta el monitoreo de las cinco estaciones (ejemplo en 2001, 2002, 2005 y 2006), los valores de riqueza íctica total para la isla son similares entre los años (Figura 14).

Adicional a los monitoreos desarrollados en las estaciones de arrecifes coralinos, CORALINA ha trabajado de manera independiente o conjuntamente con instituciones nacionales e internacionales (The Ocean Conservancy, INVEMAR, Secretaría de Agricultura y Pesca de la Gobernación Departamental, ICA, SENA, Universidad Nacional de Colombia, entre otras) y ha logrado monitorear en todas las zonas remotas del Archipiélago, en las que se han realizado evaluaciones rápidas de arrecifes (ERA) durante las cuales se han hecho censos de riqueza íctica (con la misma metodología pero por 20 minutos).

De este modo en 2001 se logró monitorear San Andrés y Providencia (93 estaciones), en 2002 Bolívar y Albuquerque (78 estaciones), en 2003 Serrana, Roncador y Quitasueño (122 estaciones), en 2008 Bolívar (10 estaciones), en 2009 Albuquerque, San Andrés y Providencia (123 estaciones) y en 2010 Serranilla, Bajo Alicia y Bajo Nuevo (82 estaciones), en las cuales se han registrado más de 220 especies de peces, de las cuales el mayor registro se ha hecho en Providencia, con mayor número de estaciones monitoreadas (Figura 15).

De manera general se observa que la riqueza íctica parece aumentar cuando hay mayor número de estaciones monitoreadas, lo cual es lógico si se tiene en cuenta que en estas expediciones se han cubierto diferentes ambientes y profundidades en cada zona dentro del Archipiélago (Tabla 9).

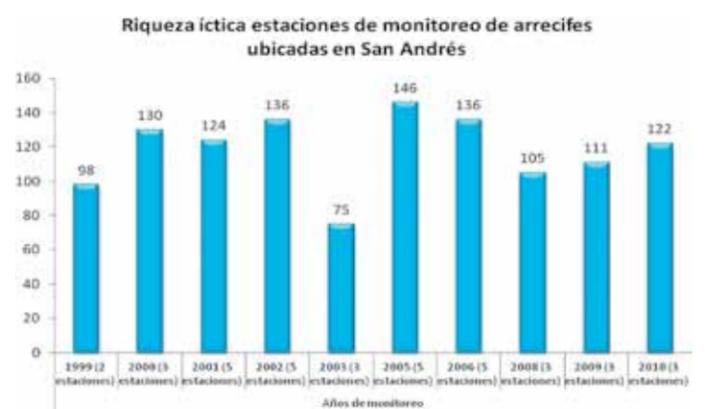


FIGURA 14. Riqueza íctica registrada en las estaciones de monitoreo de arrecifes en San Andrés entre 1999 y 2010 (en 2003 y 2009 no se tuvo en cuenta las estaciones del SIMAC).

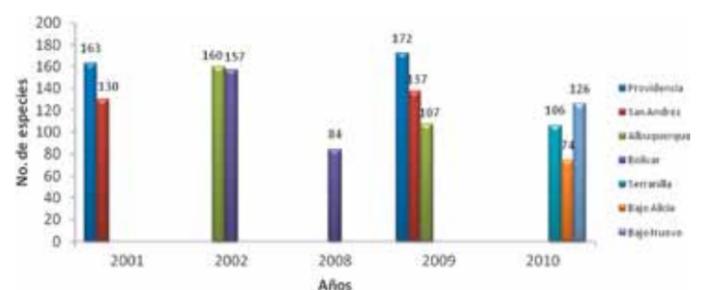


FIGURA 15. Riqueza íctica total registradas en las zonas Centro, Sur y Externa del Área Marina Protegida, dentro de la Reserva de Biósfera Seaflower.

TABLA 9. Número de estaciones monitoreadas desde 2001 a 2010 en las zonas Centro, Sur y Externa del Área Marina Protegida, dentro de la Reserva de Biósfera Seaflower.

Sitio	Año	No. Estaciones	Riqueza íctica
Providencia	2001	59	163
	2009	66	172
San Andrés	2001	34	130
	2009	47	137
Albuquerque	2002	39	160
	2009	10	107
Bolívar	2002	39	157
	2008	10	84
Serranilla	2010	26	106
Bajo Alicia	2010	14	74
Bajo Nuevo	2010	42	126

Con la expedición de 2010 (realizada de manera conjunta con la Gobernación Departamental) a las zonas más remotas de la Reserva de Biósfera Seaflower (Serranilla, Bajo Alicia y Bajo Nuevo ubicados al noreste de la RB Seaflower en la zona externa del Área Marina Protegida) se logró generar un primer acercamiento al conocimiento que se tiene a nivel nacional de esta región, la cual se encontraba sin ningún estudio previo sobre la riqueza íctica y datos de la comunidad coralina en general y se resalta su riqueza íctica con 154 especies registradas durante el monitoreo de las 82 estaciones (con un censo por estación, debido al limitado número de profesionales en campo y días efectivos de trabajo por sitio).

Al comparar los resultados de la riqueza íctica encontrada por CORALINA durante los últimos años en los diferentes ambientes en cada zona de la Reserva de Biósfera Seaflower con otros trabajos como los de Reyes-Nivia *et al.* (2004) que encontraron 198 especies de peces asociados (solo) a arrecifes coralinos en cinco áreas del Caribe colombiano incluyendo San Andrés (donde registraron nueve nuevas especies para esta área) y el trabajo de Bolaños (2006) que recopiló los datos tomados por CORALINA durante los primeros cinco años de monitoreo Caricomp en San Andrés y reportó un total de 178 especies, se observa que el presente trabajo muestra riquezas similares e incluso mayores en todo el Archipiélago; adicionalmente, muchas de las especies registradas en 2009 y 2010 son nuevos registros y hacen parte de las más de 400 especies de peces registradas en la Reserva de Biósfera Seaflower. Pese a lo anterior, hay una preocupación latente en la diversidad local con la presencia del pez león (*Pterois* spp.) en todo el Gran Caribe (incluye el Archipiélago, la parte continental de Colombia y países vecinos) (Foto 22).

Consideraciones

La riqueza íctica del Archipiélago tiene relativamente pocos estudios, los cuales han ido incrementando los listados a través de los años y los trabajos desarrollados por diferentes instituciones nacionales e internacionales han contribuido en el conocimiento que se tiene a nivel local, regional y del país, pese a ello el conocimiento que se tiene de las zonas más remotas de la Reserva de Biósfera Seaflower es limitado.

Esfuerzos de CORALINA han logrado mantener el monitoreo permanente en ocho estaciones localizadas en arrecifes en San Andrés y Providencia y conjuntamente con otras instituciones como con el INVEMAR se ha apoyado el monitoreo en algunas estaciones de la red SIMAC en San Andrés (Iguana y Wildlife). De igual



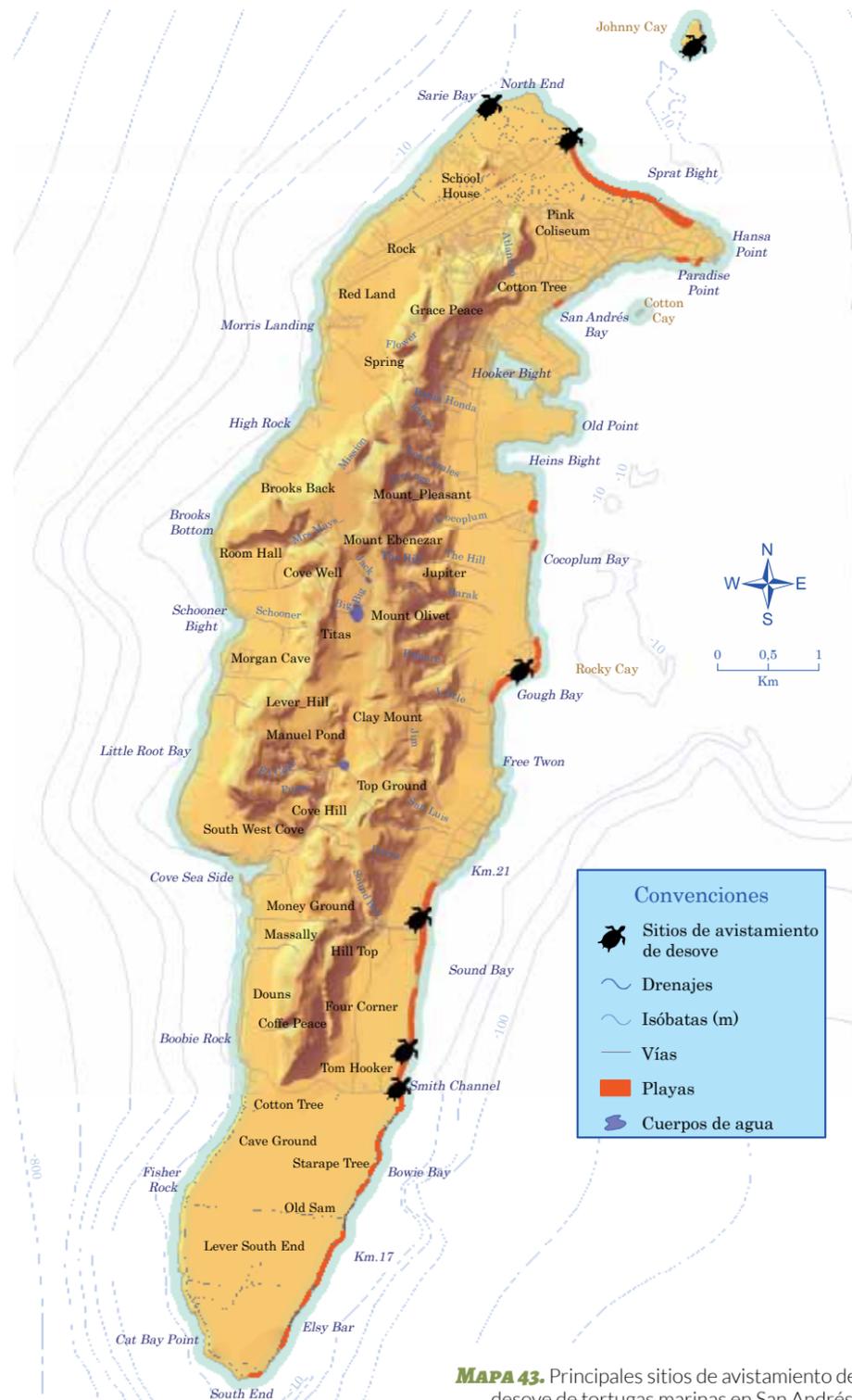
Foto 22. *Pterois* spp., pez león (Foto: Alfredo Abril Howard, CORALINA).

manera con otras instituciones (ejemplo CORALINA, Gobernación, ICA; Universidad Nacional de Colombia sedes Medellín y Caribe, Sena, entre otras), se ha logrado generar expediciones científicas de recolección de datos biológicos en las zonas remotas del Archipiélago, con lo cual se contribuye al conocimiento de la biodiversidad, abundancia y distribución de los recursos naturales en esas importantes zonas y se dan bases para el manejo y futuras decisiones a nivel local y regional.

La experiencia en identificación de especies de peces que han adquirido algunos profesionales y la información de riqueza íctica registrada durante los últimos años en diferentes ambientes y en todas las zonas de la RB Seaflower (acompañados de fotografías obtenidas en las expediciones) ha permitido hacer nuevos registros de especies, con lo cual se ha contribuido con el incremento del conocimiento de la biodiversidad íctica y se ha incrementado a más de 400 las especies de peces confirmadas en el Archipiélago.

Pese a lo descrito anteriormente, la presencia del pez león (*Pterois* spp.) en nuestro territorio, pone en gran peligro la biodiversidad tanto del Archipiélago como de la zona continental costera de Colombia y del resto de países del Gran Caribe (pues estos peces son depredadores voraces de peces pequeños, además de juveniles y larvas de crustáceos, moluscos y peces, entre otros), por lo que se requiere trabajar conjuntamente para estudiar posibles medidas de mitigación y manejo de este problema. Una medida que ha funcionado bien en varios países del Caribe es el consumo del pez león en diferentes platillos gastronómicos y al hacer la degustación, las personas se dan cuenta de la gran calidad de la carne y del exquisito sabor (solo hay que tener precaución en la manipulación del pez cuando tiene las espinas).

Tortugas marinas en la isla de San Andrés



Opal Bent Z.

Gracias al apoyo de la comunidad, la Policía Nacional y CORALINA, se ha logrado registrar la anidación y nacimiento de varias tortugas marinas, especialmente carey o Hawksbill Turtle (*Eretmochelys imbricata*) (Foto 23), y cabezona o Loggerhead Turtle (*Caretta caretta*) en las playas de Rocky Cay, Sound Bay, Smith Channel, Sprat Bight y Sarie Bay, principalmente (Mapa 43). Como ejemplo se mencionan dos “hawksbill” (*Eretmochelys imbricata*) de aproximadamente 120 cm (84 cm de ancho y 93,5 cm de largo de caparazón), con desove de 187 y 170 huevos (respectivamente) que fueron cuidadosamente manipulados y transportados al Parque Regional Johnny Cay donde fueron colocados en otro nido, para su protección y una “loggerhead” (*Caretta caretta*) un poco más pequeña desovó 90 huevos.



Foto 23. *Eretmochelys imbricata* (Foto: Nacor Bolaños, CORALINA).

Especies invasoras en la Reserva de Biósfera Seaflower

Pterois volitans o *P. miles* (pez león)

Ana María González, Nacor Bolaños,
Alfredo Abril-Howard, Camila Sánchez
y Elizabeth Taylor

El pez león (*Pterois volitans* o *P. miles*), especie invasora y carnívora originaria del Indopacífico, es una amenaza creciente sobre la abundancia, riqueza y diversidad de muchas especies de peces (come especialmente reclutas, juveniles y especies de menor tamaño), crustáceos, moluscos, entre otros, (muchos de los cuales con interés comercial) en todo el Gran Caribe. Sus primeros repor-

tes se dieron en Florida (EE. UU.) desde el año 1992 y poco tiempo después se empezó a observar una rápida dispersión a lo largo del Caribe (Polanco *et al.*, 2011).

La primera observación de pez león en Colombia, se registró en el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina - Reserva de Biósfera y Área Marina Protegida “Seaflower” y lo reportó Deibis Segura (buzo), en Manta City, isla de Providencia a 15 pies de profundidad, el 26 de diciembre de 2008 y Luis Banda (instructor de buceo - Banda Dive Shop) lo reportó para la isla de San Andrés en la Parguera a 100 pies de profundidad, el 7 de enero de 2009. Durante ese mismo año se reportaron avistamientos de pez león en cerca de 200 sitios en las

islas de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (Foto 24, Mapas 44 y 45).

Además de los avistamientos de pez león en San Andrés y Providencia, los biólogos de CORALINA han confirmado la presencia de pez león en otros sectores de la Reserva de Biósfera Seaflower:

- Bolívar: septiembre 2010 (datos de buzos del Caribe)
- Albuquerque: noviembre 2009
- Roncador: octubre 2009, marzo 2010
- Serrana: octubre de 2009, marzo 2010
- Quitasueño: 2010 (dato de pescadores artesanales de Providencia)
- Serranilla: abril 2010
- Bajo Nuevo: abril 2010
- Bajo Alicia: abril 2010

A 2010, en San Andrés un solo centro de buceo (Buzos del Caribe), reportaron haber capturado desde enero de 2009 a mayo de 2010 cerca de 1.200 individuos alrededor de la Isla utilizando bolsas plásticas transparentes (Foto 25). Recientemente en Providencia la fundación Old Providence EcoHamlet Foundation (con el apoyo económico de CORALINA), que trabajan desde febrero de 2010, reportaron la captura de 339 individuos (agosto de 2010) a los cuales se les han tomado datos biológicos y aseguran haber capturado el pez más grande registrado hasta el momento, en el Caribe colombiano, con una longitud total de 38,2 cm y 840 g.

Algunos datos tomados por CORALINA han mostrado en San Andrés que por ejemplo en dos salidas de campo

específicas para la captura de pez león se logró coleccionar 121 individuos y adicionalmente durante otras salidas de campo de seguimientos a actos administrativos de la Corporación y monitoreo de los ecosistemas marinos, se han cazado aproximadamente 500 individuos (desde 2009 hasta noviembre de 2010), de los cuales el de mayor tamaño ha sido de 34 cm aproximadamente, y el menor con un tamaño inferior a 3 cm (Foto 26).

En la Reserva de Biósfera Seaflower, las densidades encontradas en las zonas profundas (cantiles) y someras de los complejos arrecifales parecen preocupantes, por ejemplo en Serrana, durante marzo 2010, se observaron entre 18 y 20 individuos en un solo buceo (20 minutos), en un cantil entre 70 y 130 pies de profundidad. Desde esa fecha se ha observado que en casi todos los cantiles del Archipiélago ocurre lo mismo, del mismo modo se han observado agregaciones de pez león (hasta 12 individuos) cerca y dentro de esponjas barril en diferentes profundidades. Buzos profesionales han reportado para el sector de Nirvana y por la entrada del canal de navegación (isla de San Andrés) peces león a más de 50 m de profundidad y recientemente se han observado individuos a menos de 50 cm de profundidad (San Luis sector de los “charquitos” y por Chamey’s Náutica en la isla de San Andrés), con lo cual se hace evidente la adaptabilidad y éxito reproductivo de esta(s) peligrosa(s) especie(s), por lo cual se requiere más trabajo de parte de todos (Foto 27).



Foto 24. Ejemplar de *Pterois* spp. observado dentro del Área Marina Protegida - Reserva de Biósfera Seaflower.



Foto 25. Captura de pez león con bolsas plásticas transparentes.



Foto 26. Captura y medición de ejemplares pez león (Fotos: Nacor Bolaños, CORALINA).

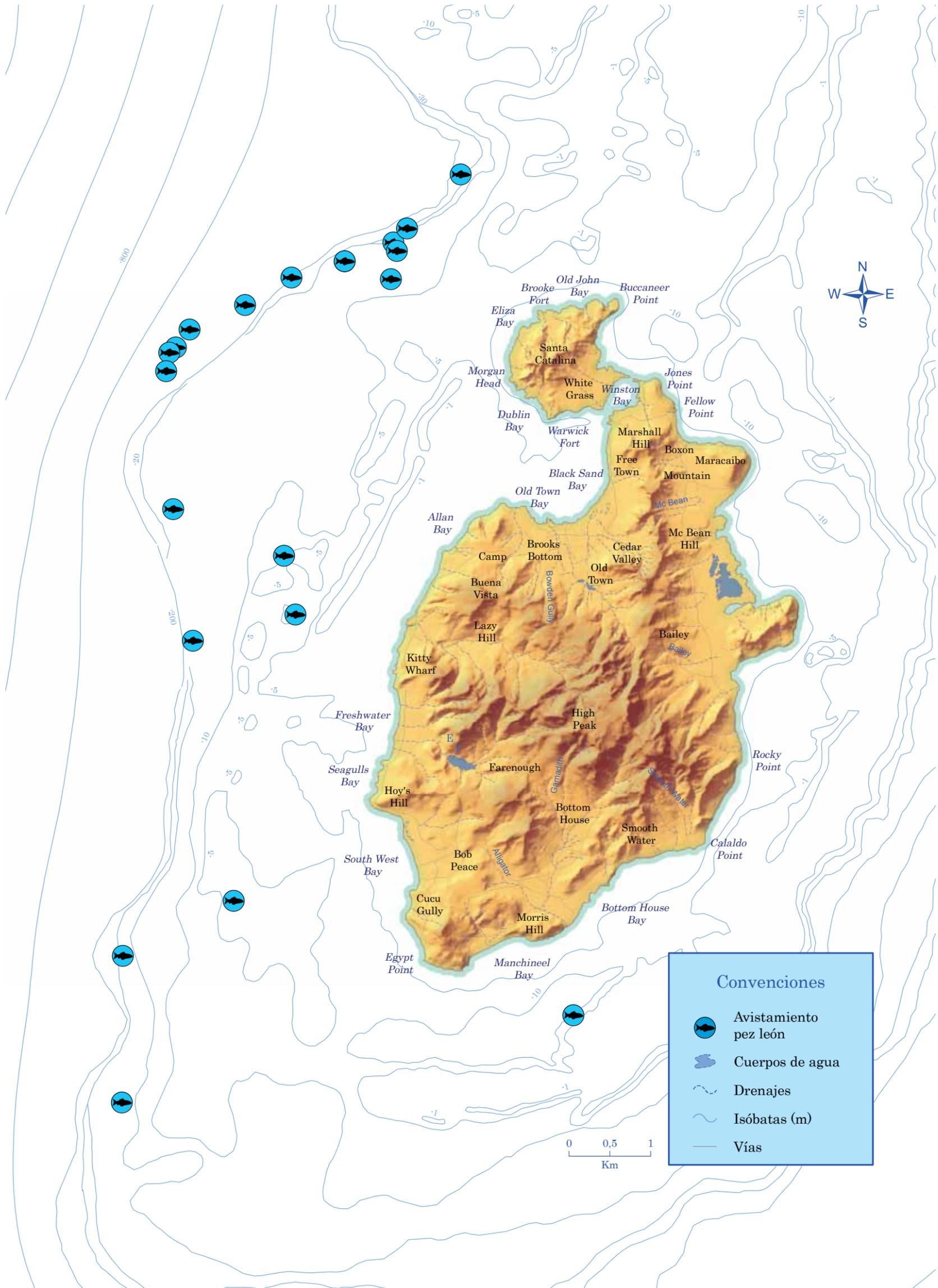




MAPA 44. Reportes de sitios con avistamiento de pez león en San Andrés.

Atlas de la Reserva de Biósfera Seaflower

Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina



MAPA 45. Reportes de sitios con avistamiento de pez león en Providencia.

Foto 27. Avistamiento de pez león en el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina - Reserva de Biósfera y Área Marina Protegida "Seaflower" (Fotos: Nacor Bolaños, CORALINA).



CORALINA ha trabajado desde 2009 en el seguimiento, estrategias de control a nivel regional y campañas de educación y divulgación. Durante todo este proceso se han planteado estrategias de monitoreo elaborando formatos de avistamientos que se trabajan con las escuelas de buceo de las islas de San Andrés y Providencia (con consideraciones técnicas y legales del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia). El personal de CORALINA, ha ido acumulando paulatinamente la experiencia para la captura del pez en aguas abiertas, arrecifes de coral y pastos marinos, acompañados de las escuelas de buceo, pescadores, ONG y otros usuarios del mar, que también han podido ser parte de este proceso y han capturado a estos peces con la clásica red de torcillo y bolsas plásticas transparentes. CORALINA está ensayando internamente la técnica de captura con diferentes métodos que incluyen ganchos (fabricados con un anzuelo grande, atado a un soporte), bolsas transparentes, redes y otros, evaluando la efectividad de cada uno. En el momento se están afinando los protocolos de captura, su posterior disposición y se busca el trabajo conjunto con diferentes instituciones en Colombia.

En agosto de 2010, CORALINA tuvo la oportunidad de participar en el primer Taller Regional (todos los países del Gran Caribe) de Pez León, apoyado por el Gobierno de México, the Reef Environmental Education Foundation (Reef), National Oceanic and Atmospheric Administration (Noaa), y el gobierno de Francia (como socio, ICRI). Dicho taller fue desarrollado en Cancún y tuvo el objetivo de avanzar en la elaboración de una estrategia regional conjunta de control y atención del pez león para el Gran Caribe (Foto 28).

Las diferentes instituciones de todos los países asistentes al taller internacional discutieron y enriquecieron las propuestas con las experiencias, visión y necesidades propias de cada región o país, pero se requiere seguir trabajando de manera conjunta, pues, como manifestó el Dr. Ricardo Gómez Lozano (Direc-



Foto 28. Representantes de varios países del Gran Caribe, asistentes al primer taller internacional. (Foto: Archivo CORALINA).

tor, Parque Nacional Arrecifes de Cozumel - Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas -CONANP-), “el tiempo fue corto para discutir algunos temas importantes...” sin embargo, “un resultado interesante es saber que la mayoría de los países tienen capacidades similares y otras medidas similares para hacer frente a este problema y saber cuáles son los puntos más importantes o críticos que hay que discutir lo más pronto posible... para hacer las preguntas correctas en términos científicos, primero tenemos que discutir algunos aspectos en su conjunto. No se puede pedir para hacer frente a los problemas regionales que si todavía tiene dudas o diferencias locales” pero para ello se requiere que estemos de acuerdo a nivel de país y luego ...es necesario continuar este programa de trabajo regional tan pronto como sea posible”.

De manera preliminar, una de las necesidades que surgieron fue generar una plataforma informática en la cual se puedan poner una base de datos nacional (por país), información general, investigaciones, publicaciones, métodos de captura, bases de datos de avistamientos y capturas, alternativas económicas de construir artes de pesca selectivos, bases de datos de avistamientos, capturas, artes de pesca específicos a este recurso, estrategias de publicidad, entre otros. Toda la información que se crea relevante, con vínculos a una red regional del Caribe en la que se relacione la información que se genere.

Estamos convencidos de la necesidad de trabajar de manera conjunta con todas las instituciones que en Colombia tengan el problema de esta(s) especie(s) invasora(s), estén trabajando en el tema, o quieran contribuir de una u otra manera, tales como corporaciones autónomas regionales, que ejercen control en la zona costera del Caribe colombiano desde el golfo de Urabá hasta Punta Gallinas, las gobernaciones departamentales, Parques Naturales Nacionales de Colombia (especialmente todos los de la costa Caribe y el de Providencia), y Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (autoridades ambientales en general que puedan tomar decisiones en Colombia), e incluir además a todas las instituciones públicas y privadas que hagan investigación (universidades, centros de buceo, ONG, fundaciones, entre otros), para la búsqueda de posibles alternativas y la promoción de la calidad de la carne para incentivar su consumo de manera similar a como se ha hecho en varios países del Gran Caribe, afinando los posibles mecanismos de manejo para el control de esta especie, así como en los programas de educación y comunicación para la creación de una conciencia colectiva sobre la protección de la biodiversidad a nivel local, regional, de país y del Gran Caribe.

Muchos de los peces capturados han sido degustados en diferentes platillos gastronómicos (bajo diferentes presentaciones: apanado, asados, cocinados en distintas salsas, al ajillo, entre otros) preparados por los biólogos después de las salidas de campo y realmente es una carne de gran calidad y su sabor es exquisito (Foto 29).



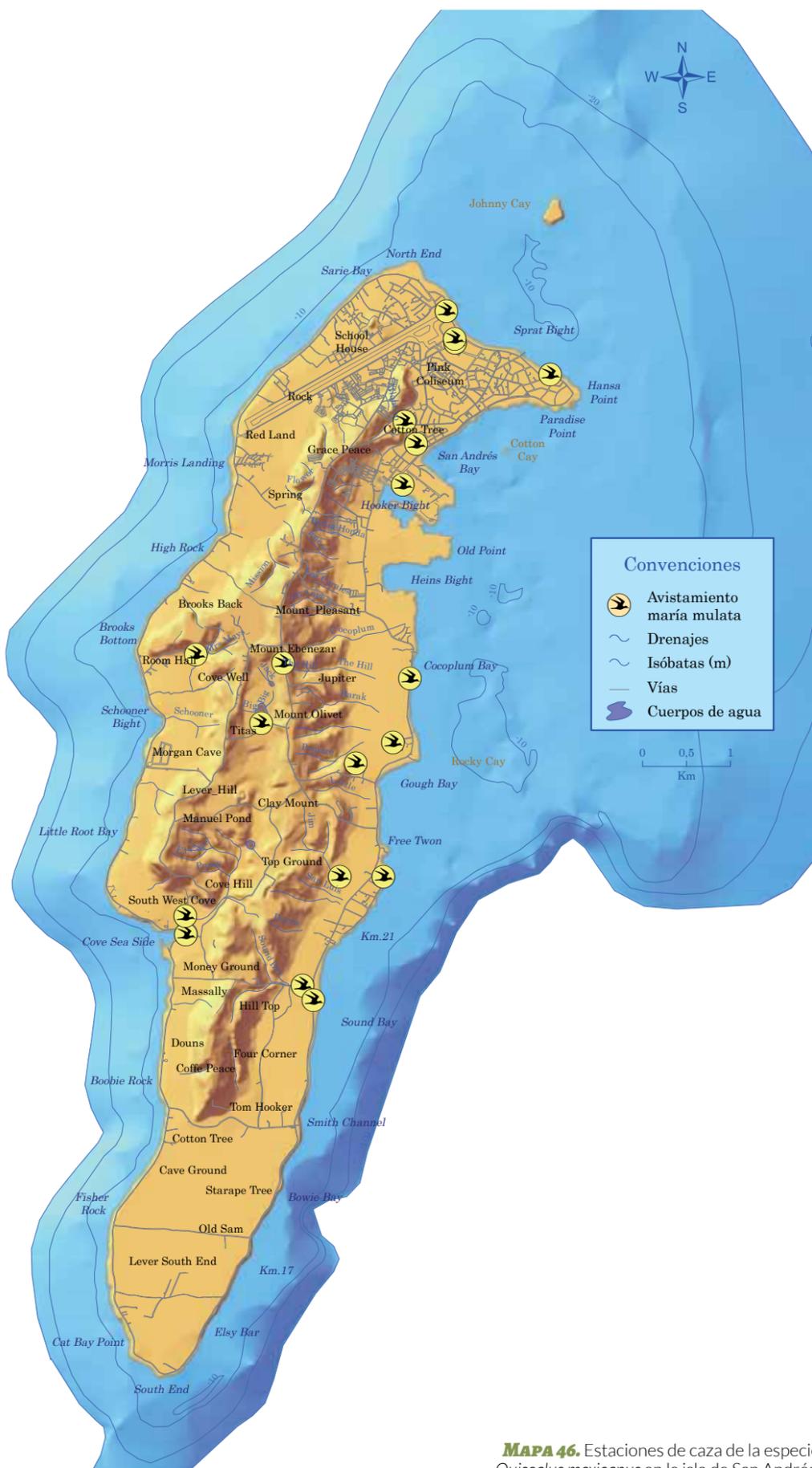
Foto 29. Preparación de platillos gastronómicos a base de pez león (Fotos: Nacor Bolaños, CORALINA).



Quiscalus mexicanus (María mulata)

Claritza Y. Llanos Ruiz

El ave *Quiscalus mexicanus* (Foto 30), comúnmente conocida en el Caribe como María mulata, fue introducida en el Archipiélago de San Andrés de manera deliberada hace más de 10 años. Debido a sus hábitos y las potencialidades del ambiente insular, se adaptó rápidamente y presentó un crecimiento poblacional acelerado distribuyéndose en toda la Isla (Mapa 46).



MAPA 46. Estaciones de caza de la especie *Quiscalus mexicanus* en la isla de San Andrés.

A razón de esta amenaza a la biodiversidad, en 2003, CORALINA inició un plan de seguimiento y control de la especie, con una primera fase de caracterización de la población y determinación de sus impactos sobre especies nativas. Los resultados obtenidos de dicho trabajo, determinaron que esta especie estaba generando riesgos de estabilidad y permanencia para algunas poblaciones nativas (Ward, 2005). Después de varias fases de concertación de una estrategia de control para esta especie, donde se evaluaron tres alternativas (traslado, erradicación y combinación), de acuerdo con criterios como efectividad del control de individuos frente al alto crecimiento poblacional, costo y riesgos del traslado de individuo, y gravedad de la invasión de una especie exótica en una isla, se eligió como alternativa el control de la población.

Posteriormente, se inició la fase de formulación de la estrategia de control utilizando tres métodos de cacería (rifles de aire, redes de niebla y búsqueda-eliminación de nidos) en cinco estaciones de la isla (Hotel Isleño, ICBF, Colegio Sagrada Familia Cosafa, manglar Smith Channel y relleno sanitario *Magic Gar-*



FOTO 30. *Quiscalus mexicanus* macho (negro) y hembra (amarillo verdoso). Nótese el dimorfismo sexual (Fotos: Carlos Orozco y Andrea Pacheco, CORALINA).

TABLA 10. Número de individuos y porcentaje de machos y hembras capturadas por año desde el 2005 hasta el año 2011 (Llanos, 2011).

Años	No Individuos	% Machos	% Hembras
2005	77	51,95	36,36
2006	186	45	55
2007	269	40,9	59,1
2008	190	40	60
2009	191	47,12	52,87
2010	317	24,24	74,76
2011	380	47,36	52,63

den. Actualmente se ejerce control de la población a partir de rifles de aire y para su ejecución un equipo de dos personas, se dedican a cazar las aves, a lo largo de 14 estaciones. Dicho proceso se ha llevado a cabo desde el año 2005, y hasta 2011 ha arrojado un número total de 1.610 individuos eliminados (Tabla 10).

Con respecto a su ecología y comportamiento, se ha observado que el área más frecuentada por *Q. mexicanus*, en la isla de San Andrés, es el pastizal (Foto 31), seguido por la playa y el humedal (Foto 32).

El uso que la especie da a estos hábitats, es forrajeo en el caso del pastizal y descanso en el caso de la playa y humedal. Ya que los pastizales en general son hábitats intervenidos por el hombre, utilizados para crianza de ganado y cultivos, es posible que la intervención antrópica y la naturaleza oportunista de la especie sean componentes que propicien su expansión.

Esto ha sido reportado en países como Costa Rica, en donde se ha observado que la especie obtiene beneficio de las perturbaciones causadas por el hombre, ya que posee una gran capacidad de adaptación a zonas abiertas, lo que ha provocado que aumente su población y que colonice nuevos lugares. En este sentido, la colonización de nuevos hábitats por parte de la especie, puede convertirse en un indicador de intervención antrópica y un incremento en su abundancia, mostraría que las barreras naturales que la mantienen fuera de un territorio, son removidas o fragmentadas. Por otra parte, uno de los sitios comúnmente utilizado para alimentación por *Q. mexicanus* es el relleno sanitario Magic Garden a diferencia de la antigua Fonda Antioqueña (zona de playa), laguna Big Pond y el manglar El Cove, los cuales son utilizados como lugares de reposo.

La hora del día en la cual se pueden encontrar grupos de María mulatas, es entre 5:00 y 6:00 de la tarde, momento en el cual se reúnen varios individuos para descansar.

Se ha observado que la población en la isla de San Andrés ha disminuido notablemente en sectores como el antiguo hotel Isleño, en donde el número de aves que frecuentaba el sector en 2005 era aproximadamente de 300 María mulatas (Orozco, 2004) y actualmente



Foto 31. Zona de pastizal frecuentemente habitada por *Q. mexicanus* (Foto: Claritza Llanos Ruiz).



Foto 32. Laguna Big Pond, hábitat frecuente de *Q. mexicanus* (Foto: Claritza Llanos Ruiz).

se registran cerca de 30 individuos. De igual manera, en algunas de las estaciones en las cuales se capturaban individuos, en la actualidad no se presentan. Esto supone que la estrategia de control de la población de María mulata implementada por CORALINA, ha arrojado buenos resultados.



Foto 33. *Tupinambis teguixin*
(Foto: Andrea Pacheco,
CORALINA).

Tupinambis teguixin (lobo pollero)

Andrea Pacheco

El lobo pollero fue introducido en la isla de San Andrés en 1975, por la liberación en el aeropuerto de 5000 juveniles, decomisados posiblemente a causa de tráfico ilegal de especies silvestres proveniente de la costa Caribe colombiana y con destino a Centroamérica.

El notable aumento de su población en casi todos los tipos de ambientes terrestres de San Andrés Isla, ha generado problemas ambientales, especialmente relacionados con la disminución de poblaciones nativas como la iguana verde (*Iguana iguana*) y la tortuga Swampka (*Kinosternon scorpioide albogulare*) y además daños económicos en sistemas productivos agropecuarios (Ward, 2005).

Con el objetivo de brindar un manejo a la especie exótica *T. teguixin* en la isla de San Andrés, desde el año 2007 se están implementando medidas de control, utilizando métodos de captura (rifles de aire, trampas y anzuelos), para garantizar la conservación de la biodiversidad de la isla declarada Reserva de la Biósfera y para minimizar los impactos socioeconómicos adversos generados por la expansión de esta especie invasora. Como resultado de la campaña, se eliminaron durante este año 161 individuos.

Los machos de la especie *Tupinambis teguixin* son más grandes y robustos y presentan mayor desarrollo en la base de la cola, donde se alojan dos hemipenes, retraídos. En las hembras el cuello es algo menos diferenciado, el cuerpo tiene aspecto más cilíndrico y grácil (Herrera y Robinson, 2000). Es capturado en su hábitat natural en países como Argentina para la obtención de cueros que se emplean en marroquinería fina, exportada a países

desarrollados. También se usa la carne, que pertenece a las denominadas silvestres, y la grasa con fines medicinales y cosméticos (González *et al.*, 1999).

El ciclo de vida de *Tupinambis* se caracteriza por una longevidad relativamente alta, un tamaño de nidada grande, cuatro años de crecimiento antes de alcanzar la madurez sexual y una mortalidad alta y variable de supervivencia de juveniles. Modelos hipotéticos de poblaciones de *Tupinambis* brindan resultados muy interesantes para el manejo. Dado que la actividad reproductiva de los adultos se extiende por un período prolongado de su vida, las declinaciones poblacionales ocurren lentamente a lo largo de varios años y las poblaciones son resistentes a impactos negativos importantes si estos son de corta duración. El crecimiento poblacional de estas especies, por otra parte, es muy sensible al reclutamiento de juveniles y subadultos, siempre y cuando la supervivencia de adultos se mantenga por encima de un cierto umbral. Cambios pequeños en la supervivencia de subadultos pueden producir variaciones muy importantes en la tasa de crecimiento poblacional, por lo tanto, un manejo dirigido a los subadultos debe ser una prioridad en cualquier programa de este tipo (Fitzgerald *et al.*, 1994).

En total se han georreferenciado 69 sitios de alto avistamiento de lobo pollero en la isla de San Andrés (Mapa 47). Como se observa en la imagen, los puntos de avistamiento se concentran en tres zonas:

Zona 1. En el borde oriental de la isla, específicamente en el borde de los manglares Cocoplum, Sound Bay, Smith Channel y Salt Creek. Sin embargo, se observó que la mayor presencia de lobo pollero se encuentra en el límite entre el manglar y las viviendas, donde se crían cerdos y aves de corral.

Literatura citada

- AGRRA. 1999. Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment (AGRRA). Mesoamerican Reef System Workshop. May 17-21, 1999. RSMAS, University of Miami.
- AICAS -Áreas Importantes para la Conservación de las Aves en Colombia. 2005. P. 117-281. En: BirdLife International y Conservation International 2005. Áreas Importantes para la Conservación de las Aves de los Andes Tropicales: sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad. Quito, Ecuador: BirdLife International (Serie de Conservación de BirdLife No. 14) 769p.
- Ardila N, Navas GR y Reyes J. 2002. Libro rojo de los invertebrados marinos de Colombia. INVEMAR. Ministerio del Medio Ambiente. Serie de Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia. 179p.
- Atkin H. 2004. The distribution and abundance of the Black Land Crab (*Gecarcinus ruricola*) in accordance with Catch effort, within the Archipiélago of San Andrés, Colombia. Submitted as part assessment for the degree of Master of Science in Marine Resource Development and Protection, School of Life Sciences. Heriot- Watt University, Edinburgh.
- Baine M, R Hartnoll y E. Taylor. 2005. Sustainable management of the Black Land Crab, *Gecarcinus ruricola*, Colombia. (162/11/015). Final Report. April, 2005. Darwin Initiative for the survival of the species. Heriot Watt University.
- Ben-Tuvia A y CE Ríos. 1970. Report on a R/V Chocó cruise to Providence Island and adjacent banks of Quitasueño and Serrana near the Caribbean islands of Colombia. Proyecto para el desarrollo de pesca marítima en Colombia (PNUD), Fondo especial - FAO - Inderena. Comunicaciones. (1)2:9-45. Bogotá.
- Bolaños N. 2006. Variaciones espaciales y temporales en la estructura de la comunidad de peces arrecifales de la Isla de San Andrés y su relación con el estado de los arrecifes. Tesis de pregrado. Cali -Colombia, Universidad del Valle, Departamento de Biología, Sección de Biología Marina. 67p.
- Bond J y R Meyer de Schauensee. 1944. Results of the fifth George Vanderbilt Expedition (1941). The Birds of Islands of Providence and St. Andrews and the cays in the southwestern Caribbean outside of the 100 fathom line. Academy of Natural Sciences of Philadelphia, Monograph (6)10-15.
- Bond J. 1950. Results of the Catherwood-Chaplin West Indies Expedition, 1948. Part II. Birds of San Andrés and Providencia. Academy of Natural Sciences of Philadelphia, 102:43-68.
- Bradley PE y RL Norton (Eds.). 2009. An Inventory of Breeding Seabirds of the Caribbean. University of Florida Press, Gainesville, FL, USA: 353p.
- Cárdenas CG. 1998. Comparación de la composición y estructura de la avifauna en diferentes sistemas de producción. Tesis Universidad del valle Cali. 67 p.
- Castell LL. 1987. Algunos aspectos de la biología y ecología de *Cittarium pica* (L.) "Quigua" (Prosobranchia, Trochidae), en el Parque Nacional Archipiélago de los Roques. Trabajo de grado (Biólogo). Universidad Central de Venezuela. Departamento de Ciencias Naturales. Facultad de Biología. Caracas, Venezuela. 135p.
- Cavalier J, C. Ortega y C. Santos. 1996. Estudios ecológicos en la isla de San Andrés: utilización de los recursos terrestres de la Isla. Universidad de los Andes. Bogotá.
- Chiriví GH. 1988. Fauna tetrápoda y algunos aspectos ecológicos de los cayos del archipiélago de San Andrés y Providencia, Colombia. Trianea (2) 277-377.
- Debrot AO. 1990a. Temporal aspects of population dynamics and dispersal behavior of the West Indian Top Shell, *Cittarium pica* (L.), at Selected Sites in the Exuma Cays, Bahamas. Bull. Mar. Sci., 47: 2: 431-437.
- Debrot AO. 1990b. Survival, growth, and fecundity of the West Indian Top Shell, *Cittarium pica* (Linnaeus), in various rocky intertidal habitats of the Exuma Cays, Bahamas. The Véliger, 33(4): 363-361.
- Díaz JM, G Díaz, J Garzón, J Geister, JA Sánchez y S. Zea. 1996. Atlas de los arrecifes coralinos del Caribe colombiano. I. Complejos arrecifales oceánicos. Serie de publicaciones especiales, No.2. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Adreís, INVEMAR. Santa Marta. 83p.
- Fitzgerald L, G Porino y V Lichtschein. 1994. El manejo de *Tupinambis* en Argentina: historia, estado actual y perspectivas futuras. Interciencia 19(4): 166-170.
- García MI. 2004. Plan de Acción de Conservación de las Aves Playeras y Marinas del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. Technical report. GEF project: Caribbean Archipelago Biosphere Reserve: Regional Marine Protected Areas. CORALINA, San Andres. 189p.
- García MI. 2005. Memorias censo de aves marinas y playeras en las islas menores del archipiélago. Memorandum of Agreement - CORALINA/ Christian University of San Andres/ Armada Nacional. CORALINA. 9p.
- García MI. 2007. Plan de Manejo Integrado de los Manglares de la Isla de San Andrés, Excluyendo el Manglar del Parque Regional de Old Point. Documento Técnico. Proyecto Protección y Conservación de los Recursos de la Biodiversidad y de los Ecosistemas Estratégicos dentro de la Reserva de Biosfera Seaflower. CORALINA-FCA-MAVDT, Colombia, 162p.
- González O, A De Caro y C Vieites. 1999. Conducción zootécnica de *Tupinambis teguixin* y análisis económico de la actividad. Arch. Zootec. 48: 343-346.
- Griffiths M, B Mohammad y A Vega. 2007. Dry season distribution of land crabs *Gecarcinus quadratus* (Crustacea: Gecarcinidae) in Corcovado National Park, Costa Rica. Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744) Vol. 55 (1): 219- 224.
- Hartnoll R y P Clark. 2006. A mass recruitment event in the land crab *Gecarcinus ruricola* (Linnaeus, 1758) Brachyura: Grapsioidea: Gecarcinidae) and a description of the megalop. Zoological journal of the Linnean Society 146: 149- 164.
- Hartnoll R, T Mackintosh y T. Pelembe. 2005. *Johngarthia langostoma* (H. Milne Edwards. on Ascension Island: A very isolated land crab population. Crustaceana 79 (2): 197- 215.
- Hilty SL y WL Brown. 1986. A Guide to the Birds of Colombia. Princeton University Press. New Jersey. 883p.
- Howard M, MI García, MI Moreno y P Salaman. 2009. Breeding Seabirds of the Caribbean. COLOMBIA: The Archipelago of San Andres, Old Providence and Santa Catalina 10p. En: Bradley PE y Norton RL (Eds.). 2009. An Inventory of Breeding Seabirds of the Caribbean. University of Florida Press, Gainesville, FL, USA: 353p.
- INPA. 1996. Boletín estadístico pesquero. Grupo de estadística. Bogotá. 107p.
- INVEMAR. 2005. Informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia: año 2004. Serie de publicaciones periódicas/INVEMAR No 8. Panamericana Formas e Impresos 2005. 210p.
- Lasso J. 2006. Caracterización de la fauna y flora del borde costero de las islas de San Andrés y Providencia. Inf. Tec. CORALINA.
- Lasso J. y A Giraldo. 2004. Aves de Cayo Bolívar (Archipiélago de San Andrés y Providencia) durante el período de migración Neotropical. Memorias I Congreso de Ornitología Colombiana, Asociación Colombiana de Ornitología, Santa Marta, Colombia.
- Lasso ZJ. 2007. Monitoreo de la flora y macrofauna (aves, reptiles moluscos, crustáceos y aves) del borde costero de las islas de San Andrés. Informe Técnico. CORALINA.
- Llanos C y M Taylor. 2008. Informe final Migración reproductiva del cangrejo negro *Gecarcinus ruricola* (Linnaeus, 1758) abril- julio de 2008. Producto # 11 del contrato 040 de 2008. CORALINA. 20p.
- Llanos C. 2009. Abundancia y distribución del cangrejo negro (*Gecarcinus ruricola*) en la isla de Providencia. Informe técnico. CORALINA.
- Llanos C. 2011. Seguimiento a la caza controlada del ave maría mulata (*Quiscalus mexicanus*) en San Andrés isla. Informe técnico CORALINA. 10p.
- Lowe S., Browne M., Boudjelas S., De Poorter M. (2004) 100 de las Especies Exóticas Invasoras más dañinas del mundo. Una selección del Global Invasive Species Database. Publicado por el Grupo Especialista de Especies Invasoras (GEEI), grupo especialista de la Comisión de Supervivencia de Especies (CSE) de la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN), 12pp. Primera edición, en inglés, sacada junto con el número 12 de la revista Aliens, Diciembre 2000. Versión traducida y actualizada: Noviembre 2004.
- MacArthur RH y EO Wilson. 1963. An equilibrium theory of insular zoogeography. Evolution 17 (4). 373-387.
- Machacón I. 2001. Caracterización biótica de los humedales interiores de la microcuenca del Cove, San Andrés Isla. Informe Técnico. CORALINA.

- McCormick C. 1999. Anexo 3 - Informe de investigaciones de campo durante 1999: Avifauna Residente y Migratoria de los Cayos Bolívar, Albuquerque, Roncador, Serrana y Serranilla. Field report. CORALINA. San Andrés. 6p.
- McNish T. 2003. Lista de chequeo de la fauna terrestre del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. M&B Producciones y Servicios Ltda. Bogotá. 20p.
- Moreno MI, MI García y T McNish. 2003. Reserva de Biosfera Seaflower Área Importante para La Conservación de las Aves de Colombia CO001 P. 133-134. En: Franco A M, G Bravo, L Rosselli, MH Romero, C Múnera, A Rodríguez, CL Matallana y J Chávez. 2005.
- Naranjo LG. 1982. Consideraciones sobre la Avifauna de San Andrés y Providencia. 57 - 67 p. En: Investigación Ecológica y Gestión Ambiental en las Islas de San Andrés y Providencia. FIPMA/ MinAgricultura. Santiago de Cali (Valle) Colombia, junio 2-6 de 1982. 228p.
- Nellis D. 1994. Seashore plants of South Florida and the Caribbean. A guide to identification and propagation of xeriscape plants. Pineapple press, Inc. Sarasota, Florida. 160p.
- Orozco C. 2004. La problemática ambiental de la introducción de especies en San Andrés isla. Informe técnico. CORALINA. 21p.
- Ortega R.D. 1941. Los Cayos Colombianos del Caribe. In Boletín de la Sociedad Geográfica de Colombia, 7 (3): 279-291.
- Osorno A y JM Díaz-Merlano. 2006. Explotación, usos y estado de la "cigua" o "burgao" *Cittarium pica* (Mollusca: Gastropoda: Trochidae) en la costa continental del Caribe colombiano. Bol. Invest. Mar. Cost., Vol. 35: 133-148.
- Polanco A, A Acero y N Bolaños-Cubillos. 2011. El pez león (*Pterois volitans*) en el Caribe colombiano. 123-130 p. En: Gracia, A., Medellín-Mora, J., Gil-Agudelo, D.L. y V. Puentes (eds.). Guía de las especies introducidas marinas y costeras de Colombia. INVEMAR. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 136p.
- Poutiers G y R. Cipriani. 1992. Fichas FAO de identificación para los fines de la pesca. Guía de campo de las especies comerciales marinas y de aguas salobres de la costa septentrional de Sur América. Comisión Europea y NORAD. Roma. 513p.
- Raffaele H, J Wiley, O Garrido, A Keith y J Raffaele. 1998. Birds of the West Indies. Helm identification Guides. Christopher Helm Publisher Ltd., A & C Black, London. 511p.
- Randall HE. 1964. A study of the growth and other aspects of the biology of the West Indian Top Shell *Cittarium pica* (Linnaeus). Bull. Mar. Sci., 14: 424-443.
- Reichel-Dolmatoff G. 1985. Investigaciones arqueológicas de la Sierra Nevada de Santa Marta. Revista Colombiana de Antropología. 8: 189-245.
- Restrepo G. 2006. Análisis de la información obtenida durante el primer semestre del año 2006 dentro del marco del plan de manejo sostenible del cangrejo negro, *Gecarcinus ruricola* Linnaeus, 1758 (Grapsoidea: Gecarcinidae) en San Andrés isla, Colombia, con recomendaciones para su conservación y manejo. Producto # 7 del contrato 129 de 2005. CORALINA. 39p.
- Reyes-Nivia MC, A Rodríguez-Ramírez y J Garzón-Ferreira. 2004. Peces asociados a formaciones coralinas de cinco áreas del Caribe Colombiano: listado de especies y primeros registros para las áreas. Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras 33: 101-115.
- Richmond M. 2003. Population biology of the Black Land Crab (*Gecarcinus ruricola*) within the archipelago of San Andrés, Colombia. Submitted as part assessment for the degree of Master of Science in Marine Resource Development and Protection, School of Life Sciences. Heriot- Watt University, Edinburgh.
- Robertson R. 2003. The edible West Indian "Whelk" *Cittarium pica* (gastropoda: Trochidae): natural history with new observations. Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia, 153 (1): 27-47.
- Scudder SJ y JR Quitmer. 1998. Evaluation of evidence pre-columbian human occupation at Great Cave, Cayman Brac, Cayman Islands. Carib. J. Sci., 34 (1-2):41-49.
- Von Pral H y G Manjarres. 1983. Cangrejos Gecarcinidas (Crustacea; Gecarcinidae) de la Isla de Providencia, Colombia. Caribbean Journal of Science. 19 (1-2), 31-33.
- Ward BV. 2005. Resultado Parcial de la Implementación de la Estrategia de Manejo para la María mulata (*Quiscalus mexicanus*) en San Andrés Isla, Colombia. Informe técnico. CORALINA. 6p.
- Wetmore A. 1965. The Birds of the Republic of Panama: Part I (Tinamidae - Rhynocriptidae). Smithsonian Miscellaneous Collections. 150 (1). IV. 483p.
- Wolcott D y T Wolcott. 1984. Food quality and cannibalism in the red land crab, *Gecarcinus lateralis*. Physiol. Zool. 57 (3) 318- 324.



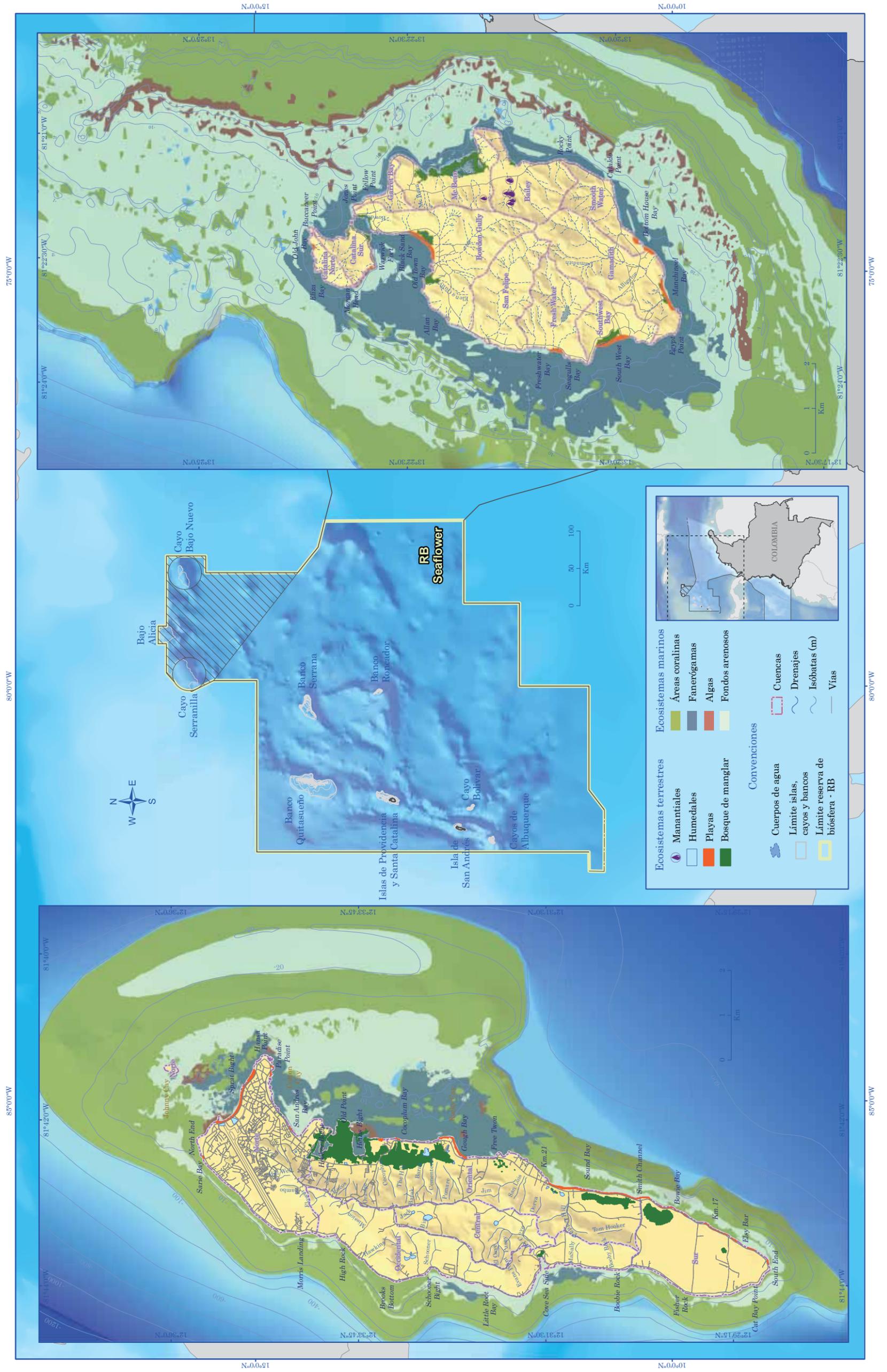


Actualización del conocimiento de los ecosistemas marinos en la Reserva de Biósfera Seaflower, con énfasis en las islas de San Andrés y Providencia



*Alfredo Abril-Howard, Nacor Bolaños,
Irina Machacón, Jairo Lasso, CORALINA
Diana Isabel Gómez, INVEMAR
Vanburen Ward, PNN Old Providence
McBean Lagoon*

(Foto: Elizabeth Taylor, CORALINA).



MAPA 48. Ecosistemas terrestres y marinos de las islas de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.

Las islas de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, únicos centros poblacionales del Archipiélago, poseen, representativamente, los seis ecosistemas marinos tropicales estratégicos ambientalmente hablando de Colombia: arrecifes coralinos, pastos marinos, manglares, litorales rocosos, playas y fondos blandos.

Los arrecifes coralinos constituyen el 78% del área total del país con una gran variedad de fauna y flora asociada, que iguala la belleza y armonía de las áreas coralinas del Pacífico occidental. Corresponden al segundo sistema de arrecifes en el hemisferio Occidental con cinco atolones grandes, dos arrecifes de barrera, parches lagunares y arrecifes de franja y otras formaciones coralinas con más de 85 especies de coral y 100 de esponjas.

Los pastos marinos, representados por cuatro especies (*Thalassia testudinum*, *Syringodium filiforme*, *Halophila decipiens* y *Halodule wrightii*) son un ecosistema que se encuentra bien representado en el Archipiélago con una

extensión de 4,67% entre isla Providencia, San Andrés, cayos Albuquerque, Courtown y Serranilla.

La zona terrestre solo cuenta con 50 hectáreas de bosque seco tropical y en la zona costera el 40,77% del área emergida está representada principalmente por bosques de manglar constituidos por cuatro de las cinco especies de mangle presentes para el Caribe colombiano (*Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erectus*), las cuales se pueden encontrar formando bosques de una sola especie (monoespecíficos) o asociaciones entre dos o más especies, cubriendo más de 200 hectáreas; 160 en San Andrés (incluyendo el Parque Regional de Hooker Bight propuesto) y más de 40 en Old Providence y Santa Catalina (incluyendo McBean Lagoon National Park).

En cuanto a playas, de constitución eminentemente coralina que contrasta con el mar de los siete colores, es el atractivo turístico de mayor interés constituyéndose en más de 40 áreas de descanso y relax en el Archipiélago (Mapa 48).

Arrecifes de coral

Alfredo Abril-Howard y Nacor Bolaños

Colombia es un país privilegiado al contar con costas e islas en el océano Pacífico y mar Caribe. La región territorial de Colombia en el mar Caribe se extiende por 532.162 km² (Posada *et al.*, 2009), de los cuales la Reserva de Biósfera Seaflower tiene un área aproximada de 180.000 km² (SIG-CORALINA), aproximadamente 34% del territorio, y pese a que parece poco, en esta área están más del 77%¹ de la extensión total de las áreas coralinas de Colombia (INVEMAR, 2005), por tanto se evidencia que las áreas coralinas del Archipiélago son las más extensas, complejas y desarrolladas del país. La RB Seaflower fue declarada por la UNESCO² en el año 2000 y sus límites son los mismos del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, el cual se ubica aproximadamente entre los 12 y 16° de latitud Norte (N) y los 78 y 82° de longitud Oeste (W)³, comprende además de las tres pequeñas islas habitadas (San Andrés, Providencia y Santa Catalina), seis cayos y bancos (Albuquerque, Bolívar, Quitasueño, Serrana, Roncador, Serranilla) y dos bajos (Bajo Alicia y Bajo Nuevo), los cuales se localizan en el mar Caribe Suroccidental, aproximadamente a 209 km al Este de Bluefields, Nicaragua; 724 km al Sur de Grand Cayman, BWI y a 804 km al Oeste-Noroeste de Cartagena, Colombia (Chiquillo *et al.*, 2001, Mow *et al.*, 2003). Limita al Oeste con Nicaragua a 150 km, al Suroeste con Costa Rica, al Sur con Panamá (IGAC, 1986), también limita al Noroeste con Honduras, Belize, México y al Noreste con Cuba, Jamaica, República Dominicana, Haití, al Este y Sureste con las islas de Antigua, Barbados, Tierra Grande, Guadalupe, Dominica,



Martinica, Santa Lucía, San Vincent, Granada, Trinidad y Tobago, Margarita, Curazao, Bonaire, Aruba, entre otras, pertenecientes a varios países de la región del Gran Caribe, gracias a la ubicación que tienen algunos de los complejos coralinos de las islas, bancos y bajos del Archipiélago y aunque su extensión es relativamente pequeña, tiene un área marina protegida de 65.000 km² catalogada entre las 10 más grandes del mundo y sus barreras coralinas se extienden por aproximadamente 223 km de largo (SIG-CORALINA) cuya ubicación es estratégica y privilegiada a nivel ecológico (Foto 1).

La RB Seaflower cuenta además con otros ecosistemas estratégicos bien desarrollados, pues las barreras arrecifales ubicadas a barlovento de las islas habitadas, e islotes deshabitados, forman ambientes lagunares ricos en fanerógamas marinas ("pastos marinos") y parches coralinos y en las islas habitadas crean además las condiciones de sedimentación adecuadas para el desarrollo de

Foto 1. Ecosistema de Arrecifes de coral (*Montastraea* spp. y *Diploria labyrinthiformis*) (Foto N. Bolaños).

1. Este estudio no tuvo en cuenta las áreas coralinas presentes en Serranilla, Bajo Alicia y Bajo Nuevo, que también pertenecen a la RB Seaflower, en el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.

2. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.

3. Ver más detalles de las coordenadas limítrofes de la RB Seaflower, en el Mapa de fronteras Terrestres y Marítimas del Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

bosques de manglar (Herrón, 2004), los cuales son muy diversos y poseen gran productividad, además de que se encuentran en constante interacción y hay procesos de conectividad ecosistémica dadas las distintas relaciones ecológicas de las especies que habitan allí (peces, crustáceos, moluscos, equinodermos, entre otros).

En el Archipiélago se ha estudiado la composición y dinámica de los corales incluyendo su origen geológico, clima, oceanografía, composición estructural que rodean las islas de San Andrés, Providencia y Santa Catalina y sus cayos aledaños, como los estudios a y b de Geister (1973), Díaz *et al.*, (1996), Geister y Díaz (1997), Sánchez *et al.*, (1997), Zea *et al.*, (1998), Geister (2001), Pizarro (2002 a, b, c, 2003), Herrón (2004), Prada (2005), entre otros. También se ha estudiado la comunidad íctica y se han desarrollado algunos trabajos sobre la riqueza íctica, como los de Fowler (1944), Ben-Tuvia y Ríos (1970), Barriga *et al.*, (1969), Mejía *et al.*, (1998), Mejía y Garzón-Ferreira (2000), Reyes-Nivia *et al.*, (2004), Bolaños (2006) entre otros, además de trabajos relacionados con especies de interés comercial (básicamente tesis de pregrado y posgrado).

Isla de San Andrés

La isla oceánica de San Andrés tiene una longitud máxima 12,6 km y un ancho máximo de 3,17 km (Barriga *et al.*, 1969). Está rodeada por una terraza submarina de 200-500 m de ancho, que en el Occidente se extiende desde la misma costa, en el Oriente y Norte a partir del arrecife de barrera (Geister, 1973). El complejo arrecifal que rodea la isla está dispuesto en sentido Nornoreste, tiene una longitud aproximada de 18 km un ancho máximo de 10 km (Díaz *et al.*, 1996); y según Díaz *et al.*, (2000) el complejo arrecifal de esta isla tiene un área total de 97,5 km² y una extensión coralina de 44,7 km². Como resultado de estos trabajos, la Tabla 1 resume el conocimiento que se tiene de la biodiversidad del ecosistema coralino en la isla de San Andrés.

TABLA 1. Descripción de la diversidad presentes en el complejo arrecifal de San Andrés isla (Tomado y actualizado de Díaz *et al.*, 1996, Mejía *et al.*, 2000, Prada, 2005, Abril, 2006, Abril y Bolaños, 2006, 2007, 2008 y 2009, Bolaños, 2006, González, 2007).

Comunidades	Plataforma insular de San Andrés
Corales pétreos	41 especies (Díaz <i>et al.</i> , 2000). Especies comunes <i>Agaricia</i> sp, <i>Porites astreoides</i> , <i>Diploria strigosa</i> , <i>Siderastrea siderea</i> , <i>Millepora alcicornis</i> , <i>Dendrogyra cylindrus</i> y <i>Montastraea</i> spp.
Peces arrecifales	45 familias y 178 especies. Especies abundantes: <i>Chromis cyanea</i> (10,79%), <i>Thalassoma bifasciatum</i> (9,22%), <i>Stegastes partitus</i> (7,31%), <i>Chromis multilineata</i> (6,78%), <i>Coryphopterus personatus</i> (6,69%), <i>Clepticus parrae</i> (6,5%), <i>Gramma loreto</i> (3,12%), <i>Stegastes planifrons</i> (2,96%), <i>Halichoeres garnoti</i> (2,61%), y <i>Abudefduf saxatilis</i> (2,47%). Nuevos estudios de CORALINA reportan más de 400 especies de peces en la Reserva de Biósfera Seaflower (Bolaños <i>et al.</i> , en prep).
Invertebrados vágiles	66 especies. Especies comunes: <i>Panulirus argus</i> , <i>P. gutatus</i> , <i>Eustrombus gigas</i> , <i>Holothuria mexicana</i> y <i>Echinometra viridis</i> , entre otros.
Eponjas	Cerca de 118 especies. Más comunes <i>Cliona delitrix</i> , <i>Callyspongia vaginalis</i> e <i>Ircinia strobilina</i> .
Macroalgas	163 especies. Géneros comunes: <i>Dyctiota</i> spp, <i>Halimeda</i> spp, <i>Lobophora variegata</i> (incluye el phylum Cyanophyta).
Octocorales	40 especies. Especies comunes <i>Plexaura flexuosa</i> , <i>Plexaura homomalla</i> , <i>Pseudoplexaura</i> sp. y <i>Gorgonia</i> sp.
Enfermedades corales	En la isla se identifican las enfermedades de plaga blanca, banda negra, banda amarilla, lunares oscuros, banda roja, banda blanca. Los lunares oscuros y plaga blanca, se encuentran en casi todas las franjas de profundidad. Las especies más afectadas por la primera son <i>Agaricia</i> spp. y <i>Siderastrea siderea</i> y por la segunda son <i>Montastraea annularis</i> y <i>Montastraea franski</i> . Las demás enfermedades se encuentran en menor proporción (Herrón, 2004; Orozco, 2005; abril, 2006)

CORALINA ha instalado y mantiene una red de monitoreo permanente de arrecifes coralinos en cinco estaciones de la plataforma marina de San Andrés y cinco en la isla de Providencia, programa que fuera iniciado con apoyo del INVEMAR en 1998 y sigue el protocolo del programa internacional Caribbean Coastal Marine Productivity-CARICOMP- y del Sistema Nacional de Monitoreo de Arrecifes Coralinos de Colombia -SIMAC- y extendido progresivamente con el tiempo (Mapa 49, Tabla 2).

TABLA 2. Estaciones y subestaciones de monitoreo permanente de arrecifes coralinos en San Andrés y Providencia.

Isla	Estaciones de monitoreo de arrecifes coralinos			Protocolo de monitoreo	
	Estaciones	Subestaciones		Profundo	CARICOMP-SIMAC
San Andrés	Wildlife	Somero	Medio	Profundo	CARICOMP-SIMAC
	Iguana	Somero	Medio	Profundo	
	Emisario	Original	Réplica		
	Acuario	Original	Réplica		
	Little Reef	Original	Replica		
	Canal	Somero	Medio		CARICOMP
Bar	Somero	Medio			
San Felipe	Somero	Medio			
Providencia	Manzanillo	Manzanillo 1	Manzanillo 2		
	No Entry	Original	Réplica		

Tres de las cinco estaciones de monitoreo de arrecifes coralinos de San Andrés se ubican en el costado occidental de la isla y son conocidas con los nombres de: Iguana (Somero, Medio y Profundo), Wildlife (somero, medio y profundo), Emisario (original y réplica), esta última localizada en las inmediaciones del punto de descarga del alcantarillado de la isla. Así mismo, hay estaciones en el costado oriental en los sitios llamados Acuario (original y réplica) y Little Reef (original y replica, las cuales se monitorean con otra metodología desde 2008) como se presenta en la Tabla 2. Los estratos de profundidad de acuerdo con el protocolo definen el somero de 3 a 6 m, el medio de 9 a 12 m, el profundo de 15 a 18 m. Hay por lo menos una medición anual de la condición del coral.

El costado occidental de la isla de San Andrés está sobre una plataforma marina que se divide en tres terrazas disectadas, dos sumergidas y la otra elevada sobre el nivel del mar. La terraza sumergida superior muestra una matriz calcárea cubierta por algas filamentosas, con presencia de algunos octocorales, esponjas y colonias aisladas de corales pétreos. Le sigue una barra de arena que separa la terraza somera de la segunda terraza sumergida (más profunda) en la cual se desarrolla un denso tapete coralino con alta diversidad de corales pétreos, octocorales, algas y esponjas, siendo esta la zona más diversa en corales y esponjas del complejo arrecifal de San Andrés (Díaz *et al.*, 1996).

En el costado oriental el complejo de arrecifes desarrolla una barrera arrecifal de barlovento compuesta por series de terrazas calcáreas fósiles cubiertas por comunidades de coral en desarrollo hasta con un 50% de coral vivo (Geister y Díaz, 1997).

Esta zona de alta energía está conformada principalmente por algas coralíneas costrosas (*Porolithon pachidermum* y *Titaderma bermudense*), corales (*Millepora complanata*, *Diploria strigosa*, *Diploria clivosa*) y el zoantideo *Palythoa* sp. Al interior de la barrera se encuentra la

Atlas de la **Reserva de Biósfera Seaflower**
 Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina



Convenciones	
	Estación de monitoreo de corales
	Área de extensión corales
	Drenajes
	Cuerpos de agua
	Isóbatas (m)
	Vías

MAPA 49. Estaciones de monitoreo de arrecifes coralinos de San Andrés.

laguna arrecifal en donde afloran los islotes de Cotton Cay y Haines Cay; contiguo a este último, se encuentra una duna arenosa activa (Rose Cay) conocida como "El Acuario". En Johnny Cay (en el norte), que se levanta también sobre la terraza lagunar desde profundidades promedio de 9 metros. Afectado por un oleaje muy fuerte, desarrolla una composición y morfología particular con parches arrecifales dominados por algunas especies *Millepora* spp., *Porites* spp., *Montastraea* spp., *Favia fragum* y *Diploria* spp. (Díaz *et al.*, 1996 a y b).

Los resultados del monitoreo han mostrado que pese a que en algunos casos específicos como el Little Reef y Emisario, se observa una leve disminución en las coberturas coralinas, no se ha registrado una tendencia clara general entre los años mostrando algunos valores positivos y otros con valores negativos, siendo el componente macroalgas el más variable (Figura 1).

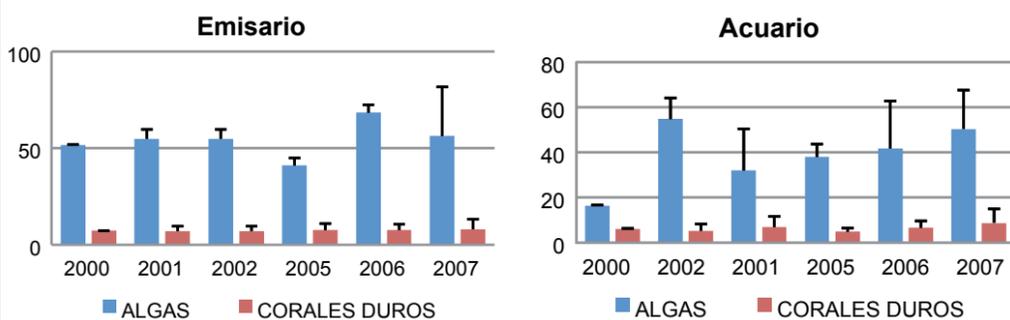


FIGURA 1. Cobertura alga (macroalgas) y de coral vivo en las estaciones de monitoreo de arrecifes coralinos de San Andrés entre 2000 y 2009.

La isla de Providencia

Las islas de Providencia y Santa Catalina presentan una barrera arrecifal muy extensa (~32 Km de largo según el SIG CORALINA) y una amplia terraza prearrecifal bien desarrollada (Díaz *et al.*, 1996, Díaz *et al.*, 2000). Al occidente de la barrera, la terraza lagunar oscila entre 0,4 y 1,2 km de ancho y presenta profundidades entre 1 y 6 m. (Díaz *et al.*, 2000 a y b). Los estudios realizados han caracterizado su biodiversidad como se resume en la Tabla 3.

En este complejo arrecifal las estaciones de monitoreo de arrecifes coralinos de Providencia se conocen como Canal (Somero y Medio) en las inmediaciones del canal de navegación, Bajo de San Felipe (somero y medio) y The Bar (somero y medio) (Mapa 50).

Estas estaciones se localizan en el sector noroccidental de la plataforma y el talud de sotavento, zona caracterizada por la presencia de parches con colonias dispersas acompañado de un gran desarrollo de octocorales. Los estratos de profundidad allí cubren somero (5 a 8 m) y medio (10 a 13 m).

TABLA 3. Descripción de la diversidad presentes en el complejo arrecifal de Isla Providencia (Tomado y actualizado de Díaz *et al.*, 1996 a y b; Mejía *et al.*, 2000; Herrón, 2004; Abril y Bolaños, 2006, 2007, 2008 y 2009; González, 2007).

Comunidades	Plataforma insular de Providencia y Santa Catalina
Corales pétreos	45 especies. Especies comunes: <i>Agaricia</i> spp., <i>Porites asteroides</i> , <i>Diploria strigosa</i> , <i>Siderastrea siderea</i> , <i>Millepora alcicornis</i> y <i>Montastraea cavernosa</i> .
Peces arrecifales	44 familias y 131 especies. Especies más comunes <i>Acanthurus coeruleus</i> , <i>Thalassoma bifasciatum</i> y <i>Sparisoma viride</i> .
Invertebrados vágiles	85 especies. Especies comunes <i>Panulirus argus</i> , <i>P. gutatus</i> , <i>Eustrombus gigas</i> , <i>Holoturia mexicana</i> , <i>Echinometra viridis</i> y <i>Diadema antillarum</i> entre otros
Esponjas	118 especies (Díaz <i>et al.</i> , 1996). Más comunes <i>Cliona delitrix</i> , <i>Xestospongia muta</i> , <i>Callyspongia vaginalis</i> e <i>Irsinia strobilina</i> .
Macroalgas	163 especies. Géneros comunes: <i>Dyctiota</i> sp., <i>Halimeda</i> sp., <i>Lobophora variegata</i> , <i>Sargassum</i> spp., <i>Padina</i> sp., <i>Amphiroa</i> sp., <i>Turbinaria</i> (incluye el phylum Cyanophyta).
Enfermedades	En la isla se identifican las enfermedades de plaga blanca, banda negra, banda amarilla, lunares oscuros, banda roja, banda blanca. Lunares oscuros se encuentra presente en aproximadamente el 95% de las observaciones, otras enfermedades comunes son plaga blanca y banda negra.

Existe otra estación conocida como Manzanillo (original y réplica) localizada en el costado suroriental de Providencia, y recientemente en 2007 se instaló una nueva estación en la zona de preservación del área marina protegida de la sección norte de Providencia presenta un buen desarrollo de coral, No Entry (original y réplica) (Foto 2).



FOTO 2. Parte de la diversidad presente en el complejo arrecifal de Isla Providencia (a. Pez ángel francés en ambientes de *Montastraea* spp. b. *Xestospongia muta*, c. *Diploria strigosa* con enfermedad de banda negra, d. sepias (*Sepioteuthis sepioidea*) entre corales mixtos (Fotos: Nacor Bolaños y Alfredo Abril, CORALINA).

Atlas de la **Reserva de Biósfera Seaflower**
 Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina

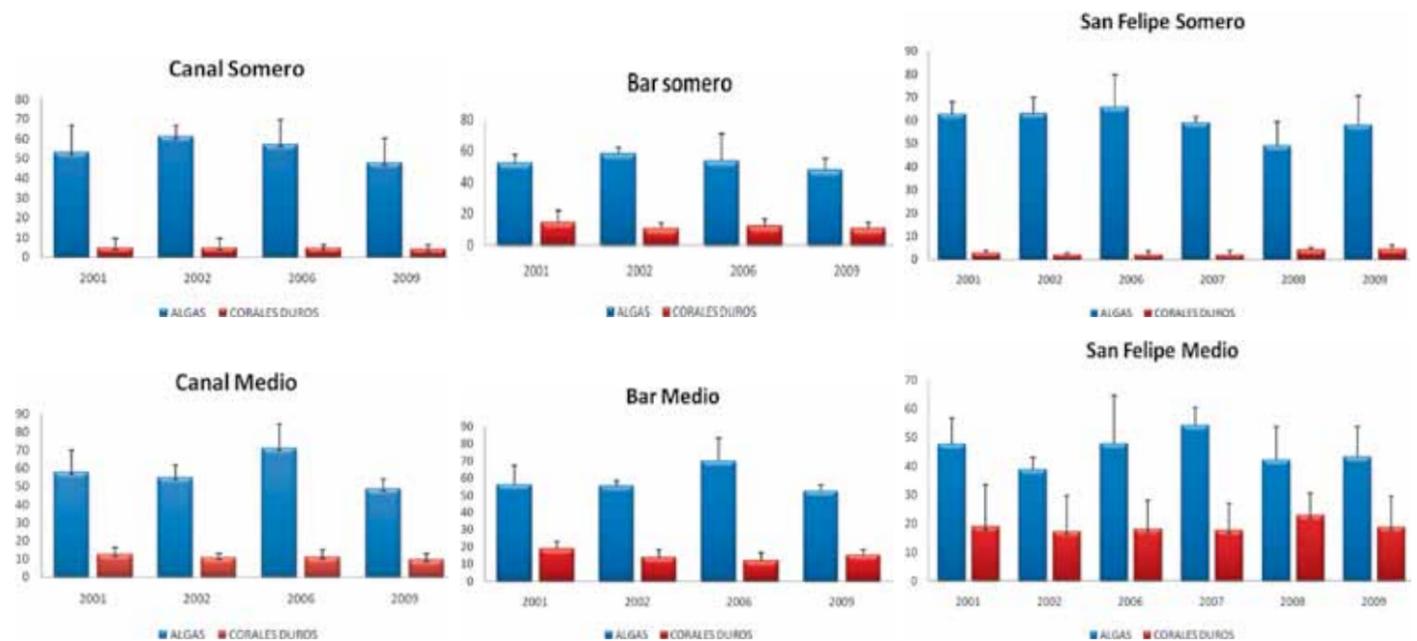


MAPA 50. Estaciones de monitoreo de arrecifes coralinos de Providencia y Santa Catalina.

Los resultados han mostrado un ligero aumento en la cobertura de algas de las estaciones de Canal Medio que presentaron una cobertura de 54.797 SD 6,70 en el 2002 a 71.060 SD 13.120 en el año 2006. Las demás esta-

ciones presentan ligeras variaciones pero sus valores no tienen tendencias claras, de hecho la cobertura de coral vivo parece indicar que no existen cambios importantes de cobertura (Figura 2).

FIGURA 2. Cobertura algal (macroalgas) y de coral vivo en las estaciones de monitoreo de arrecifes coralinos de Providencia, en el periodo 2001 - 2009.



Playas

Alfredo Abril-Howard y Nacor Bolaños

Las playas son depósitos costeros de material particulado de diferentes tamaños, los cuales son modelados y acondicionados dependiendo de las condiciones climáticas y la fuerza del oleaje (Orozco, 2005). Los sedimentos depositados en las playas pueden ser producto de la desintegración de acantilados rocosos por el efecto de la erosión de las costas o, como es el caso de las playas del Archipiélago, son el resultado de la sedimentación de las arenas arrastradas que provienen de la erosión de rocas coralinas que han sido acumuladas en las lagunas arrecifales y por la dinámica costera se acumulan en la línea de costa (Chambers, 1998) (Foto 3).

Foto 3. Formación de playa (Foto: Nacor Bolaños, CORALINA).



Este ecosistema es de alta importancia ecológica albergando a un sin número de especies de aves, tortugas e invertebrados que anidan en este ecosistemas, adicionalmente el desarrollo de la vegetación juega un papel primordial en el equilibrio de resto de los ecosistemas cercanos, permitiendo un intercambio hídrico y una protección del borde costero cuando actúan como barrera.

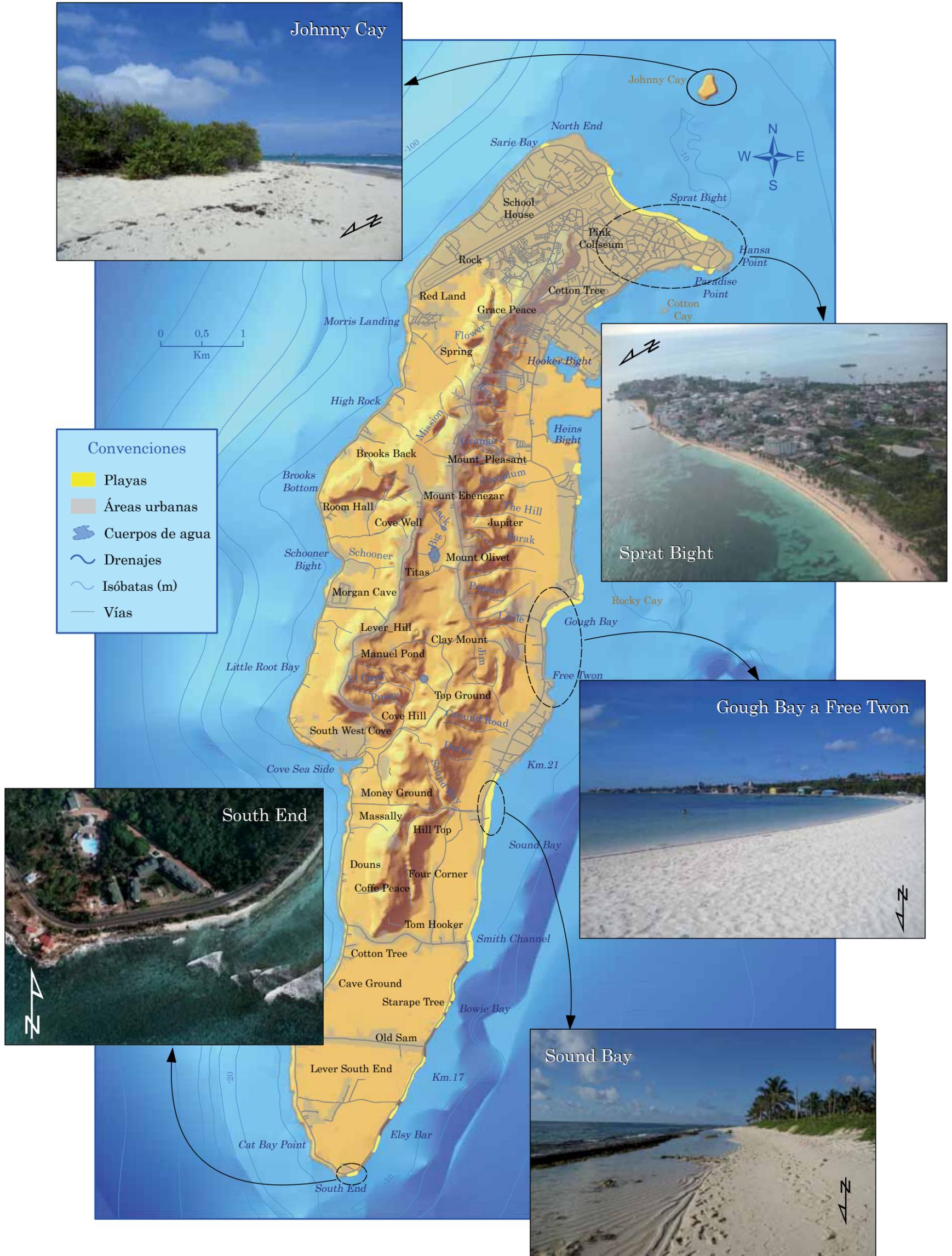
El archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina tiene un área total de playas de 5,89 Km², la playas de mayor longitud se encuentran en la isla de San Andrés, las extensiones más importantes se ubican en la zona norte Sprat Bight con extensiones hasta de 60 metros, las siguientes fracciones se encuentra hacia el oriente (la Mansión, Rocky Cay, Sound Bay, Decamerón San Luis, Tom Hooker y Elsy Bar con amplitudes variables de 10 a 15 m (Posada y Guzmán, 2007) (Mapa 51). En la isla de Providencia se destacan tres sectores: Suroeste, Agua Dulce (Fresh Water) y Manzanillo las cuales según Posada y Guzmán (2007), se desarrollaron entre puntas rocosas que le dieron abrigo y permitieron que se extendieran ampliamente (Mapa 52). Las longitudes y áreas de playas del Archipiélago se encuentran en la Tabla 4 que a continuación se presenta.

TABLA 4. Área y Longitud de las playas del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (Fuente: SIG - CORALINA).

Playas	Área (km ²)	Longitud (km)
San Andrés	1,4319	4,85
Providencia	0,5594	2,44
Albuquerque	0,2300	1,22
Bolívar	0,2130	2,02
Serrana	0,4250	0,93
Roncador	0,0000	
Serranilla	1,8196	1,83
Bajo Nuevo	1,2150	2,51
Total	5,89	15,80

Atlas de la Reserva de Biósfera Seaflower

Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina



MAPA 51. Playas de mayor longitud de la isla de San Andrés (Fuente SIG - CORALINA).



MAPA 52. Playas de las islas de Providencia y Santa Catalina (Fuente SIG - CORALINA).

En la última década el desarrollo urbano y turístico ha incrementado considerablemente la demanda de la zona costera generando un cambio en la dinámica natural costera; por tal motivo las playas del Archipiélago han sufrido procesos erosivos que se han incrementado en los últimos años, por diferentes factores tanto naturales como antropogénicos. Entre estos últimos se destaca la extracción de arena para fines de construcción de obras de infraestructura en el borde costero, particularmente de carreteras y defensas marinas (p. ej: espolones) que afectan la dinámica natural de las aguas y del transporte de sedimentos (Herrón, 2003). Particularmente en el pasado las construcciones de estructuras en las zonas costeras para la retención de sedimentos se han realizado sin los previos estudios oceanográficos y de dinámica costera a lo largo de ciudades costeras de Colombia y otros países del mundo sin tener éxito en muchos casos por la falta de información antes de su construcción.

Teniendo en cuenta la importancia que los ecosistemas costeros representan en desarrollo de las actividades de los habitantes de la isla de San Andrés, Providencia y Santa Catalina y la marcada evidencia de la erosión de estas zonas, la Corporación ha generado algunas estrategias para la evaluación de este fenómeno. Desde el año 2001 se ha realizado el monitoreo de la dinámica costera por medio de la medición de perfiles de playa ubicados en distintos puntos alrededor de la islas de San Andrés, Providencia y Santa Catalina siguiendo un protocolo de monitoreo desarrollado por la UNESCO: Coast and Beach Stability in the Caribbean Project' (COSALC), y se realizan seis monitoreos anuales para medir el movimiento de los sedimentos y calcular la cantidad de arena que es movida.

Durante los años de monitoreo se ha podido observar que las playas de North End (San Andrés) presentan una

dinámica costera que se rige por los eventos y épocas climáticas que predominan en la isla; es importante tener en cuenta que Las costas se erosionan, acrecientan o permanecen estables dependiendo de las velocidades a las cuales los sedimentos son aportados o removidos de las playas (Ley, *et al.*, 1998). Los resultados de los monitoreos han reflejado que existe una acreción en la zona cercana al espolón de la Cooperativa de Pescadores cuando los vientos provienen del noreste (vientos Alisios), erosionando en la zona del espolón del Tiuna (primer semestre del año) y ocurre viceversa en el segundo semestre, se erosiona en la zona cercana al espolón del pescadero y existe el proceso de acreción en la zona cercana al espolón del Tiuna. Siguiendo este comportamiento se podría creer que el espolón de la Cooperativa de Pescadores está cumpliendo con su función, teniendo en cuenta que fue construido para reducir el impacto de las olas sobras las zonas costeras de este sector. Adicionalmente, según (Posada y Guzmán, 2007) es importante realizar la reconstrucción de este espolón y evaluar su posición en la del Hotel Tiuna.

Adicional al monitoreo permanente de las playas, la Corporación realizó un estudio de las fotografías áreas de los años 1944, 1956, 1984, 1990, 1996 y 2007 y se puede observar que a través de los años las zonas costeras de la isla se han visto impactadas por el hombre y esto se refleja en la afectación de los ecosistemas playeros por la construcción de estructuras urbanísticas. La mayoría de la vegetación costera que existía hacia 1944 ha sido removida lo cual desfavorece a la estabilidad y retención de los sedimentos. Adicionalmente se observa que después de la construcción de los espolones se generó un fraccionamiento de la zona costera de North End, sin embargo en el sector de la Cooperativa de Pescadores hay una leve mejoría de la playa hacia el sector del Hotel Maryland.

Fanerógamas marinas

Diana Isabel Gómez y Nacor Bolaños

Las fanerógamas marinas o pastos marinos son plantas superiores que conforman un ecosistema marino tropical que se extiende, por lo general en zonas someras, y que mantienen interacciones complejas con los arrecifes de coral y los manglares. Los pastos marinos cubren cerca del 4,6% de los fondos marinos del Caribe colombiano (Díaz *et al.*, 2003), y específicamente en la isla de San Andrés se han estimado en 400 ha (0,9% de la plataforma insular), siendo más extensos en las islas de Providencia y Santa Catalina con 1.603 ha (3,7%) (Díaz *et al.*, 2003)

En el Archipiélago, los pastos están representados por cuatro especies: *Thalassia testudinum*, *Syringodium filiforme*, *Halodule wrightii* y *Halophila decipiens*, dos menos que las reportadas para el Caribe continental Colombiano (Foto 4). En su conjunto *Thalassia* y *Syringodium* crecen en suelos arenosos y cubren más del 70%

de los fondos vegetados mientras que a *Halodule wrightii* y *Halophila decipiens* se les encuentran por lo general en áreas fangosas y protegidas; por ende, son menos frecuentes.

Taxonómicamente, el grupo incluye dos familias (Hydrocharitaceae y Cymodoceaceae), las cuales tienen en común el desarrollar su ciclo de vida bajo agua y reproducirse sexual y asexualmente, dependiendo de los factores fisicoquímicos presentes. Dada al alta transparencia del agua en esta zona oceánica del Caribe, los pastos marinos pueden crecer bien en áreas más profundas, comparadas con otros lugares del Caribe Colombiano; en el caso de *Thalassia* hasta los 9 m y en el caso de *Syringodium* hasta 12 m, y aún formar praderas continuas. Las otras dos especies *Halodule* y *Halophila*, con una menor estructura vegetativa, por lo general se les encuentra bien sean someros o profundos.

La distribución y características del ecosistema de pastos marinos en las islas ha sido estudiado desde

Foto 4. Especies de pastos marinos reportadas en San Andrés Isla y Providencia. A. *Thalassia testudinum*, B. *Syringodium filiforme*, C. *Halodule wrightii* y D. *Halophila decipiens* (Fotos A,B,C: Diana I. Gómez. Foto D: Erika Montoya).



1969, cuando la Universidad Nacional de Colombia y la Empresa Colombiana de Turismo hicieron un reconocimiento de campo que fue publicado como una contribución al conocimiento de la ecología, flora, fauna y pesca de San Andrés (Barriga-Bonilla *et al.*, 1969). Más recientemente, Ángel (1998), González (1999), Ángel y Polanía (2001) y Díaz *et al.*, (2000) generaron mapas bentónicos de la distribución de los pastos marinos de San Andrés, Providencia, Bolívar y Alburquerque.

Desde la creación de CORALINA y hasta la fecha los pastos marinos han sido un ecosistema importante en observación. La información científica se ha obtenido mediante el desarrollo de un monitoreo que sigue el protocolo establecido por la red CARICOMP, 2001 (Caribbean Coastal Marine Productivity Program), que registra variables fisicoquímicas como temperatura y salinidad y variables biológicas como biomasa, crecimiento, índice foliar y productividad. En el Mapa 53, se encuentra la distribución espacial de los pastos marinos para San Andrés y Providencia y las estaciones de observación.

Los resultados más sobresalientes indican que en general la temperatura del agua superficial oscila entre 23,9 y 31,5°C, caracterizando dos periodos; uno con bajas temperaturas, coincidente con los meses de mayor pluviosidad (noviembre-diciembre) y el otro con temperaturas más altas, registradas entre mayo y agosto, con máximos durante los meses calmos. La temperatura de fondo osciló entre 26,5 y 27,3°C, presentándose un poco más estable a lo largo del año. La salinidad se registró entre 34 y 37,3‰.

La biomasa total generada por los pastos marinos es significativamente más alta durante los primeros seis meses del año entre 200 y 1.500 g/m²/día (rango entre estaciones), comparado con el comportamiento observado en el segundo semestre de 150-400 g/m²/día. Sin embargo, no hubo grandes diferencias en cuanto a la tasa de renovación de hojas, la cual osciló entre 2,5 y 5,5% en San Andrés (Figura 3) y entre 2,0 y 4,3% en Providencia (Figura 4). El índice de área foliar tampoco presentó variaciones estacionales marcadas, con promedios más altos en San Andrés de 5,06 m²/hoja/m² que los registrados en Providencia 3,5 m²/hoja/m² a lo largo del período de monitoreo.

Las tasas de renovación fluctuaron entre 2,04 y 4,31 para las estaciones de Providencia y entre 2,21 y 5,46 para las estaciones de San Andrés; pese a ello, la tasa de renovación permaneció relativamente estable entre las estaciones excepto para Sprat Bight 2006A, Cotton Cay 2001A, 2002A, Camp 2000B, Fort 2001A, 2002A y McBean 2000A, 2006A, con valores más altos (Figura 4).

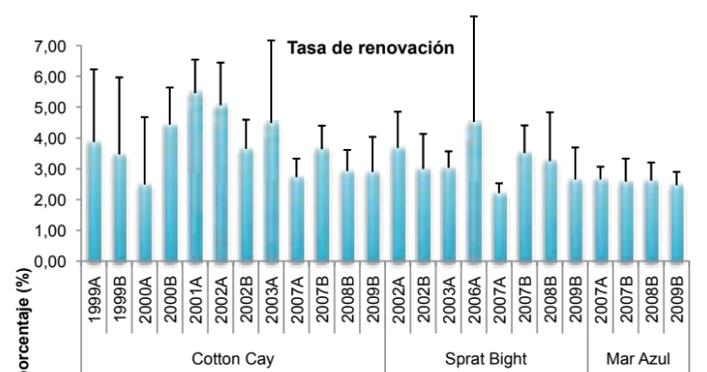
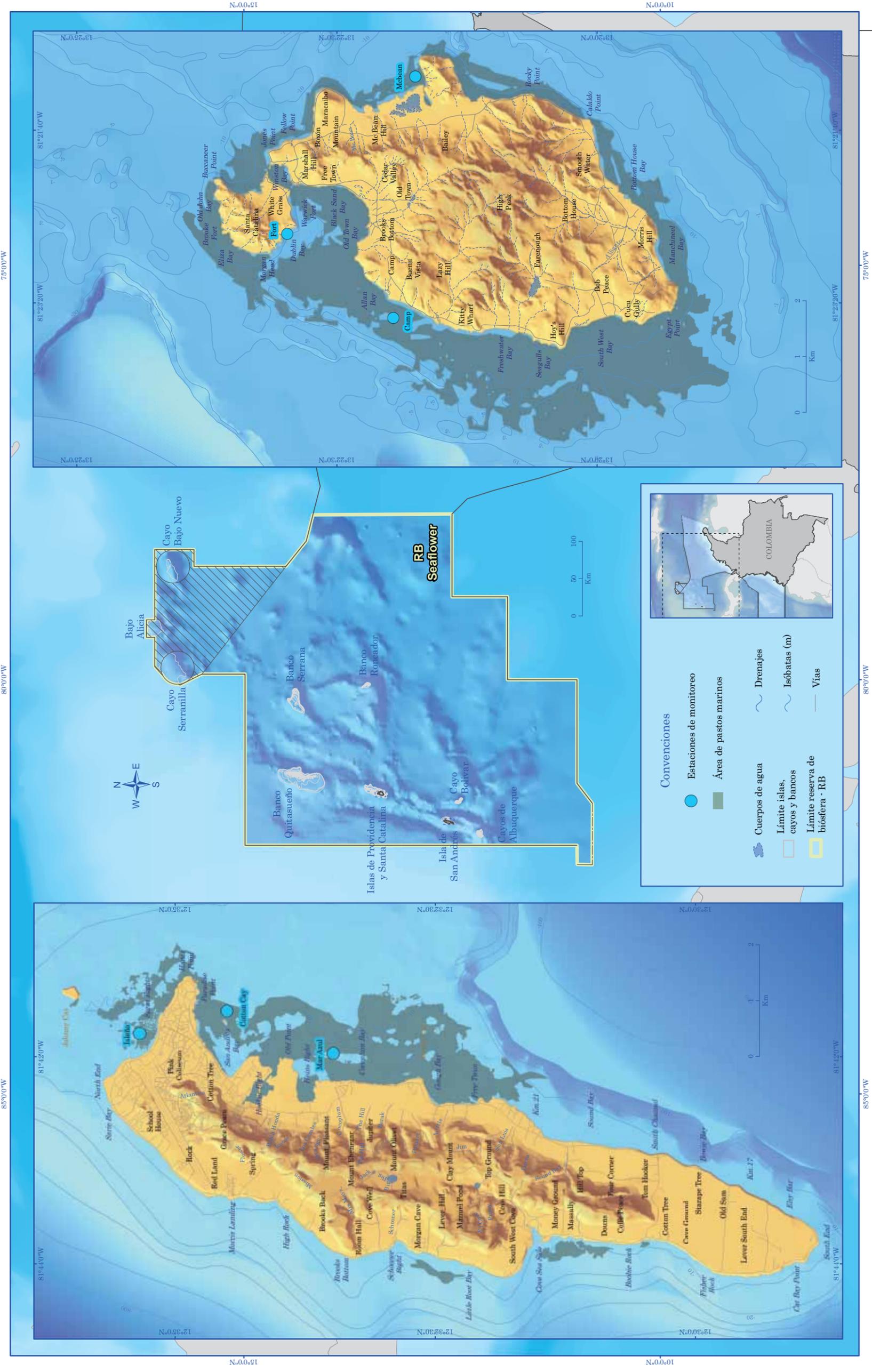


FIGURA 3. Tasa de renovación de hojas presentada en las estaciones de San Andrés en el período 1999-2009. Años con letra A denotan la época seca, y con la letra B la época de lluvias.



MAPA 53. Distribución de fanerógamas marinas (pastos marinos) en las islas de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.

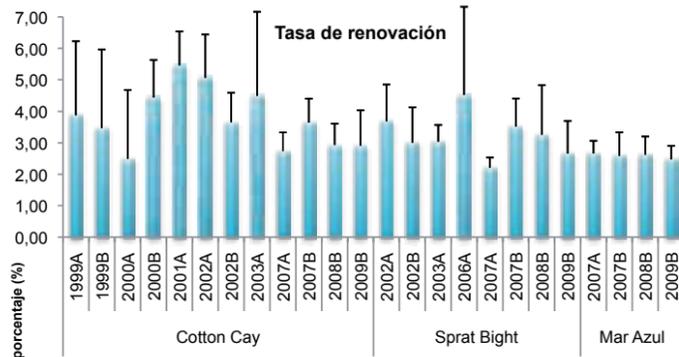


FIGURA 4. Tasa de renovación de hojas presentada en las estaciones de Providencia en el período 2000-2009. Años con letra A denotan la época seca, y con la letra B la época de lluvias.

En cuanto al índice de área foliar, importante indicador de las condiciones de transparencia del agua (entre otros), se presenta muy variable al interior de cada año y entre años. Este índice es muy útil al momento de comprender la relación entre largo y ancho de la planta en los procesos de su desarrollo y otras actividades fisiológicas propias como la captación de luz. Es notorio que en las estaciones de Cotton cay, Sprat Bight y Mar Azul el índice es relativamente más alto que lo presentado en Camp, Fort y Mc Bean, lo que podría estar indicando que las condiciones de transparencia son muy variables lo que obliga a la planta a tener un crecimiento más amplio para aprovechar mejor la cantidad de luz disponible en el medio (Figura 5).

Esto se vuelve más evidente al observar la productividad de la planta en las áreas de Camp, Fort y Mc Bean en los que los valores son relativamente más bajos que los presentados en Cotton cay, Sprat Bight y Mar azul; esto se explica ya que la variabilidad en el índice foliar implica un crecimiento más acelerado y constante en biomasa por lo que los resultados son mayores (Figura 6).

Las grandes diferencias observadas en las variables biológicas presentadas, son probablemente un reflejo de la alta dinámica de estas plantas por condiciones físicas particulares, ya que la localización geográfica de las estaciones, está sujeta al tipo de sustrato, de corrientes y distintos grados de influencia antrópica, entre otras. Esta situación también ha sido observada en otras estaciones continentales CARICOMP como en la bahía de Chengue, dentro del Parque Nacional Tayrona (INVE-MAR, 2001-2010) y en 12 estaciones fijas a lo largo de la plataforma continental en el departamento de La Guajira en muestreos realizados entre 2005 y 2007 (Gómez *et al.*, 2007).

Aunque los pastos marinos son un ecosistema resistente a las alteraciones físicas del medio, su papel ecológico se ve afectado cuando la población de flora y fauna asociada no es capaz de soportar la presión ejercida en su ambiente, desapareciendo por periodos, en algunos casos muy largos. Las causas de deterioro ambiental en la zona costera, observadas especialmente en la isla de San Andrés, por lo general son atribuidas a actividades humanas, tales como: a) intenso tráfico de embarcaciones menores; b) dragados para mantenimiento canales de navegación; c) limpieza de costas para turistas; d) daños físicos con propelas y anclaje de lanchas con motores fuera de borda; e) descarga de sedimentos arrastrados por las lluvias y generación de plumas de turbidez en la columna de agua y descargas de nutrientes (eutrofización) y f) vertimiento de aguas residuales o hidrocarburos.

Existen otras causas naturales que representan un riesgo para las fanerógamas marinas como son los efectos de tormentas y huracanes, así como la incidencia de

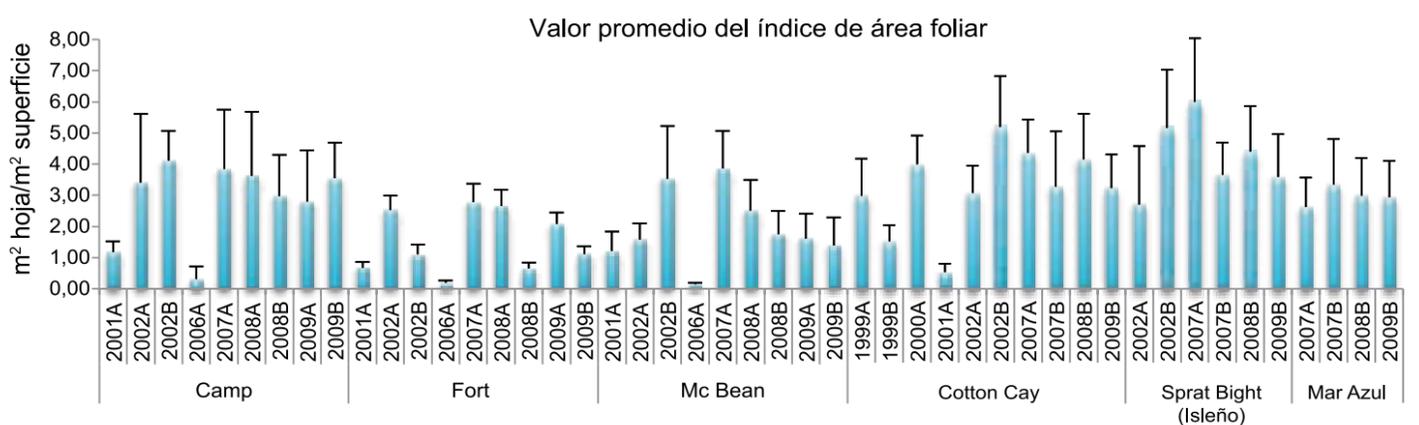


FIGURA 5. Índice de área foliar de las plantas de *T. testudinum* presentes en las estaciones de monitoreo de pastos marinos de Providencia y San Andrés en el periodo 1999-2009

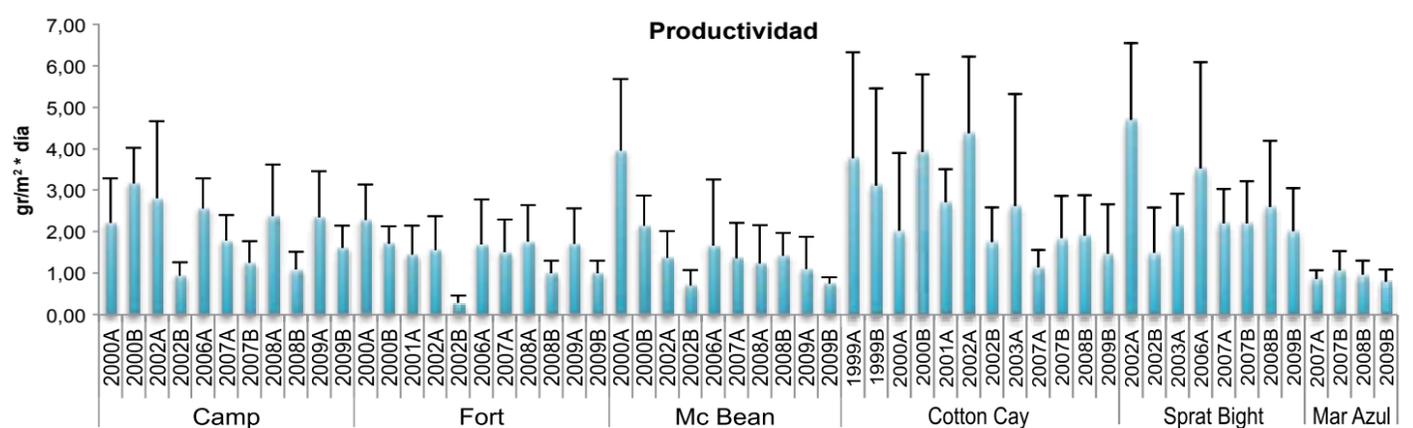


FIGURA 6. Productividad promedio de las hojas de *T. testudinum* ($g/m^2/d$) de las estaciones de monitoreo de las islas de Providencia y San Andrés monitoreadas entre 1999 y 2009.

enfermedades específicas como son las generadas por el hongo *Labyrinthula* sp. que causa muerte foliar, y ha sido registrada recientemente en el área de Haines Bight, Parque Regional Old Point y sobre la cual no se tenían reportes anteriores (CORALINA-INVEMAR, 2008).

Con la conectividad ecológica entre manglares, pastos marinos y arrecifes coralinos, la reducción de la cobertura de las áreas vegetadas o de cualquiera de los otros ecosistemas podrá causar alteraciones a las dinámicas naturales, con consecuencias aún desconocidas, pero que se sospechan pudieran ser severas dado su papel como refugio para larvas y juveniles de múltiples especies marinas de importancia comercial y ecológica, así como la alteración procesos de erosión/acreción en la zona costera. Por lo tanto, el mantenimiento de esta evaluación periódica es una herramienta crucial para el uso y manejo responsable de la biodiversidad y servicios ambientales de este ecosistema en la Reserva de Biósfera Seaflower.

Fauna asociada

Entre los tapetes de pastos y algas es común observar diversidad de organismos, entre los que se destacan el erizo (Sea egg) (*Tripneustes ventricosus*), el pepino de mar (Sea cucumber), (*Holothuria mexicana*), la langosta espinosa, (Crawfish) (*Panulirus argus*), el caracol pala (Conch) (*Eustrombus gigas*), la estrella de mar (Sea star) (*Oreaster reticulatus*), las anémonas (*Condylactis gigantea* y *Bartholomea annulata*), esponjas de fuego (Sea sponge) (*Tedania ignis*), corales (Coral) (*Manicina aerolata*, *Porites porites*) y gran variedad de peces jóvenes pertenecientes principalmente a especies tales como *Sparisoma radians* (o Parrot Fish), *Monacanthus ciliatus*, *Diodon holocanthus* (Sowar Soap), *Sygnathus caribbaeus* y *Batrachoides manglae*.

Las praderas, tanto de las islas de San Andrés como de Providencia, suelen tener un componente algal acompañante bastante conspicuo de los géneros *Halimeda*, *Penicillus*, *Caulerpa*, *Udotea*, *Dictyota*, *Avrainvillea* y *Turbinaria*. En menor proporción otras algas de tipo calcáreas (*Jania* spp., *Amphiroa* spp.) y verdes de menores dimensiones (*Polysiphonia* spp., *Laurencia* spp., *Gracilaria* spp., etc) también se encuentran presentes en las praderas mayormente ocultas entre el follaje de los pastos.

Así mismo, un componente de esponjas, ascidias y pepinos del tipo *Holothuria mexicana*, *Isostichopus badiotus* y varios pequeños moluscos gastrópodos del tipo *Cerithium litteratum*, las anémonas *Bartholomea annulata*, *Condylactis gigantea* (en SAI) y *Cassiopea* spp. (en Providencia) ofrecen un paisaje colorido en medio de octocorales del género *Plexaura* sp. *Pseudopterogorgia* sp. y *Pterogorgia* sp. y de corales *Siderastrea Siderea*, *S. radians*, *Diploria clivosa*, *D. strigosa*, *D. labyrinthiformis*, *Porites porites*, *P. astreoides*, *Madracis decactis*, *Stephanocoenia intersepta* y *Montastrea faveolata*, *M. annularis* entre otros. Diversidad de peces de las especies *Chaetodon capistratus*, *Ch. ocellatus*, *Haemulon striatum*, *Lutjanus griseus*, *L. apodus*, *L. mahogoni*, *Stegastes planifrons*, *Scarus atomarium*, *Caranx crysos*, *Scarus vetula*, *Haemulon chrysargyreum* y la raya *Urolophus jamaicensis*, son igualmente observables entre los pastos marinos del área (Foto 4).

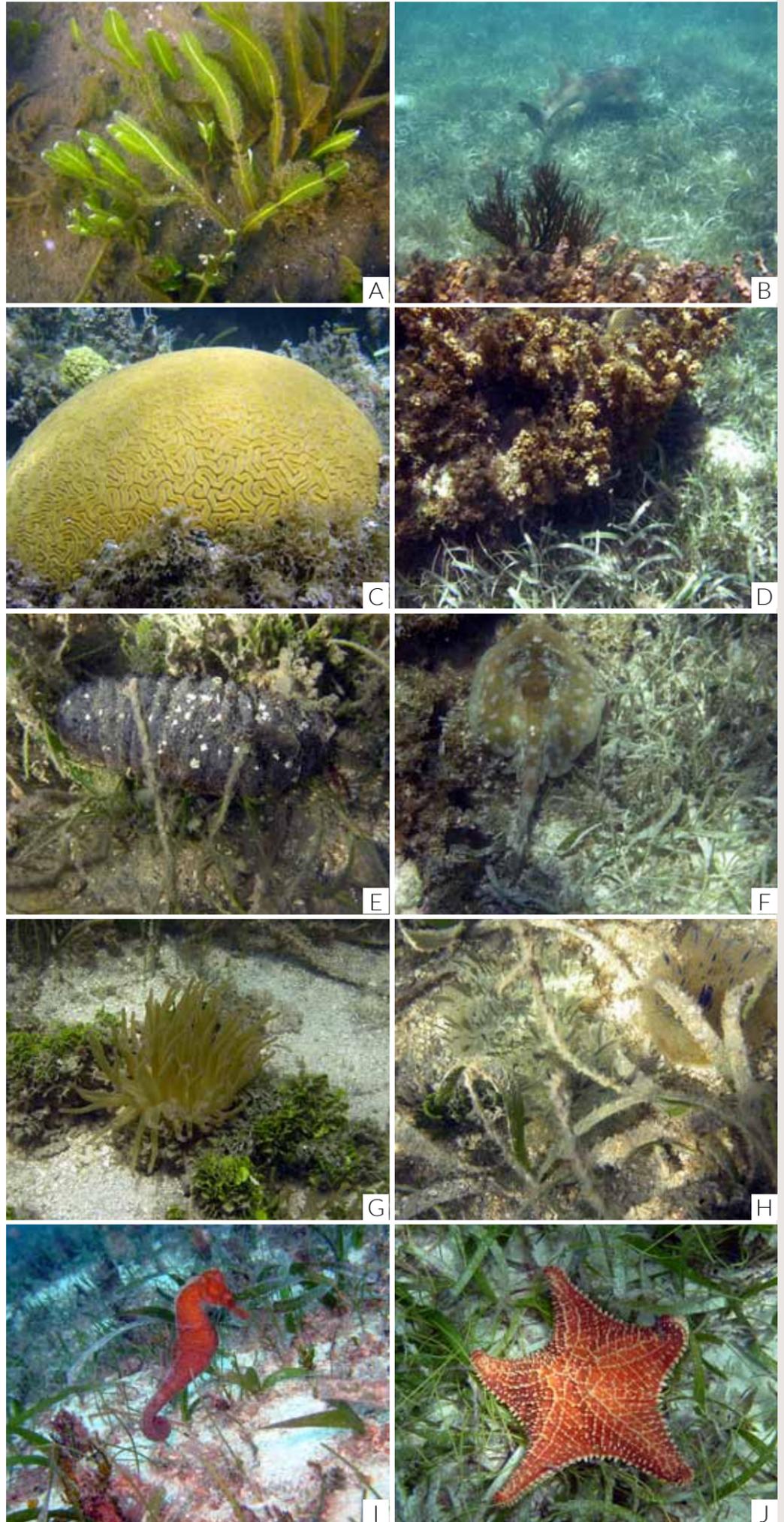


Foto 4. Algunos de los organismos de fauna y flora asociada a los pastos marinos de las Islas de San Andrés y Providencia. a. alga *Caulerpa sertularioides* (Providencia), b. vista de un tiburón nodriza *Gynglimostoma cirratum* y octocorales sobre la pradera (Providencia), c. coral *Diploria labyrinthiformis* en primer plano, *Porites porites* (en segundo plano) y el alga *Dyctiota* sp. (Providencia), d. alga *Turbinaria turbinata* sobre un sustrato rocoso en la pradera (Providencia), e. Raya *Urolophus jamaicensis* (San Andrés), f. Pepino de mar *Holothuria mexicana* (San Andrés), g. anémona *Condylactis gigantea* (San Andrés), h. anémona *Cassiopea* sp. (Providencia), i. caballito de mar *Hippocampus reidi* entre los pastos *Thalassia* y *Syringodium* (Cayos del Norte), j. estrella de mar *Oreaster reticulatus* entre los pastos *Thalassia* y *Syringodium* (Providencia) (Fotos A, B, C, D, E, F, G, H, J: Diana Isabel Gómez, INVEMAR; Foto I: Nacor Bolaños, CORALINA).



Foto 5. Manglares del Parque Regional Old Point (Foto: Heidy Coba Salazar).

Bosques de manglar

Irina Machacón, Jairo Lasso y Vanburen Ward

Los manglares de la Reserva de Biósfera Seaflower se encuentran en las islas mayores de San Andrés, Providencia y Santa Catalina cubriendo una extensión aproximada de 207.5 ha, conformando rodales con predominio de *Rhizophora mangle* y *Avicennia germinans*.

Isla de San Andrés

En la isla de San Andrés existen seis áreas principales de manglar, la mayoría ubicados sobre el costado oriental (Mapa 54) El de mayor renombre corresponde al Parque Regional Old Point, constituido por el sistema llamado bahía Hooker - bahía Honda que ocupa una extensión de 54,7 ha y se le considera como manglar de borde, donde se encuentran las cuatro especies de mangle reportadas para la isla que son *Rhizophora mangle* (mangle rojo), *Laguncularia racemosa* (mangle blanco), *Conocarpus erectus* (mangle botón) y *Avicennia germinans* (mangle negro). Este bosque crece asociado con otros ecosistemas como el bosque seco, la pradera de pastos marinos y el arrecife de coral; por ende, posee una variedad de flora y fauna (Foto 4).

El manglar de Cocoplum Bay (Mount Pleasant) es el segundo bosque en extensión con 50 ha, y se ha con-

siderado como un bosque de cuenca. Hacia el centro del bosque crece *R. mangle*, y hacia los bordes está *L. racemosa* y *C. erectus*. Otro manglar de cuenca es el de Sound Bay el cual tiene una extensión de 15,8 ha. En este manglar *R. mangle*, *L. racemosa*, y *A. germinans* crecen entremezcladas.

Smith Channel es el manglar con el mejor estado de desarrollo, ya que está formado por árboles maduros que tienen altura superior a los 30 m. Este manglar ocupa una extensión de 18,1 ha (Foto 6).



Foto 6. Manglar de Smith Channel (Foto: Archivo CORALINA).



Foto 7. Manglar de Salt Creek (Fotos: Archivo CORALINA).

Entre los manglares de menor extensión está el de Salt Creek (3 ha) (Foto 6), compuesto principalmente de *R. mangle* y *L. racemosa*. Aquí el bosque pudiera estar en proceso de sucesión hacia un ecosistema dulceacuícola lo que estaría causando que *R. mangle* esté siendo desplazado por herbáceas como enea (*Typha angustifolia*) Ciperaceas (*Cyperus rotundus*) y Lemnaceas (*Lemna minor*) que conforman parche en diferentes sectores del manglar. Otro manglar pequeño, es El Cove (2,6 ha) único manglar del costado occidental y constituido solo por *R. mangle*

Sobre la cabecera de la pista del aeropuerto hay relictos (0,1 ha) de las antiguas zonas de manglar del sector norte que fueron rellenadas para abrir espacios para la construcción urbana en la década de los setenta.

Existen otros relictos de manglar en el sector oriental como los de Little Gough (1,4 ha), Cotton Cay (0,2 ha), Bowie Bay (0,1 ha), Hoffie (0,1 ha). Recientemente Velodia Road (0,9 ha) se agregó a la lista de parche de manglar.

Islas de Providencia y Santa Catalina

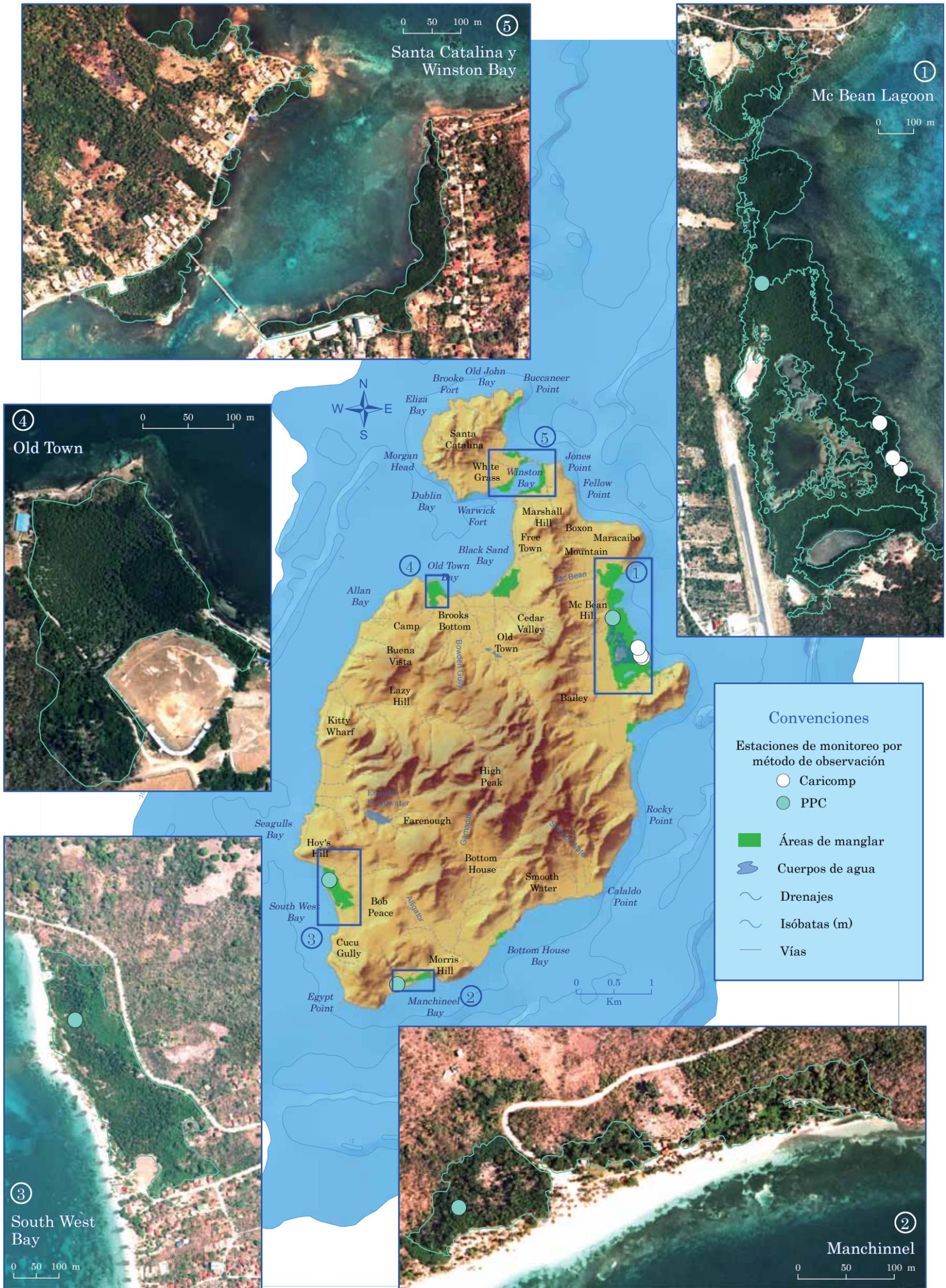
En la isla de Providencia y Santa Catalina, la mayor extensión de los manglares se encuentra en el Parque Nacional Natural McBean Lagoon, un bosque que ocupa 35 ha y se localiza entre Iron Wood Hill y Maracaibo Bay sobre el costado oriental (Lasso, 2001) (Mapa 55). Este bosque está constituido por *R. mangle* y *A. germinans*. El PNN fue creado por el Ministerio del Medio Ambiente en 1995 (Foto 8).



Foto 8. Manglar del Parque Nacional Natural McBean Lagoon (Foto: Milena Hernández).

Atlas de la Reserva de Biósfera Seaflower

Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina



MAPA 55. Localización de los manglares en Providencia y Santa Catalina y PPC (parcelas permanentes de crecimiento). Acercamientos de imagen Vexcel ULTRACAM 2007 (Fuente: IGAC).



Foto 9. Manglar del Manchineel Bay (Foto: Archivo CORALINA).



Foto 10. Manglar de South West Bay (Foto: Archivo CORALINA).

Tabla 5. Características de las parcela CARICOMP y PPC en donde se realiza monitoreo en las isla de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.

ISLA	Sector	Tipo de bosque	Desarrollo del bosque	Nombre parcela	Descripción parcela	Especies
San Andrés	Old Point	Borde	Maduro	CARICOMP Old Point A	Dentro del rango de marea, manglar tipo borde, con aportes agua dulce por flujos laminares, alta riqueza de especies.	<i>L. racemosa</i> con dominancia de <i>R. mangle</i> e individuos de <i>A. germinans</i>
			Maduro	CARICOMP Old Point B y C	En márgenes o bateas interiores, manglar de borde, suelos inestables o fangosos, fuerte influencia de mareas y poco flujo laminar de agua dulce	<i>R. mangle</i>
	Cocoplum Bay (Mount Pleasant)	Cuenca	Maduro	PPC Cocoplum Bay	En terrenos consolidados o arenosos.	<i>C. erectus</i> mixto con <i>R. mangle</i> y <i>L. racemosa</i> .
Providencia	Smith Channel	Cuenca	Maduro	PPC Smith Channel	Mayor influencia de aguas dulce que de agua marinas.	dominancia de <i>R. mangle</i> y acompañamiento de <i>L. racemosa</i>
	McBean Lagoon	Borde	Maduro	CARICOMP McBean Lagoon A, B y C	Ubicado en la franja litoral con suelo inestable o fangoso con influencia fuerte de mareas y poco flujo laminar de agua dulce.	<i>R. mangle</i>
	McBean Lagoon	Cuenca	Maduro	PPC McBean Lagoon	En bateas interiores, con suelos estables, alta salinidad y baja influencia de agua dulce.	<i>A. germinans</i>
	South West Bay	Cuenca	Maduro	PPC South West Bay	Mayor influencia de aguas dulce que de agua marinas.	Dominancia de <i>R. mangle</i> y acompañamiento de <i>L. racemosa</i>

El manglar de Manchineel Bay se extiende sobre 2 ha y está compuesto por *R. mangle*, *L. racemosa* y en menor proporción *C. erectus*. Tiene la particularidad de estar influenciado por el paso del arroyo de su mismo nombre, que le aporta agua dulce; estacionalmente, causa represamientos y repercute en su baja regeneración natural (Foto 9).

En South West Bay tiene una extensión de 7,9 ha, como su nombre lo indica crece en el suroeste de la isla y forma un bosque de cuenca separado de la costa por una barra de arena y conformado por *R. mangle* y *L. racemosa* (Foto 10).

Otro bosque de cuenca es el llamado Old Town, localizado sobre el costado nororiental, y que también crece detrás de una pequeña barra arenosa con una extensión de 6 ha. Las especies predominantes son *A. germinans* y *R. mangle*, mixtos con *L. racemosa* y *C. erectus*, está última especie ocupándolo solo los bordes exteriores del rodal (Lasso, 2001).

En el suroriente de la isla de Santa Catalina hay un manglar que ocupa 2,8 ha de la franja litoral y está dominado por parche de *R. mangle* que se interrumpe por las construcciones de viviendas o muelles (Foto 11).

Monitoreo en parcelas permanentes

Los manglares también hacen parte de un monitoreo sistemático realizado por CORALINA desde 1998. Con mediciones en parcelas permanentes se miden atributos estructurales del bosque, la regeneración natural y la calidad del agua intersticial incluyendo temperatura, pH, Salinidad. El estado estructural del bosque (diámetro a la altura del pecho DAP) se mide en dos estaciones CARICOMP, una en el Parque Regional de Old Point y la otra en el PNN McBean Lagoon, mientras que para los bosques de cuenca se mide la composición y estructura en otras cuatro parcelas permanente de crecimiento (PPC) localizadas en Smith Channel, Cocoplum Bay, McBean Lagoon y South West.

En estos estudios se combinan el protocolo de CARICOMP (2001) con el protocolo modificado de Cintrón-Molero y Schaeffer-Novelli (1992) adoptado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Las parcelas presentan diferentes condiciones ambientales como la microtopografía, amplitud y rango de penetración de marea, oferta de agua dulce y composición de suelo, características que permiten clasificación fisiográfica de los bosques de manglar entre los tipos de borde o cuenca (Tabla 5).



Foto 11. Parche de manglar en la isla de Santa Catalina (Foto: Archivo CORALINA).

Características aguas intersticiales

No se han detectado cambios en los parámetros del agua intersticial en San Andrés (Tablas 6 y 7) y los valores se encuentran en rangos esperados de ambientes de intercambio con aguas marinas (Cintrón-Molero y Schaeffer-Novelli, 1983; en Sánchez-Páez *et al.*, 1998).

TABLA 6. Variación de los parámetros fisicoquímicos de las aguas intersticiales en Old Point durante 2001 a 2010. EE=Error Estándar.

Año	Temperatura		pH		Salinidad		Conductividad	
	°C	EE	Unidades	EE	‰	EE	µS/cm	EE
2001	27,4	0,3	6,5	0,0	30,0	1,7		
2002	25,7	0,1	6,5	0,0	36,6	0,5	54.958,3	968,6
2004	27,2	0,2			33,7	0,8	51.266,7	1.083,7
2005	28,7	0,7			34,4	1,8	52.000,0	2.437,9
2007	28,6	0,3	6,4	0,1	32,2	1,3	48.911,1	1.885,0
2008	27,2	0,5	6,4	0,1	25,9	3,8	38.731,7	5.147,7
2009	28,3	0,3	6,4	0,1	39,5	2,4	58.716,7	3.059,8
2010	28,3	2,1	6,5	0,1	26,2	2,1	41.289,3	3.181,8

TABLA 7. Variación de los parámetros fisicoquímicos de las aguas intersticiales de las manglares de Cocoplum y Smith Channel durante 1998 a 2010. EE=Error Estándar.

Año	Cocoplum Bay				Smith Channel			
	pH		Salinidad		pH		Salinidad	
	Unidades	EE	‰	EE	Unidades	EE	‰	EE
1998	7,6	0,1	2,8	0,7	6,9	1,3	4,5	0,0
1999	7,3	0,1	8,3	3,1	6,7	0,1	2,6	2,0
2000	7,4	0,1	10,9	9,6	7,2	0,2	4,3	1,3
2001	7,2	0,2	2,1	0,7	6,9	0,2	7,2	3,8
2002	7,4	0,0	0,4	0,2	7,1	0,2	0,6	0,2
2003	7,7	0,2	2,9	0,6	7,5	0,1	4,2	1,7
2004	7,3	0,1	1,6	0,7	6,9	0,1	0,4	0,2
2005	7,0	0,1	2,3	0,7	7,1	0,1	0,3	0,1
2006	7,0	0,2	3,1	2,3	6,7	0,1	1,1	0,3
2007	7,1	0,0	2,1	0,8	7,0	0,1	3,4	2,1
2008	7,2	0,1	1,1	0,4	6,9	0,1	0,3	0,1
2009	7,6	0,1	1,3	0,6	7,6	0,3	2,0	1,1
2010	6,9	0,1	1,7	1,0	7,1	0,3	0,0	0,0

TABLA 8. Cambios históricos en los atributos estructurales en las parcelas CARICOMP de los bosques de manglar de San Andrés y Providencia.

Parcela	Período	No. árboles		% Mortalidad y tala	DAP Promedio (cm)		Altura total promedio (m)		Área basal (m ² /ha)		Densidad (ind/ha)	
		Inicial	Final	Actual	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Old Point A	2000-2010	24	23	4,3	5,6	7,3	5,2	6,2	8,2	20,6	2.400	2.300
Old Point B	2000-2010	90	81	10,0	4,6	5,4	4,1	4,9	16,5	22,2	9.000	8.100
Old Point C	2001-2010	64	52	18,8	5,6	6,7	3,9	5,1	18,0	20,5	6.400	5.200
McBean A	2001-2009	51	37	25,5	8,8	10,5	7,9	9,2	8,6	12,1	5.100	3.700
McBean B	2001-2009	24	15	41,7	10,9	13,6	7,8	9,2	3,4	8,4	2.400	1.500
McBean C	2001-2009	28	15	44,4	9,9	12,8	7,8	7,7	2,6	6,9	2.700	1.500

TABLA 9. Cambios históricos en los atributos estructurales en las parcelas permanentes de crecimiento (PPC) de los bosques de manglar de San Andrés y Providencia.

Parcela	Período	No. de árboles		% Mortalidad y tala	DAP Promedio (cm)		Altura total promedio (m)		Área basal (m ² /ha)		Densidad (ind/ha)	
		Inicial	Final	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Cocoplum Bay	1999 - 2010	59	24	59,3	9,5	20,4	7,9	17,1	23,6	33,1	1.304	530,5
Smith Channel	1998 - 2010	74	23	69,3	8,9	21,3	8,5	17,6	30,0	35,7	1.658	508,4
Mc Bean Lagoon	1999 - 2009	54	44	18,5	7,9	9,4	5,7	6,3	22,8	22,8	2.679	973
South West Bay	1999 - 2009	58	42	27,6	5,1	6,7	5,2	6,6	11,2	9,8	2.877	928

Características del bosque

Los bosques de manglar, tanto en las parcelas de CARICOMP como en las PPC presentan una composición de especie similar pero con ligera disminución en abundancia y densidad, generada por la muerte de árboles maduros. Igualmente se registraron incrementos del área basal de los árboles (Tablas 8 y 9).

La mortalidad al interior de las parcelas de crecimiento de San Andrés durante el periodo 1998-2010 ha sido alta y se manifiesta de manera diferente. Mientras en Smith Channel se debe a eventos naturales (competencia y viento), en Cocoplum Bay es ocasionado por la actividad antrópica (tala). Contrasta con esta realidad, la condición más natural de las parcelas de crecimiento de Providencia dado que está ubicada en áreas poco accesibles, retiradas y por consiguiente su mortalidad es causada por fenómenos naturales como tormentas y huracanes.

Históricamente el sector de Old Point, en donde se establecen las parcelas CARICOMP, presenta un crecimiento lento que se pueden evidenciar a través del comportamiento de un índice estructural como el DAP, cuyo valor promedio varió de $5,5 \pm 2,5$ cm a $6,5 \pm 0,6$ cm (ver Tabla 10). Lo anterior probablemente se debe al reducido tamaño de la capa de suelo y la baja acumulación de materia orgánica por el constante lavado.

En general la distribución diamétrica muestra que más del 60,1 % de los árboles son latizales ($> 5,1$ y < 15 cm) y un 41,2 % son brinzales (< 5 cm) y tan solo un 0,7% son fustales (> 15 cm) (Figura 7).

En comparación el manglar de McBean Lagoon presenta mejor desarrollo y crecimiento del sector como variaciones del DAP de $9,9 \pm 2,8$ cm a $12,3 \pm 1,0$ cm, el incremento en el DAP se pudo ver favorecido por un conjunto de causas, entre las que se destacan el mayor

aporte de agua dulce y materia orgánica debido a la presencia de bateas que ayudan a la retención de nutrientes. Otro factor que posiblemente propicia el crecimiento de los árboles es la disminución de la competencia intraespecífica por la muerte de 31 individuos.

Para el caso de McBean Lagoon, la distribución diamétrica demuestra que el 77,6% de los individuos se clasificaron como latizales ($>5,1 < 15$ cm), seguidos por los fustales (> 15 cm) con el 19,4% y por último los brinzales (< 5 cm) con el 3% (Figura 8).

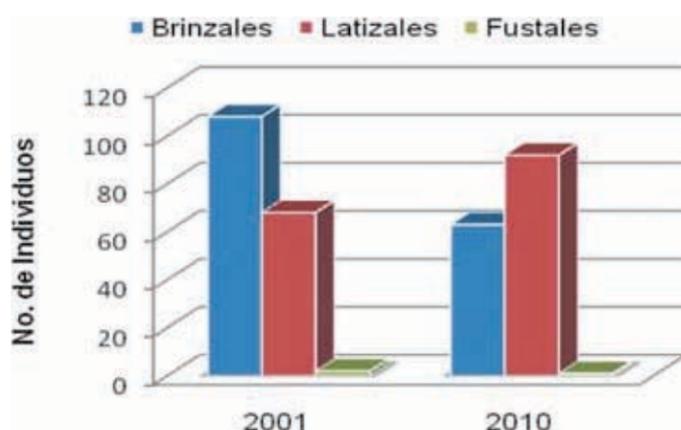


FIGURA 7. Cambios estructurales identificados durante el periodo 2001-2010 en el sitio CARICOMP en Old Point.

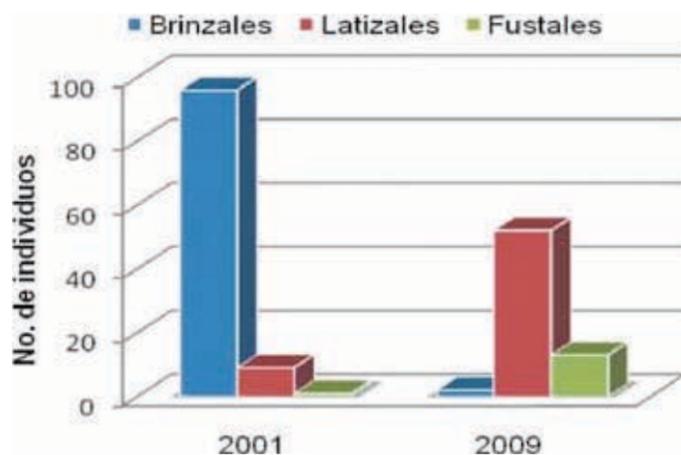


FIGURA 8. Cambios estructurales identificados durante el periodo 2001-2009 en el sitio CARICOMP en McBean Lagoon.

TABLA 10. Cuadro comparativo de algunas tasas (tonelada/hectárea/año) de caída de hojarasca y sus principales componentes de *Avicennia germinans* (excepto los indicados con asteriscos) obtenidos en otros estudios y en el presente (negrilla). CGSM= Ciénaga Grande de Santa Marta. *=Bosques de borde e islote. **=Bosque mixto. ***=R. mangle y *A. germinans* Saenger y Snedaker (1993) En Rodríguez et al., 2004. Tomado y modificado de Rodríguez et al., 2004.

MANGLAR	Hojarasca total	Hojas	Flores	Propágulos	Madera	Fuente
Ciénaga Grande de Santa Marta	10,2	8,3				Zamorano, 1983
Ciénaga Grande de Santa Marta	12,9	5,8	0,1	2,2	1,2	Ochoa et al., 1988
Ciénaga Grande de Santa Marta			0,2 - 0,6	0,4 - 1,6		Castañeda, 1998
Chengue	5,2	3,4	0,3	0,4	0,8	Rodríguez-Ramírez, 2004
Florida	2,2	0,4			0,7	Pool y Lugo, 1973
Florida y Puerto Rico*	9,0					Twilley et al., 1986
Florida	3,51- 4,69	2,09 - 3,95				Twilley et al., 1986
Florida	6,5					cf. Ellison, 1997
Laguna de Términos México	8,3 - 12,5	5,9 - 8,8			0,5 - 1,2	Day et al., 1988
Michoacán México**	6,1					López-Portillo y Ezcurra, 1985
Hungry Bay - Bermudas***	9,4					Ellison, 1997
Itacuruçá - Brasil*	9,6	6,9				Lacerda et al., 2001
San Andrés	10,4					Este estudio

Las PPC de la isla de San Andrés ubicadas en los manglares de Cocoplum Bay y Smith Channel presentan mayor crecimiento de DAP con valores que pasaron de $9,5 \pm 0,9$ cm a $20,4 \pm 2,2$ cm y $8,9 \pm 1,4$ cm a $21,3 \pm 4,2$ cm, respectivamente. Esto puede ser causado por el aporte constante de materia orgánica autóctona, adicionándole la topográfica relativamente cerrada, con poca posibilidad de exportación de los nutrientes.

Teniendo en cuenta la distribución diamétrica se registra una disminución de los brinzales y latizales, mientras que los fustales tienden a mantenerse estable en la PPC de Cocoplum Bay y disminuyen en Smith Channel (Figura 9).

Las PPC de la isla de Providencia, ubicadas en los manglares de McBean Lagoon y South West Bay, presentaron crecimiento lento de DAP con valores que pasaron de $7,9 \pm 0,7$ cm a $9,4 \pm 0,8$ cm y $5,1 \pm 0,3$ cm a $6,7 \pm 0,5$ cm, respectivamente. Esto puede ser causado por las condiciones limitantes del sitio como los altos niveles de salinidad que hace que los individuos que se establezcan soporten esta condición para el caso de la primera PPC y para la segunda PPC presenta un crecimiento típico de bosque de borde de las islas del Caribe.

La distribución diamétrica para PPC McBean Lagoon registró cierta estabilidad entre categoría con un ligera disminución en los brinzales. En cuanto a South West Bay se presentó disminución de brinzales e incrementos de los latizales y aparición de fustales (Figura 10).

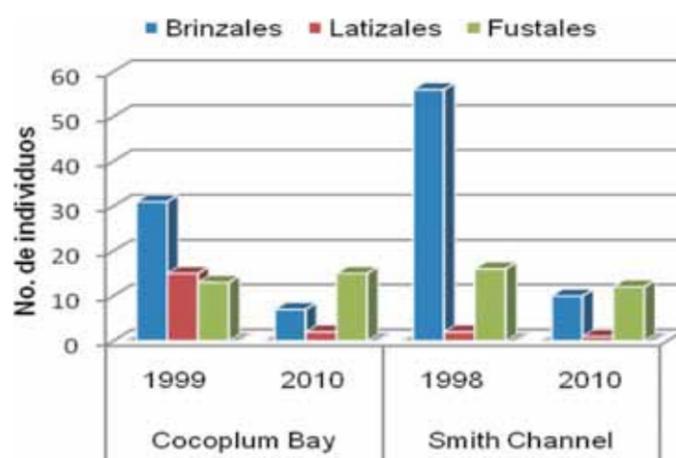


FIGURA 9. Dinámica del bosque de manglar, estaciones de parcelas de crecimiento de la isla de San Andrés.

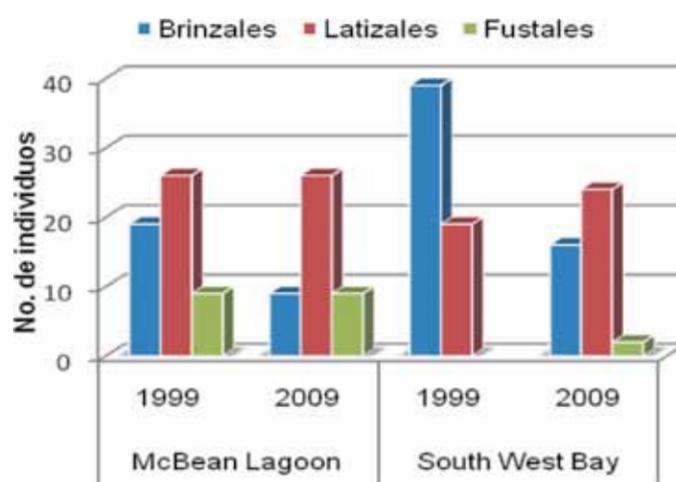


FIGURA 10. Dinámica del bosque de manglar, estaciones de parcelas de crecimiento de la isla de Providencia.

Productividad del bosque

Al ser un bosque siempre verde, los manglares producen continuamente ramas, hojas, flores y frutos y por lo tanto son considerados sitios de alta productividad dado que esta materia orgánica producida llega al suelo y aguas circundantes. Las observaciones hechas por CORALINA en Old Point comprueban esta productividad con sus valores de moderados a altos (10,4 toneladas/hectárea/año), similares a los encontrados en la costa Caribe colombiana y del Caribe (Tabla 10).

Regeneración natural

La producción de propágulos y el crecimiento de las plántulas son los mecanismos de regeneración natural de los manglares para la renovación del bosque. La regeneración natural ha sido especialmente notoria en Old Point, permitiendo la recuperación de áreas que sufrieron mortandad luego del vertimiento de hidrocarburos, aguas calientes y quemas provenientes de la antigua central de generación eléctrica. Los claros y salitrales comúnmente observados en las décadas de los ochenta y noventa ahora han recuperado su cobertura boscosa.

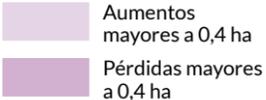
Recientemente CORALINA-INVEMAR (2008) realizaron el análisis multitemporal de los cambios en las coberturas de manglar sucedidos desde 2002, mediante la interpretación de imágenes remotas para los años 2002 y 2007, el cual muestra un incremento de la cobertura en 0,82 ha, principalmente debida al aumento en la cobertura de bosque de *R. mangle* que crece en la franja costera y formando pequeños rodales en zonas de poca profundidad al interior del mar (Tabla 11).

El inventario de los manglares del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina da como resultado un total de 19 unidades entre bosque y parche de manglar, que ocupa una superficie de 207,5 ha (Tabla 11). De los cuales 147,7 ha se encuentran en la isla de San Andrés y 59,7 ha en Providencia y Santa Catalina (CORALINA-INVEMAR, 2009; SIG-CORALINA, 2009 y 2010).

Como herramienta de manejo adecuado con mira a la conservación de este recurso natural y el desarrollo sostenible se realizó la zonificación de este ecosistema con el apoyo del INVEMAR, siguiendo los criterios determinados en la zonificación realizada por la Reserva de Biósfera Seaflower, la Ley 136 de 1994 donde se declara los diferentes manglares del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina como áreas protegidas y las resoluciones No. 924 de 1997, 233 de 1999 y 694 de 2000 del MAVDT que establece los términos de referencia para estudios sobre el estado actual y propuestas de zonificación de las áreas de manglar en Colombia, además de los diferentes tipos de zonas con características y estado de conservación similares, que corresponde a preservación, recuperación y uso sostenible, que se definen a continuación (Tabla 12).

TABLA 11. Cálculo de áreas de cobertura y cambios de cobertura para los años 2002 y 2007 a partir de sensores remotos en Old Point Regional Mangrove Park. *Avicennia germinans* (Ag) *Rhizophora mangle* (Rm), *Laguncularia racemosa* (Lr), y *Conocarpus erectus* (Ce). Fuente: CORALINA-INVEMAR, 2008.

Cobertura	Área 2002 (Ikonos)	Área 2007 (UltraCam)	Cambio de áreas
Área construida	38,4	39,1	0,63
Bosque de Ag	0,74	0,74	0,00
Bosque de Ce	0,05	0,62	0,57
Bosque de Rm	19,10	20,38	1,27
Bosque mixto de Lr y Ag	0,21	0,25	0,04
Bosque mixto de Rm y Ag	0,97	0,97	0,00
Bosque mixto de Rm y Ce	1,20	1,25	0,05
Bosque mixto dominado por Ag	20,38	20,34	-0,04
Bosque mixto dominado por Rm	10,00	9,54	-0,46
Bosque seco	1,12	1,12	0,00
Laguna	0,44	0,44	0,00
Mosaico de pastos, cultivos y espacios naturales	23,95	20,76	-3,19
Pastos y rastrojos	0,54	3,13	2,60
Suelo desnudo	0,12	0,12	0,00
Zonas de inundación	0,82	0,15	-0,66
Total área emergida	118,06	118,88	0,82
Total área sumergida	173,50	172,67	-0,82
Total área interpretada	291,55	291,55	0,00



Zona de preservación: Son aquellas áreas de manglar que por su importancia ecológica, alta productividad biótica, ubicación estratégica, funciones relevantes e insustituibles y buen estado de conservación, deben ser protegidas y sostenidas sin alteración.

Zona de recuperación: Comprende aquellos territorios con manglares, que debido a su mal situación de conservación, impacto alto o en proceso de degradación, requieran de acciones encaminadas a recuperar bienes y servicios, como principal opción de uso.

Zona de uso sostenible: Son aquellas áreas en donde las características del medio natural y el buen estado ecosistémico permite desarrollar acciones de conservación y el aprovechamiento planificado del recurso, mediante el concepto de uso sostenible.

Dentro del proceso de zonificación en el Archipiélago se determinó que la zona de usos sostenible está constituida por vegetación terrestre asociada al ecosistema de manglar, debido a la alta vulnerabilidad del ecosistema de manglar a los tensores naturales y antrópicos, por esta razón esta zona presenta un extensión de 1212,7 ha que es mayor que la zona de preservación con 184,4 ha y por ultimo esta la zona de recuperación con aproximadamente 22 ha.

En general los manglares del Archipiélago presentan estado de conservación moderado, pues el 89% se encuentran en aceptables condiciones medioambientales que se evidencia con la distribución de las especies y estructura del arbolado acorde con el tipo de manglar, que denota la calidad del paisaje, presencia de una fauna característica.

TABLA 12. Características generales; extensión del bosque de manglar y otras coberturas vegetales, y especie de mangle presente como *R. mangle* (Rm), *A. germinans* (Ag), *L. racemosa* (Lr) y *C. erectus* (Ce), estado de conservación, nivel de intervención antrópica y distribución de las áreas de manglar del Archipiélago en las tres categorías de manejo de la zonificación con sus respectivas áreas. Fuente. CORALINA- INVEMAR, 2009, - SIG-CORALINA, 2010, Machacón y Guerra, 2009 y *Machacón, 2009.

Bosque	Área neta de manglar (ha)	Otras coberturas vegetales (ha)	Especies de mangle presente	SAN ANDRÉS		Estado de conservación	Nivel de intervención Antrópica
				Zonificación			
				Zona	Área (ha)		
Cabecera aeropuerto costado oriental	0,01		Ce	Preservación	0,01	Medio	Alto
Hotel Aquarium, Decameron, Casa de la Cultura del centro y Hansa Point	0,1		Rm, Ce.	Preservación	0,1	Medio	Alto
Cotton cay	0,21		Ce, Rm	Preservación	0,21	Bueno	Bajo
SENA	0,04		Rm, Ce	Uso sostenible	0,04	Bueno	Medio
Old Point	54,95	41,47	Rm, Ag, Lr, Ce	Preservación	51,44	Medio	Medio
				Recuperación (Cuerpo de agua)	11,03		
				Uso Sostenible	126,8		
Cocoplum Bay	50,01	18,44	Rm, Lr, Ce	Preservación	38,15	Critico	Alto
				Recuperación	11,85		
				Uso Sostenible	18,45		
Little Gough	1,39		Ag, Ce	Recuperación	1,39	Critico	Alto
Hoffie	0,09		Ce	Recuperación	0,99	Critico	Alto
Salt Creek	3,16	2,82	Rm, Lr	Preservación	3,16°	Critico	Alto
				Recuperación	0,44°		
				Uso Sostenible	1,80°		
Sound Bay	14,4	26,3	Ag, Rm, Lr	Preservación	14,40-	Medio	Medio
				Recuperación	0,43-		
				Uso Sostenible	9,81-		
Smith Channel	18,13	6,12	Rm, Lr	Preservación	18,13	Bueno	Medio
				Uso Sostenible	6,12		
Bowie Bay	0,15		Rm, Ce, Lr	Preservación	0,15	Bueno	Bajo
Velodia Road	0,9	1,38	Lr	Preservación	0,9	Medio	Medio-alto
				Uso Sostenible	1,38		
Parches de manglar del costado occidental	1,9		Ce	Preservación	1,9	Bueno	Bajo
El Cove	1,83	1,15	Rm	Preservación	1,83*	Critico	Alto
				Recuperación	0,1*		
				Uso Sostenible	0,97*		
Morris Landing	0,27			Preservación	0,27	Bueno	Bajo
Cabecera aeropuerto costado occidental	0,13		Ce	Preservación	0,13	Bueno	Bajo
PROVIDENCIA Y SANTA CATALINA							
Santa Catalina	2,83	5,42	Ag, Lr, Rm	Preservación	2,79	Medio	Alto
				Recuperación	0,04		
				Uso sostenible	5,42		
Jones Point-Town	2,13	3,25	Rm	Recuperación	2,13	Medio	Alto
				Uso sostenible	3,25		
PNN Old Providence McBean Lagoon	35	1.025,15	Ag, Lr, Rm	Preservación	34,53	Bueno	Medio
				Recuperación	0,79		
				Uso sostenible	1.025,15		
Johnny Bay	0,08		Rm	Recuperación	0,08	Critico	Alto
Smooth Water	0,35		Rm	Preservación	0,35	Medio	Media
				Recuperación	0,01		
Botton House	0,06		Rm	Preservación	0,06	Bueno	Baja
				Preservación	1,99		
Manchineel Bay	2,09	4,15	Rm, Lr, Ce	Recuperación	0,1	Bueno	Media
				Uso sostenible	4,15		
				Preservación	7,92		
South West Bay	7,85	4,3	Lr, Rm	Uso sostenible	4,3	Bueno	Media
Fresh Water	0,07		Lr, Rm	Recuperación	0,07	Critico	Alto
John Mangrove	3,32		Lr, Rm	Recuperación	3,32	Medio	Alto
Old Town	5,96	5,1	Ag, Rm, Lr, Ce	Preservación	5,96	Medio	Alto



Foto 12. Vegetación acuática en la charca de Manuel Pond (Foto: Archivo, CORALINA).

Humedales

Irina Machacón

Los humedales presentes en el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina son pequeños (< 1 a 594 ha), si se los compara con los de las masas continentales. Representan sistemas importantes para estas islas oceánicas ya que sirven de refugio a la flora y la fauna particular, en especial para aves residentes y migratorias. Los humedales son también fuente de recursos hidrobiológicos para el aprovechamiento humano, tales como los manantiales ubicados en Schooner Bight y las aguas subterráneas en San Andrés y los ubicados en la microcuenca de Fresh Water, que abastece a la represa en la isla de Providencia. Por lo que no solo hay un valor natural, sino un valor socioeconómico muy apreciado por las comunidades locales.

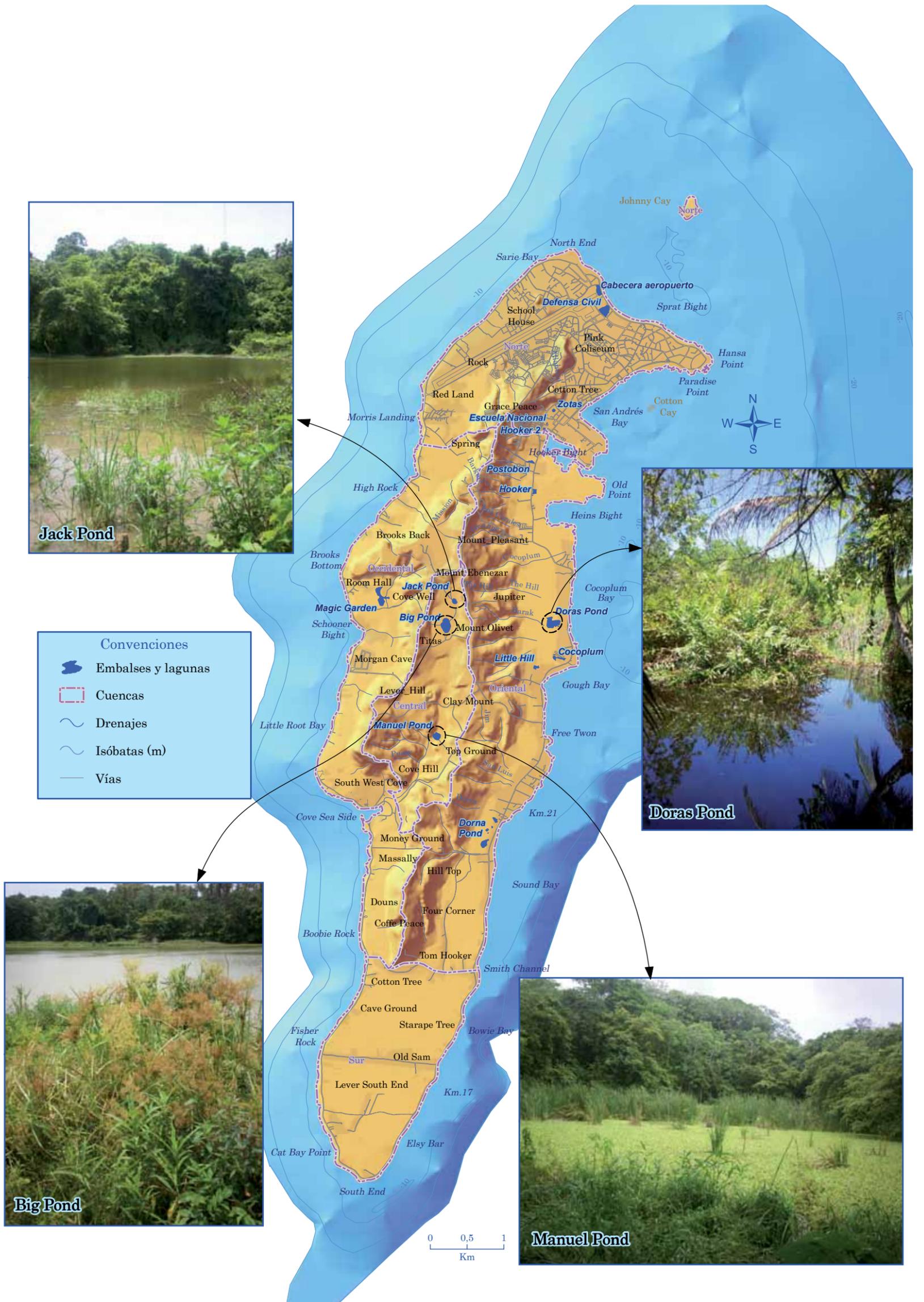
El área ocupada por los humedales superficiales en la isla de San Andrés tiene una extensión de 2.700 ha distribuido en las cuencas norte (553 ha), oriental (884 ha), occidental (594 ha), central (278 ha) y sur (390 ha), representados como arroyos, charcas o pond (cuerpo de agua estancados <8 ha, ejemplo Big Pond), humedales artificiales por excavaciones (humedales de Cocoplum y Duppy Gully) y planos inundables (Magic Garden) (Mapa 56). Se podría considerar un humedal interior al acuífero que representa el 94 % del área total emergida (Toro *et al.*, 1999).

En las islas de Providencia y Santa Catalina el valor del área ocupada por humedales supera las 2.151 ha distribuidas en la represa de Fresh Water, y las 10 microcuencas de Bottom House (385 ha), Bowden (407 ha), San Felipe (282 ha), Fresh Water (235 ha), South West Bay (130 ha), Smooth Water (144 ha), Bailey (219 ha), McBean Lagoon (227 ha), Bahía Garret (47 ha) y Santa Catalina (75 ha) (Piñero, 2003) (Mapa 57).

En general los humedales locales se caracterizan por poseer una vegetación herbácea típica constituida por las siguientes especies *Echinochloa polystachya* (pasta alemán o aleman grass), *Panicum* sp. (paja de agua o lax panicgrass), *Polygonum densiflorum* (tabaquillo o dense-flower), *Ludwigia erecta* (yerba de jicotea o primrose willow), *Cyperus* cf. *rotundus* (cortadera o nut grass), *Killinga peruviana* (fosforito), *Lemna* aff. *minor* (lenteja de agua o lesser duckweed), *Typha angustifolia* (enea o small reed) y *Pistia stratiotes* (lechuga de agua o water lettuce) y una dinámica de expansión y contracción sincronizada con los cambios de nivel del agua. Muchos de estos cuerpos de agua son de carácter temporales, pero también los hay permanentes, y dependiendo su origen se le puede clasificar como testigo de antiguas zonas de pantanos o manglar, también se ubican en zonas de amortiguamiento de los bosque de manglar. La mayoría de estos ecosistemas acuáticos pueden contener aguas dulces, salobres o saladas.

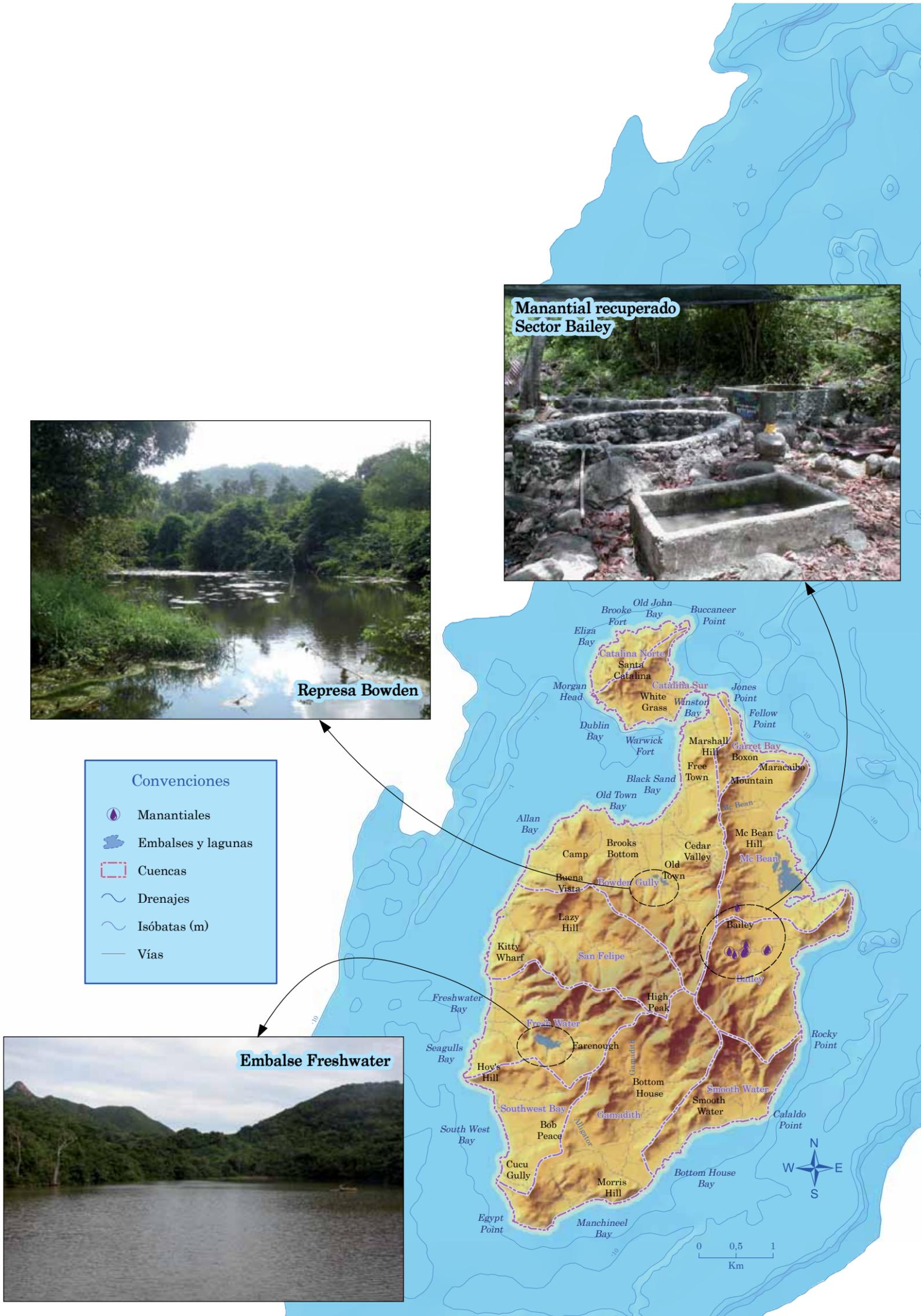
En la isla de San Andrés, donde se monitorea la calidad fisicoquímica, microbiológicas y de los contaminantes de las aguas y el tipo de vegetación acuática para las charcas del valle de El Cove, conocidas como Jack Pond, Big Pond y Manuel Pond, se ha encontrado el dominio de aguas dulces, con valores medio a alto de *coliformes* fecales (2015 ± 1625 a 2867 ± 1244 UFC/100 ml) y de *enterococos* (330 ± 150 a 1300 ± 208 UFC/100 ml). Así mismo, hay valores medios de grasas y aceites ($2,8 \pm 0,4$ a 4 ± 2 mg/l).

La diversidad de la flora acuática es baja, con seis familias y ocho especies de macrófitas acuáticas, que forman cinturones sobre la zona marginal a las aguas someras (Foto 12). La vegetación herbácea ocupa los márgenes y su distribución está directamente relacionada con la humedad de los suelos. Entre las especies importantes están las especies *L. aff. Minor*, *T. angustifolia* y *P. stratiotes*. En consecuencia, estos cuerpos de aguas son considerados ecosistemas acuáticos jóvenes, con estructura poco compleja, bajo número de especie y alto predominio de unas pocas.



MAPA 56. Localización de los humedales en la isla de San Andrés.

Atlas de la **Reserva de Biósfera Seaflower**
 Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina



MAPA 57. Localización de manantiales y cuerpos de agua en las cuencas de Fresh Water, Bowden Gully, McBean y Bailey en la isla de Providencia.

Literatura citada

- Abril Howard, Alfredo. 2006. Análisis temporal de la información recolectada en la campaña de monitoreo de arrecifes coralinos según la metodología CARICOMP desde 2001 hasta 2006 Documento Interno CORALINA. San Andrés Isla.
- Abril Howard, Alfredo y N. Bolaños. 2007. Análisis temporal de la información recolectada en la campaña de monitoreo de arrecifes coralinos según la metodología CARICOMP desde 2001 hasta 2007 Documento Interno CORALINA. San Andrés Isla.
- Abril Howard, Alfredo y N. Bolaños. 2008. Análisis temporal de la información recolectada en la campaña de monitoreo de arrecifes coralinos según la metodología CARICOMP desde 2001 hasta 2008 Documento Interno CORALINA. San Andrés Isla.
- Abril Howard, Alfredo y N. Bolaños. 2009. Análisis temporal de la información recolectada en la campaña de monitoreo de arrecifes coralinos según la metodología CARICOMP desde 2001 hasta 2009 Documento Interno CORALINA. San Andrés Isla.
- Ángel L. F. 1998. Estructura y distribución de las praderas de fanerógamas en la isla de San Andrés, Caribe colombiano. Tesis de pregrado. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Bogotá.
- Ángel, L. F. y J. Polanía. 2001. Estructura y distribución de pastos marinos en San Andrés Isla, Caribe colombiano. Bol. Ecotrópica, 35: 1-24.
- Barriga-Bonilla, E., J. Hernández-Camacho, I. Jaramillo-T., r. Jaramillo-Mejía, L. E. Mora-Osejo, P. Pinto-Escobar y P.M. Ruiz-Carranza. 1969. La isla de San Andrés contribuciones al conocimiento de su ecología, flora, fauna y pesca. Instituto de Ciencias Naturales - Facultad de Ciencias Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 152 Págs.
- Bentuvia, A. y C. E. Ríos. 1970. Informe de un crucero de B/I Chocó a la isla de Providencia y los bancos adyacentes de Quitasueño y Serrana en los territorios insulares de Colombia, PNUD-FAO-INDERENA, comunicaciones, 1 (2): 9-45.
- Bolaños, N. 2006. Variaciones espaciales y temporales en la estructura de la comunidad de peces arrecifales de la Isla de San Andrés y su relación con el estado de los arrecifes. Tesis de pregrado. Cali -Colombia, Universidad del Valle, Departamento de Biología, Sección de Biología Marina. 67 p.
- CORALINA, 1999- 2007. Informes técnicos de sobre los monitoreos CARICOMP en pastos marinos en la isla de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. San Andrés Isla. Chambers, Gillian. 1998. Coping with the Beach Erosion. Paris: UNESCO.
- CARICOMP. 2001. Manual of methods for mapping and monitoring of physical and biological parameters in the coastal zone of the Caribbean CARICOMP Data Management Centre - University of West Indies, Kingston and Florida Institute of Oceanography - University of South Florida, St Petersburg.
- Chiquillo, M., E. Taylor, M. Howard y J.M. Mow. 2001. Coral reef and seagrass bed condition, 1998-2000: San Andres CARICOMP Monitoring site, western Caribbean. Informe técnico, CORALINA.
- Cintrón-Molero, G y Y. Schaeffer-Novelli. 1992. Ecology and Management of New World Mangroves. En Seeliger U (Ed.) Coastal Plant Communities of Latin America. Part IV. The Mangrove Community. Academic Press. San Diego, CA, EEUU. pp. 234-267.
- CORALINA-INVEMAR, 2008. Actualización de la línea base de flora y fauna marina y costera del Parque Regional Old Point .34 p. + anexos.
- CORALINA-INVEMAR. 2009. Ordenamiento Ambiental de los manglares del Archipiélago San Andrés, Providencia y Santa Catalina.115 p. + anexos.
- Díaz, J. M., L. M. Barrios, M. H Cendales, J. Garzón-Ferreira, J. Geister, M. López-Victoria, G. H. Ospina, F. Parra-Velandia, J. Pinzón, B. Vargas Ángel, F. Zapata y S. Zea. 2000. Áreas coralinas de Colombia. INVEMAR, Serie publicaciones especiales No. 5. Santa Marta. 176p.
- Díaz, J.M., L. M. Barrios y D. I. Gómez- López (Eds.). 2003. Las praderas de pastos marinos en Colombia: estructura y distribución de un ecosistema estratégico /. INVEMAR, Santa Marta. 160 p. Serie Publicaciones Especiales No. 10.
- Díaz JM, G Díaz, J Garzón, B Geister, JA Sánchez y S Zea. 1996a. Atlas de los complejos arrecifales coralinos del Caribe Colombiano: I. Complejos arrecifales oceánicos. Serie publicaciones especiales No. 2 INVEMAR. Santa Marta. 83 pp.
- Díaz, J.M., J. A. Sánchez, S. Zea y J. Garzón-Ferreira. 1996b. Morphology and marine habitats of two southwestern Caribbean atolls: Albuquerque and Courtown. Atol Res. Bull. 435:1-33.
- Díaz, J.M., L.M. Barrios, M.H. Cendales, J. Garzón-Ferreira, J. Geister, M. López-Victoria, G.H. Ospina, F. Parra-Velandia, J. Pinzón, B. Vargas-Ángel, F.A. Zapata y S. Zea. 2000. Áreas Coralinas de Colombia. INVEMAR, Serie publicaciones especiales No. 5, Santa Marta, 175 pp.
- Fowler, H. 1944. Results of the Fifth George Vanderbilt Expedition in 1941. Philadelphia. Mon. Acad. Nat. Scienc., 6:57-529.
- Garzón Ferreira, J., J. Cortés, A. Croquer y H. Guzmán. 2000. Status of Coral Reefs in Southern Tropical America: Brazil, Colombia, Costa Rica, Panama and Venezuela En: Status of Coral Reefs of the World 2000. Edited by Clive Wilkinson. Australia. Australian Institute of Marine Science. p. 331-348.
- Geister, J. 1973. Loa arrecifes de la isla de San Andrés (mar Caribe, Colombia). Mitt. Inst. Colombo-Alemán Invest. Cient. 7: 211-228.
- Geister, J. y J. M. Díaz. 1997. A field guide to the oceanic barrier reefs and atolls of the southwestern Caribbean (Archipelago of San Andres and Providencia, Colombia). Proc. 8th int. coral reef sym. 1: 235-262.
- Geister, J. 2001. Coral life and coral death in a Recent Caribbean coral reef: a Thirty-year record in photographs. Bulletin of the Tohoku University Museum, 1: 114-124
- Gómez-López, D.I., P. Garzón, A. Aguirre, M. Albis, M.A. Ortíz y G. Duque. 2007. Ecosistemas costeros y someros entre 0-10 m de profundidad de la plataforma continental del Departamento de La Guajira, con énfasis en pastos marinos. Informe Técnico Final. Convenio CORPOGUAJIRA-INVEMAR 001/2004. Santa Marta, 227 Págs.
- González J. 1999 Aportes al conocimiento de la estructura, distribución y composición de la comunidad de pastos marinos en las islas de Providencia y Santa Catalina, Caribe colombiano. Tesis de pregrado. Universidad del Valle - Sede Pacífico. Buenaventura.
- González, A. M. 2007. evaluación del estado actual del area marina protegidas del archipiélago San Andrés, Providencia y Santa Catalina "RB Seaflower". Documento técnico del proyecto "Protecting Biodiversity in the South Western Caribbean Sea" a ser presentado al GEF. San Andrés Isla. 123 p.p.
- Herrón, P. 2003. Plan de Acción de Tortugas Marinas del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. San Andrés Isla: Documento Interno CORALINA.
- Herrón, P. 2004. Tendencias de cambio en la estructura y estado de los arrecifes coralinos de San Andrés, Providencia y Santa Catalina: Programa de Monitoreo de CORALINA durante el período 1998-2002. Informe final. CORALINA. San Andrés Isla. 32.p.p. INVEMAR. 2005. Capítulo II: Estado de los Ecosistemas Marinos y Costeros. 75- 114. En: INVEMAR. 2005. Informe del Estado de los Ambientes Marinos y Costeros en Colombia: Año 2004. Serie de Publicaciones Periódicas No. 8. 210p.
- IGAC, 1986. San Andrés y Providencia aspectos geográficos. Alvarez, V., Velazques, R. y García R. (Eds). Sección de Imprenta y Ediciones IGAC. Bogotá, D.C. 145 Págs.
- INVEMAR, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009 y 2010. Informes del Estado de los Ambientes y Recursos Marinos y Costeros en Colombia. Capítulo 3: Estado de los ecosistemas marinos y costeros: Pastos marinos. INVEMAR, Santa Marta. ISSN: 1692-5025.
- Lasso, Z. J. 2001. Componente manglares: Proyecto Control, monitoreo y seguimiento de los recursos naturales y el medio ambiente del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. San Andrés: CORALINA - Subdirección de Gestión Ambiental. San Andrés isla.
- Ley, Y, M. Gutiérrez y J. Ramírez. 1998. Análisis de Funciones Empíricas de Eigen en perfiles de Playas de Matzatlán, Sinaloa, México. México : Universidad Autónoma.
- Machacón G. I. y V. L. Guerra. 2009. Diagnostico del manglar de Salt Creek. Informe Técnico. CORALINA. Subdirección de Gestión Ambiental. San Andrés isla.
- Machacón G. I. 2009. Diagnostico ambiental y estado de conservación del manglar de El Cove. Informe Técnico. CORALINA. Subdirección de Gestión Ambiental. San Andrés isla.

- Mejía, L.S., J. Garzón-Ferreira y A. Acero. 1998. Peces registrados en los complejos arrecifales de los cayos Courtown, Albuquerque y los bancos Serrana y Roncador, Caribe occidental, Colombia. *Bol. Ecotrópica*, 32:25-42.
- Mejía, L. S. y J. Garzón-Ferreira. 2000. Estructura de comunidades de peces arrecifales en cuatro atolones del archipiélago de San Andrés y Providencia (Caribe sur occidental). *Rev. Biol. Trop.*, 48 (4): 883-896.
- Mow J.M., C. Aguilera y S. Taubert. 2003. Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina: una reserva de Biosfera en el Caribe Colombiano. Corporación para el desarrollo sostenible del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (CORALINA).
- Orozco, Carlos. 2005. Dinámica Costera de las Playas en la Isla de San Andrés: Análisis Temporal 2000-2005. San Andrés Isla: Documento Interno CORALINA
- Piñeros A. 2003. Diagnostico de áreas críticas de erosión de las cuencas de la isla de San Andrés. San Andrés: CORALINA.
- Pizarro, V. 2002a. Informe final de vulnerabilidad y amenazas de los arrecifes coralinos de la Isla San Andrés. Proyecto: levantamiento de estudios y acciones para propiciar la recuperación y/o regeneración natural de los arrecifes coralinos en las aguas costeras de las Islas de San Andrés y Providencia. CORALINA.
- Pizarro, V. 2002b. Informe final del estado y biodiversidad de los arrecifes coralinos de la isla de San Andrés. Proyecto levantamiento de estudios y acciones para propiciar la recuperación y/o regeneración natural de los arrecifes coralinos en las aguas costeras de las islas de San Andrés y Providencia. CORALINA
- Pizarro, V. 2002c. Dinámica poblacional de corales (Scleractina: Favidae) en la isla de San Andrés, Caribe Sur-Occidental: una aproximación. Tesis de postgrado. Bogotá-Colombia, Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Biología, línea Biología Marina. 61 p.
- Pizarro, V. 2003. Informe final del programa para fortalecer las acciones en la zona de reserva nacional. Proyecto "Reserva de Biosfera Seaflower: sistema regional de áreas marinas protegidas".CORALINA
- Prada, M. 2005. Evaluation of marine monitoring implemented by coralina within the Seaflower Biosphere reserve advance report: coral reef monitoring. CORALINA.
- Posada B.O. y W. Guzmán. 2007. Diagnostico de la Erosión Costera en las Islas de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. Recomendaciones Generales para el Manejo y el Control de la Erosión. Investigación elaborada para CORALINA por el INVEMAR según el convenio No. 010/2006. 102 p
- Posada. O., D. M. Rozo, J. Bolaños y A. Zamora. 2009. Capítulo I: Marco Geográfico. 19-26. En: INVEMAR. 2009. Informe del Estado de los Ambientes y Recursos Marinos y Costeros en Colombia: Año 2008. Serie de Publicaciones Periódicas No. 8. 244p.
- Reyes-Nivia, M.C., A. Rodríguez-Ramírez y J. Garzón-Ferreira. 2004. Peces asociados a formaciones coralinas de cinco áreas del Caribe Colombiano: listado de especies y primeros registros para las áreas. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras* 33: 101-115.
- Rodríguez-Ramírez, A., J. Garzón-Ferreira, y J. Nivia. 1998. Cinco años de monitoreo CARICOMP en Colombia. II variables estructurales y funcionales en arrecifes coralinos, pastos marinos y manglares. Proc. XI Seminario nacional de política, ciencias y tecnologías del mar. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Bogota.
- Rodríguez-Ramírez, Alberto; Nivia-Ruiz, Jaime y Garzón-Ferreira, Jaime. 2004.. Características estructurales y funcionales del manglares de *Avicennia germinans* en la Bahía de Chengue (Caribe colombiano). Santa Marta: INVEMAR, Bol. Invest. Mar.
- Saenger, P y S. C. Snedaker 1993. Pantropical trends in mangrove above-ground biomass and annual litterfall. *Oecologia* 96: 293-299
- Sánchez, J.A., J.M. Díaz y S. Zea. (1997). Gorgonian communities in two contrasting environments from oceanic atolls Caribbean atolls. *Bull. Mar. Sci.* 61(2): 61-72.
- Sánchez-Páez, H., G.A. Ulloa-Delgado y R. Álvarez-León. 1998. Conservación y uso sostenible de los manglares del Caribe colombiano. Ministerio del Medio Ambiente/Asociación colombiana de reforestadores -ACOFOR/Organización internacional de Maderas Tropicales OiMT, Colombia. 224 p.
- SIG-CORALINA. 2009 y 2010. Mapas de actualización de cobertura de los manglares del archipiélago de san Andrés, Providencia y Santa Catalina.
- Zea, S., J. Geister, J. Garzón-Ferreira y J. M. Díaz. 1998. Biotic changes in the reef complex of San Andrés island (Southwestern Caribbean Sea, Colombia) occurring over nearly three





Población, tenencia de la tierra y aspectos socioeconómicos en la isla de San Andrés

*Marion Howard, David Nicholson,
Anthony Mitchell Chui, Bennet Bizcaíno,
Johannie James, CORALINA
Erick Castro, Secretaría de Agricultura y Pesca,
Gobernación Departamental*

(Foto: Opal Bent, CORALINA).

Marion Howard y David Nicholson

Antecedentes

El archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina tiene una larga historia social y económica que difiere de la de Colombia continental (Fotos 1 y 2). Los isleños nativos reconocidos por la Constitución de 1991 como raizales, descienden de colonizadores europeos (especialmente ingleses) y africanos (esclavos liberados y escapados de otras islas) que llegaron a estas islas en los siglos XVII, XVIII y XIX. Su principal distinción étnica con la Nación está en que son protestantes de habla inglesa. Este acervo cultural, junto con su ambiente y sus recursos naturales, ha sido protegido por la Constitución de 1991 (Art. 310).

Foto 1. Fotografía de 1918 en la que se observa la avenida 20 de julio (Foto: Archivo, CORALINA).



Foto 2. Fotografía que muestra una casa tradicional de los isleños en el área de Hooker (Foto: Archivo, CORALINA).

El aislamiento de las islas durante siglos hizo que la comunidad tuviera un alto grado de autonomía, controlando sus propios recursos y economía hasta la segunda mitad del siglo XX. Tradicionalmente, y aún hoy, los isleños han combinado varios oficios y ocupaciones para el sustento familiar, como la pesca, la crianza de vacas, cerdos y gallinas, ganado y especies menores, así como pequeñas fincas, o como los negocios relativos a la navegación y a pequeñas tiendas o almacenes. Por lo tanto han demostrado que su acoplamiento con el entorno de pequeñas islas ha sido sostenible y diferenciándose así de otras culturas, en donde sus habitantes se han especializando tanto, que terminan olvidando las relaciones con el entorno inmediato.



A



B



C



D

Foto 3. Algunas imágenes de los oficios y ocupaciones que los isleños han llevado a cabo durante décadas para el sustento familiar. A) pesca, B) ganadería en San Andrés, C y D) ganadería en Providencia, E) Porcicultura.) (Fotos A, B, D y E: Martha Prada, CORALINA) (Foto C: Carolina Segura Quintero, INVEMAR).

En 1953 San Andrés fue declarada puerto libre. Esta designación introdujo un modelo de desarrollo basado en el turismo comercial que compraba bienes importados y los mercadeaba iniciando un cambio radical en la economía local y en las estructuras sociales. En ese momento, Colombia tenía una política comercial altamente restrictiva con impuestos y barreras a las importaciones. La declaratoria del puerto libre permitió exportar e importar bienes con muy pocas restricciones. Convencionalmente, el desarrollo de un puerto libre se hace para incentivar el comercio entre puertos sin tener el trato, ni las tarifas asociadas a los costos administrativos (Kerr, 2003). En el caso de San Andrés, el puerto libre ofrecía a los colombianos no solo un lugar para vacacionar, sino para comprar bienes que no se encontraban en el continente y a la vez generaba ingresos al fisco departamental. De hecho los turistas mercaderes que dominaron desde sus inicios fueron trabajadores y emprendedores del continente.

Con el desarrollo del puerto libre, la comunidad raizal resultó seriamente afectada. Primero, porque hacia las islas se generó una migración masiva desde el continente; de hecho la población creció desde cerca de 5.000 en 1950 a al menos 66.000 en 2007 (Bent, 1999; DANE, 2007). Adicionalmente, y ante su incapacidad de hablar el español, fueron pocos los que participaron en los negocios del puerto libre. Hoteles, restaurantes, tiendas y otros desarrollos aún están mayoritariamente en propiedad y manejo por personal no raizal.

Perdiendo el control de sus estilos de vida y conociendo poco acerca de la introducción de modelos de comercio y turismo, la calidad de vida de los isleños nativos y sus recursos naturales declinaron. Las pesquerías costeras se agotaron y la cantidad de tierra cultivada se redujo de 21.500 m² en 1982 a 4.500 m² en 1998 (CORALINA, 1999). Previo a la modernización y la introducción del puerto libre, los isleños fueron autosuficientes en términos de alimento; no se conocía el hambre. Algunos alimentos como la harina, azúcar y el arroz se importaban, pero los sustitutos locales estaban

disponibles. Ahora casi todos los alimentos se importan y el hambre y la falta de la seguridad alimentaria están creciendo.

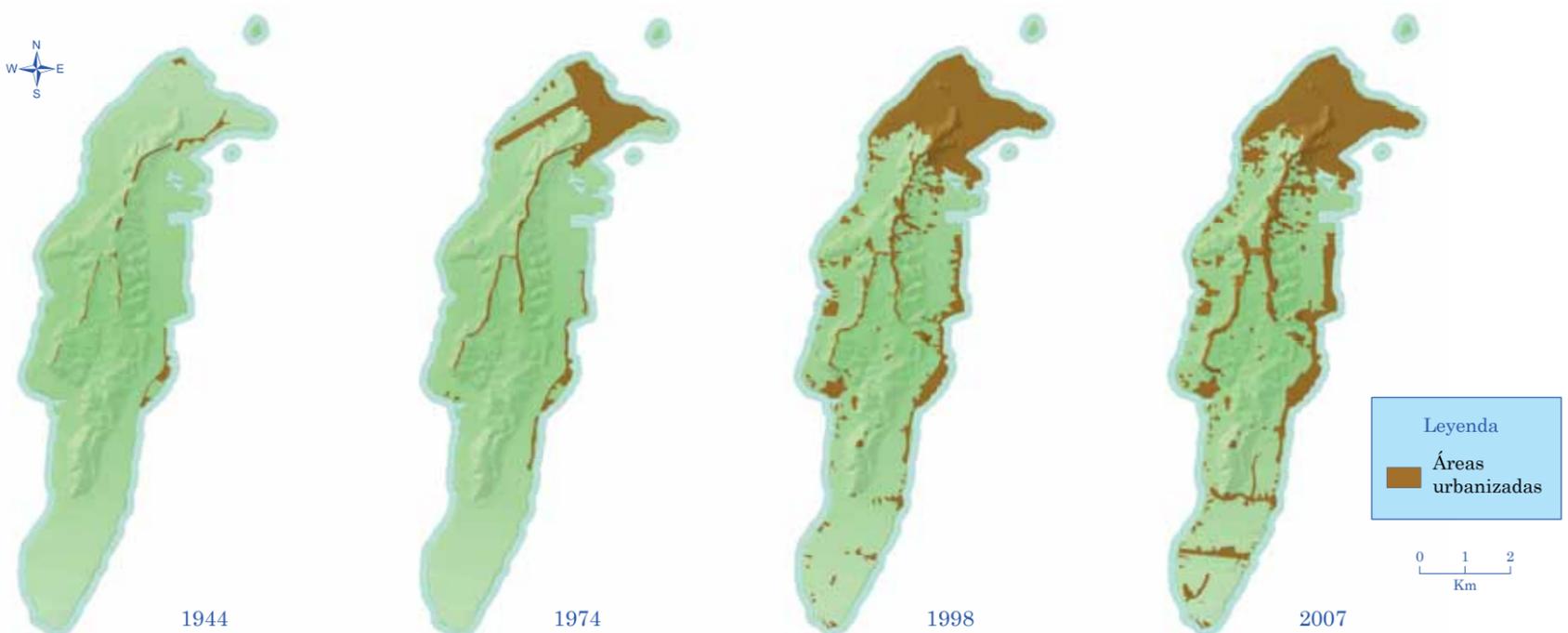
Perfil demográfico

Los habitantes de San Andrés pertenecen a tres grupos: los isleños nativos de las islas occidentales que son puritanos-ingleses y con herencia africana (conocidos desde 1991 como raizales), los residentes inmigrantes del continente de Colombia y otros descendientes de por lo menos 12 diferentes países principalmente del Medio Oriente. Las estadísticas oficiales actualmente muestran que los isleños nativos representan aproximadamente el 30-40% de la población (DANE, 2007).

La migración desde Colombia continental jugó un papel importante en el crecimiento de la población. La población creció desde 5.675 en 1950 a 23.000 en 1973. Para 1985, la población fue de 42.000 y diez años más tarde era de 65.000 (sin embargo, hay estimaciones de que pudiera ser tan alta como 100.000). La densidad poblacional de San Andrés fue de 115 hab/km² en 1951 y para 1964 se había cuadruplicado a 534 hab/km². Treinta años después, estaba sobre los 2.000 hab/km². En menos de una década, el incremento ha sido del 50% (Tabla 1) (Mapa 58).

TABLA 1. Densidad poblacional histórica en San Andrés (Tomado de Chaparro y Jaramillo, 2000; DANE, 2007).

Año	No. habitantes	Densidad (hab/km ²)
1789	220	8
1793	393	15
1835	644	24
1851	1.275	47
1912	3.124	116
1938	4.261	158
1951	3.705	137
1964	14.413	307
1973	20.359	754
1984	31.290	1.159
1993	49.663	1.839
2005	65.627	2.431



MAPA 58. Expansión de los asentamientos humanos en la isla de San Andrés desde 1944 a 2007.

Cuando se estudian poblaciones, tanto su tamaño como su distribución deben ser consideradas. La densidad poblacional es un indicador útil para determinar los recursos socioeconómicos y ambientales que ellos utilizan. Dado que estos recursos son limitados por la reducida extensión de los terrenos emergidos, las islas son más susceptibles a las altas densidades. En San Andrés, el elevado crecimiento combinado con la poca tierra emergida ha conducido a una densidad impresionante. La densidad de la isla es cerca de 70 veces mayor que el de la Nación. Sin embargo, hay ciudades grandes en el continente con poblaciones mayores como Barranquilla con 6.906 habitantes/km². Es importante notar que las ciudades del continente, incluso aquellas que tienen costa, tienen acceso a mayores recursos (naturales, sociales, económicos, entre otros) que no están disponibles en las pequeñas y remotas islas. Entre mayor base de recursos en el continente, mayor será la elasticidad de soportar población.

Doumenge, en su trabajo en viabilidad de pequeñas islas tropicales, recomienda ciertos criterios básicos:

1. El número de habitantes es un umbral solo cuando se le considera frente al espacio y a los recursos naturales disponibles;
2. Los umbrales de la viabilidad varían dependiendo de la forma de desarrollo, de las redes de mercado, de los estilos de vida y actitudes culturales;
3. Desde el punto de vista demográfico, no hay efecto de densidad si esta está en un nivel por

TABLA 2. Densidad Poblacional de varias islas oceánicas Caribeñas (Tomado de Enciclopedia Británica, World Gazetteer, 2004).

Isla	Población (miles)	Área (km ²)	Densidad (hab/km ²)
Aruba	69	194	356
Barbados	268	430	623
Bermuda (Atlántico)	64	53	1.207
British Virgin Islands	23	151	152
Cayman Brac	2	36	55
Dominica	71	750	95
Grand Cayman	47	197	239
Grenada	94	344	273
Guadeloupe	445	1.780	250
San Andres	66	27	2.431
St. Kitts & Nevis	42	269	156
St. John	4	49	82
St. Lucia	165	616	268
St. Thomas	51	70	729
Tobago	56	303	185

TABLA 3. Densidad poblacional global (Tomado de Students of the World Atlas 2004).

Posición mundial	País o territorio dependiente	Densidad (por km ²)
1	Macau	18.700
2	Monaco	16.000
3	Hong Kong	6.700
4	Singapore	6.500
5	Gibraltar	4.800
*	San Andrés	2.700
6	Vatican City	2.300
7	Malta	1.300
8	Bermuda	1.200
9	Maldives	1.100
10	Bahrain	1.000
11	Bangladesh	900

debajo de 20 habitantes/km²; se comienza a sentir cuando es de 50 habitantes/km² y ya están sobrepoblados cuando tienen más de 300 habitantes/km² (Doumenge, 1985).

Mientras muchos residentes locales creen que la población de la isla supera los 100.000 habitantes, la cifra oficial del censo de 2005 estimó la población en 65.627, con una densidad poblacional de 2.431 habitantes/km² (DANE, 2007). Incluso si la cifra oficial está subrepresentada, la densidad reportada es la más alta de cualquier isla oceánica en las Américas y también una de las más altas en el mundo. Densidades comparativas de algunas islas pequeñas en el Caribe se presentan en la Tabla 2

San Andrés sobrepasa otras islas en la región del Caribe como Bermuda y St. Thomas que también tienen altas densidades poblacionales. Pero al ser dependientes de naciones desarrolladas (los Estados Unidos y Gran Bretaña, respectivamente) hay mayores garantías para acceder a recursos técnicos y financieros que provean estándares de vida más altos. Como un departamento de Colombia, San Andrés tiene una estructura política y económica más frágil que las de Gran Bretaña y Estados Unidos.

Algunas de las islas más pobladas en el mundo son islas continentales como Hong Kong y Manhattan, consideradas islas continentales. Por su cercanía a estas masas terrestres tienen acceso a múltiples recursos (tanto naturales, como de servicios públicos, oferta laboral y salud), y son también de mayor extensión (con áreas para desechos, cultivos, construcciones, entre otros). Por lo tanto, la densidad no es necesariamente un indicador de la calidad de vida. Pero las islas pueden estar bajo severas tensiones socioeconómicas y ambientales cuando son oceánicas, pequeñas y dependen de sus propios y limitados recursos, como es el caso de la Reserva de Biósfera Seaflower.

Entre los 75 países más poblados del mundo, la mayoría son islas. La Tabla 3 lista los primeros once para 2004. Si se separa a San Andrés del resto de Colombia podría ocupar la sexta posición de esta lista. Antecedida por las islas continentales de Macao, Hong Kong y Singapore que se conectan al continente por puentes y terraplenes y con transporte marítimo público, allá hay mayor acceso a recursos más abundantes de territorios más grandes. También está Gibraltar, un territorio de la Gran Bretaña y Mónaco, un país independiente que limita con Francia. Estos cinco países o territorios dependientes son considerados económicamente desarrollados (Howard, 2004).

Políticas nacionales e internacionales

El crecimiento poblacional ha sido reconocido como una amenaza seria por el Gobierno de Colombia por tener una densidad poblacional más alta de cualquier departamento en el país, sin considerar el Distrito Capital de Bogotá, y una de las más altas del mundo (DANE, 2001).

Instituciones oficiales, desde la Presidencia de la República, el Congreso y el Ministerio de Ambiente

y Desarrollo Sostenible hasta las oficinas locales del departamento y CORALINA, y los mismos habitantes están muy preocupados acerca la implementación de políticas y programas para reducir los impactos sociales, económicos y ambientales causados por el alto y no planificado crecimiento poblacional de la isla. Está claro que la elevada población afecta el desarrollo del Archipiélago, amenaza la Reserva de Biósfera Seaflower e impacta la capacidad de alcanzar un modelo realmente sostenible.

A nivel internacional

En 1991 las Naciones Unidas relacionaron la población con el desarrollo cuando planificaron en 1994 la conferencia mundial de población y la conferencia internacional de población y desarrollo (ICPD). De la ICPD resultó un plan de acción que integra la población, el crecimiento económico y el desarrollo sostenible.

Las políticas internacionales atienden principalmente los aspectos de población y desarrollo, incluyendo su conexión con: a) los aspectos ambientales y de desarrollo; b) la equidad e imparcialidad y empoderamiento de las mujeres; c) la integración de la población con las políticas y programas de desarrollo sostenible; d) la reducción de la pobreza; e) el acceso a salud reproductiva y planificación familiar; f) el derecho a la educación; g) la situación de los jóvenes y los niños; y h) las necesidades de los pueblos indígenas (onu, 1994). Estos principios reafirman que los seres humanos son el centro del desarrollo sostenible y que este requiere de interrelaciones entre población y ambiente y que el desarrollo sea reconocido y manejado apropiadamente de tal manera que se brinde armonía y balance.

Hay consenso global en que la persistencia de la pobreza generalizada y el desequilibrio social tiene gran influencia en los factores demográficos de crecimiento poblacional, y su estructura y distribución. Hay también acuerdo en que el consumo insostenible y la producción contribuyen al uso insostenible de los recursos naturales y por ende a la degradación ambiental. Las políticas adecuadas que promuevan la justicia social, reduzcan la pobreza y contribuyan con la conservación y el uso sostenible son indispensables.

Los programas poblacionales deben estar basados en estas consideraciones fundamentales mundiales. En el caso de San Andrés, la población ha crecido, la pobreza ha aumentado y la seguridad alimentaria se ha reducido. En los lugares que han hecho esfuerzos para disminuir los factores arriba mencionados, se ha demostrado que estos factores se fortalecen mutuamente. De acuerdo con el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP, por su sigla en inglés) en el año 2000 la tasa de crecimiento poblacional ha declinado substancialmente en muchos países, pero aquellos que aún no lo hacen están sufriendo de pobreza, seguridad alimentaria y degradación ambiental. Los altos niveles de pobreza e inequidad económica causan un espiral hacia abajo que afecta negativamente el potencial de alcanzar el crecimiento económico.

A nivel local

Reconociendo que la viabilidad ambiental en San Andrés y la supervivencia de su gente está siendo amenazada por el crecimiento y la alta densidad poblacional, Colombia adoptó una política de migración interna que prohíbe a sus nacionales residir en las islas y garantizó el derecho a la salud ambiental y la participación de la comunidad en las decisiones que afectan su ambiente en el Artículo 79 de la Constitución de 1991.

En el caso particular del Archipiélago, no solamente la Constitución reconoció su comunidad nativa como una minoría étnica, sino que protegió su identidad cultural, limitó el derecho de residencia y autorizó el control a la densidad poblacional y la preservación del ambiente y sus recursos naturales (Art. 310), mediante el Decreto Presidencial 2762 de 1991. Desde 1995, los nacionales y extranjeros pueden visitar las islas, pero para residir permanentemente hay un programa formal que la limita. Este decreto creó una nueva organización para adelantar y controlar la política migratoria interna llamado Oficina de Control de Circulación y Residencia (OCCRE), que es la entidad responsable de expedir tarjetas de residencia.

Consecuencias y retos

Los retos creados por la alta población del Archipiélago son considerados como su mayor obstáculo para el avance de la misión de la Reserva de Biósfera Seaflower y sus alternativas de desarrollo sostenible. Por la gran población se ejerce una presión masiva en los ecosistemas únicos y frágiles, se limita el crecimiento económico y se amenaza la prestación de servicios sociales y la supervivencia cultural. En conjunto, estos impactos minimizan los esfuerzos que hacen CORALINA y otras entidades para apoyar el desarrollo sostenible

Desde la perspectiva ecológica, el Archipiélago representa una región de gran biodiversidad, que fue reconocida por el Programa del Hombre y la Biósfera de UNESCO cuando declaró al Archipiélago como la Reserva de Biósfera Seaflower (Foto 4).

Foto 4. Lancha Seaflower de CORALINA una de las herramientas de la corporación en la que se apoyan las actividades para el control y vigilancia marina en la Reserva de Biósfera (Foto: Archivo, CORALINA).



La densidad poblacional contribuye a una serie de presiones ambientales. Las basuras generadas por los residentes y turistas son acumuladas en un relleno sanitario, el cual rápidamente se acerca a su capacidad máxima. En consecuencia, hay desechos que son acumulados ilegalmente a lo largo de las vías, en los manglares y en el mar. El agua dulce de los acuíferos superficiales está siendo extraída a una tasa cercana a su capacidad de renovación. Los desechos líquidos, por lo general almacenados en tanques sépticos, en ocasiones están cercanos a depósitos de agua dulce y han resultado en la contaminación de este precioso y escaso recurso natural.

La actividad humana está impactando directamente los frágiles ecosistemas al mantenerse cerca de la fuente. Debido a la extensa urbanización y a la tala, se introducen sedimentos y contaminantes terrestres al océano cuando hay escorrentía causada por lluvias fuertes. Los bosques de manglar, los cuales fueron sustancialmente eliminados durante el desarrollo del puerto libre, ahora están protegidos. Pero, a pesar de la recuperación observada, aún están amenazados por las basuras, la tala y la reclamación de tierras. La sobrepesca y el elevado tránsito de botes amenazan los pastos marinos, agotan los recursos pesqueros y degradan los arrecifes de coral.

Dado que la población de San Andrés ha sobrepasado el número de empleos y las opciones para la reactivación de la economía son extremadamente limitadas, hay altas tasas de desempleo (Van't Hof y Connolly, 2001). Los sistemas de cuidado médico están en su límite; el SIDA está en crecimiento alimentado por el gran tránsito poblacional; los problemas de desechos sólidos han creado focos de enfermedades con el aumento de las ratas y los mosquitos. Una preocupación especial es la tasa de fertilidad entre los 15 y 19 años. A pesar de que esta tasa cayó de 5,3 en 2003 a 4,5 en los siguientes dos años, se aumentó nuevamente en 2006 a 6,34 (equivalente a 160 nacimientos). Un incremento en adolescentes embarazadas es un fenómeno que está mundialmente ligado a la pobreza y ayuda sumar al crecimiento poblacional (Woods, 2008).



Foto 5. Esperanza de las nuevas generaciones en el futuro de la Reserva de Biósfera Seaflower (Foto: Opal Bent, CORALINA).

Visión de la Reserva de Biósfera Seaflower: Esperanza para el futuro

El concepto de la reserva de biósfera es el corazón de visión de futuro de la comunidad de San Andrés (Foto 5). A través de proyectos de desarrollo sostenible, de conservación con apoyo comunitario y de entrenamiento, la implementación de la reserva de biósfera efectivamente está contrarrestando la degradación ambiental, la pobreza y la promoción del desarrollo humano. Los programas demostrativos fortalecen la capacidad de sus gentes en pro de la conservación de la naturaleza, y la promoción de una diversificación económica que incluye alternativas tecnológicas, mejoramiento ambiental y desarrollo económico y social.

La Constitución de 1991 definió la política ambiental para el país y la política poblacional para el Archipiélago. Desde su puesta en marcha, el programa de control de residencia de la OCCRE ha tenido resultados mixtos. Algunas actividades como el inicio de la emisión de tarjetas y su monitoreo en el aeropuerto ha sido razonablemente efectivo. Pero problemas serios como la existencia de residentes ilegales y la migración han continuado. De acuerdo con el DANE, ha habido una reducción en el coeficiente de crecimiento de la pobla-



Foto 6. Vista NE del centro poblado de la isla de San Andrés (Foto: Opal Bent, CORALINA).

ción en las últimas décadas. La población continúa creciendo en números absolutos, pero probablemente el funcionamiento de la OCCRE ha contribuido a la reducción de la tasa de crecimiento (Howard y Taylor, 2008) (Foto 6).

Los programas y proyectos del Sistema Nacional Ambiental (SINA) y la Corporación Regional Autónoma de Desarrollo Sostenible del Archipiélago (CORALINA), han contribuido con un progreso substancial, particularmente en el mejoramiento del manejo de los escasos y frágiles recursos naturales.

Por ejemplo, CORALINA ha afrontado el vital tema del recurso de agua dulce, sobre el cual hay una fuerte y constante demanda asociada al crecimiento de la población y los turistas. Hay nuevas medidas de manejo de desechos sólidos y líquidos, se han introducido prácticas agropecuarias más apropiadas, y estas a su vez han conducido a que la mayoría de los pozos estén en recuperación o se hayan estabilizado. Aunque algunos se mantienen sobre-explotados, en los sectores donde la demanda es extrema la situación actualmente es menos crítica. CORALINA ha introducido proyectos pilotos para el almacenamiento y uso comunitario del agua lluvia.

Otros proyectos pilotos de reciclaje, mejoramiento agroforestal, turismo sostenible y mercados verdes han introducido prácticas amigables con el ambiente y han integrado métodos tradicionales de baja tecnología en busca del realce económico, social y los beneficios de la conservación para aminorar los impactos de un nivel alto de poblacional. Estas prácticas han sido también promovidas por medio de la educación ambiental, tanto la formal, consistente en la implementación de currículos escolares, como la no formal consistente en entrenamientos, talleres y consultas a todos los niveles de la sociedad. Estos programas ayudan a mejorar la calidad de vida y hace realidad la visión de la Reserva de Biósfera.

Desde 2007, CORALINA empezó a mirar directamente los impactos de la población sobre los ambientes pequeños y frágiles de San Andrés. Para abrir un espacio de investigación y discusión, la entidad organizó un taller internacional sobre la población en pequeñas islas en 2008. Expertos en población de las islas de

Indopacífico, Galápagos y las Islas Caimán presentaron la situación de otras islas remotas y, junto con instituciones locales, nacionales y la sociedad civil, miraron los retos que enfrenta San Andrés. Un representante de la División de Población de las Naciones Unidas también participó e introdujo la política de este organismo y la perspectiva mundial. Un consolidado de las políticas poblacionales diseñado específicamente para la situación local surgió del aporte de los expertos y de la comunidad en este taller. Se han continuado los diálogos a todos los niveles y CORALINA participó en otro taller de seguimiento en el archipiélago de Galápagos al finales de 2008.

En el caso de las islas de Old Providence y Santa Catalina, con 18 km² de terrenos emergidos, la población es de aproximadamente 5.000 personas resultando en una densidad poblacional cercana a los 280 habitantes/km². Este valor se aproxima al límite de 300 habitantes/km² que según Doumenge define la viabilidad en pequeñas islas. Es entonces importante que los programas implementados en San Andrés para realzar y conservar el ambiente, recuperar los recursos naturales y controlar la población se implementen en Old Providence y Santa Catalina. Con esto se ayudará a que allí no se sufran los problemas que han causado las densidades extremas de San Andrés, puesto que es mucho más fácil manejar el crecimiento poblacional antes de que se salga de control, que el tener que reducir o redistribuir comunidades enteras.

Desde la declaratoria de la Reserva de Biósfera, se pueden observar cuántas cosas positivas han pasado. El reconocimiento de la importancia del ambiente se ha incrementado y se ha reflejado en el comportamiento de muchos isleños. El Área Marina Protegida Seaflower ha sido declarada, y se ha mejorado el manejo de los desechos y de los recursos como el agua potable y suelos. Sin embargo, el reto del crecimiento poblacional aún amenaza estos éxitos. No obstante su ambiente político, los recursos humanos y financieros, los controles poblacionales más fuertes, una mayor conciencia de las limitaciones existentes en las pequeñas islas y el apoyo total de sus habitantes, se convierten en la base de las políticas y del manejo ambiental en los ideales de la Reserva de Biósfera.

Distribución de la tenencia de la tierra por grupos socioeconómicos e institucionales en las islas de San Andrés, Providencia y Santa Catalina

Anthony Mitchell Chui y Bennet Bizcaíno

Mucho se ha dicho, especulado o discutido sobre quiénes realmente son los propietarios de las tierras en la isla de San Andrés, o cuánta tierra ha pasado de manos de los isleños raizales a manos de los continentales, empresas, sociedades o del Gobierno. Con este antecedente, y aprovechando la tecnología de los sistemas de información geográfica (SIG), la Corporación para el Desarrollo Sostenible del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (CORALINA) ha realizado un trabajo técnico de clasificación de predios, basado en la última actualización catastral realizado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi durante el año 2007, con el fin de dar a conocer las respuestas a este interrogante. Esta clasificación agrupa los propietarios en diez grupos: 1.) raizales, 2.) residentes, 3.) sociedades, empresas y corporaciones, 4.) juntas o asociaciones (bienestar, comunal, cultural, entre otros), 5.) Departamento archipiélago de San Andrés, 6.) la Nación, 7.) instituciones militares o policivas, 8.) instituciones educativas, 9.) instituciones religiosas y 10.) predios de los cuales no se tiene información. La clasificación para el grupo raizal, se basó en los apellidos y en el conocimiento que se tiene de las familias tradicionales de la isla. El resultado se ilustra en la Tabla 4.

El resultado se analiza de acuerdo con dos variables: Número de predios y Área de ocupación del predio. Tomando la primera variable, observamos que el 47,47% de los predios se encuentra en manos de los raizales, un 38,50% pertenece a los residentes, el 14,03% restante pertenece a los otros grupos (Figura 1).

TABLA 4. Análisis clasificación de predios por grupos socioeconómicos e institucionales para la isla de San Andrés.

Grupos	Número de predios			%	Área de ocupación (ha)			%
	Rural	Urbano	Total		Rural	Urbano	Total	
Raizales	4.684	1.681	6.365	47,47	1.254,67	81,46	1.336,14	52,39
Residentes	2.166	2.996	5.162	38,50	351,24	84,59	435,82	17,09
Sociedades o Empresas	452	415	867	6,47	258,41	49,30	307,71	12,07
Juntas o Asociaciones	34	67	101	0,75	9,06	6,68	15,73	0,62
Departamento de San Andrés	128	131	259	1,93	144,86	32,78	177,64	6,97
La Nación	33	21	54	0,40	38,33	45,76	84,10	3,30
Instituciones Militares o Policivas	38	27	65	0,48	20,98	2,96	23,93	0,94
Instituciones Educativas	14	5	19	0,14	15,08	2,83	17,91	0,70
Instituciones Religiosas	53	32	85	0,63	15,43	2,82	18,25	0,72
Predios sin información actualizada	280	149	429	3,20	105,29	27,61	132,90	5,21
TOTALES	7.882	5.524	13.406	100,00	2.213,35	336,79	2.550,13	100



FIGURA 1. Agrupación por número de predios.

Al tomar la segunda variable, los raizales ocupan el 52,39% de la isla de San Andrés y los residentes el 17,09%. Esta diferencia se explica en que los raizales son los propietarios de los predios más grandes, especialmente en el área rural, en la cual el tamaño de estos predios oscila entre 20,65 y 142,179,43 m². En cambio los residentes están concentrados en su mayoría en el área urbana, con predios pequeños, que en tamaño oscilan entre 3,18 y 33.170,92 m². El 30,52% restante, pertenece a los otros grupos, siendo los mayores predios de propiedad de sociedades o empresas (12,07%) seguidos por el Departamento archipiélago de San Andrés (6,97%) (Figura 2).

En resumen, por cantidad de predios los raizales poseen el 47,47% de estos; en cambio por el área de ocupación de la isla ocupan el 52,39% de la isla de San Andrés. Cabe anotar, que en el grupo de sociedades o empresas, los raizales también tienen participación. Esta participación no se pudo cuantificar, debido a que no se tiene información de quiénes conforman estas sociedades. Igualmente existen 429 predios, de los cuales no se tiene información actualizada; estos 429 corresponden a un 3,20% del total de predios y a un 5,21% del área de ocupación. Estos porcentajes podrían estar distribuidos en cualquiera de los nueve grupos aquí mencionados (Mapa 59).

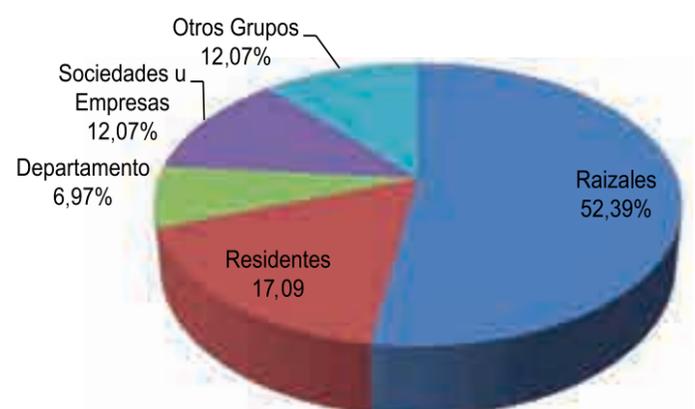


FIGURA 2. Agrupación por tamaño del predio.

TABLA 5. Análisis clasificación de predios por grupos socioeconómicos e institucionales para las islas de Providencia y Santa Catalina.

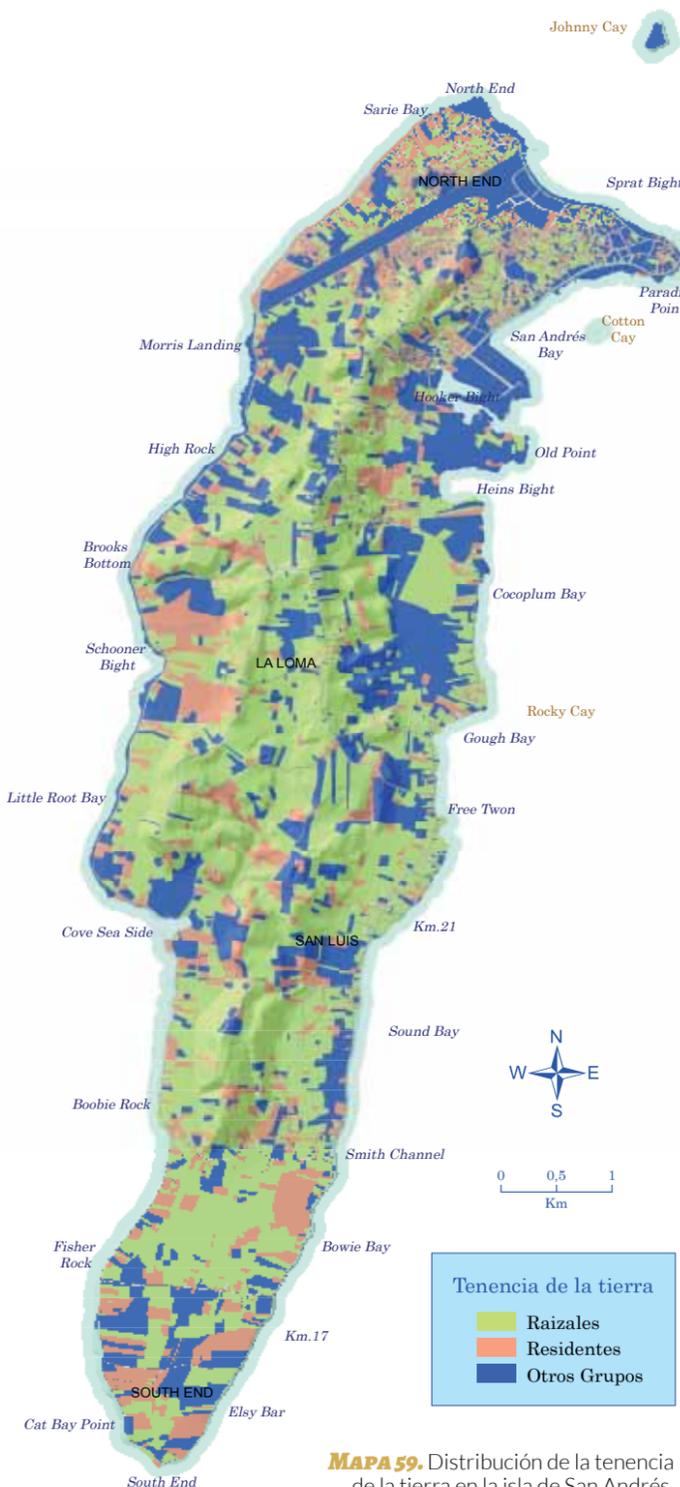
Grupos	Número de predios	Área de ocupación (ha)		Total	%
		Total	%		
1 Raizales	2.664	76,03	1.632,03	75,96	
2 Residentes	463	13,21	221,87	10,33	
3 Sociedades o empresas	92	2,63	62,82	2,92	
4 Juntas o asociaciones	2	0,06	0,08	0,00	
5 Departamento archipiélago	14	0,40	24,82	1,16	
6 Nación	30	0,86	117,66	5,48	
7 Instituciones militares o policivas	2	0,06	0,55	0,03	
8 Instituciones educativas	2	0,06	0,36	0,02	
9 Instituciones religiosas	24	0,68	3,10	0,14	
10 Municipio de Providencia	43	1,23	28,82	1,34	
99 Predios sin información actualizada	168	4,79	56,50	2,63	
TOTAL	3.504	100	2.148	100	

Islas de Providencia y Santa Catalina

La percepción entre la comunidad sobre la tenencia de la tierra en las islas de Providencia y Santa Catalina es muy diferente a la que se tiene sobre la isla de San Andrés. Mientras que en San Andrés se dice que los raizales han perdido una gran parte de sus tierras, en Providencia y Santa Catalina el sentir es que casi la mayoría de estas permanecen en poder de los providencianos, aún cuando en los últimos años ha habido personas del interior adquiriendo estas propiedades para la construcción de cabañas vacacionales (Mapa 60). Este análisis de la tenencia de la tierra en las islas de Providencia tiene por objetivo adquirir información técnica y precisa sobre los propietarios en estas islas y comparar el resultado con los datos obtenidos para la isla de San Andrés.

Siguiendo la metodología de clasificación utilizada para San Andrés, se tomó la última actualización catastral realizada por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi durante el año 2007. En esta clasificación se agrupan los propietarios en once grupos: 1.) raizales, 2.) residentes, 3.) sociedades, empresas y corporaciones, 4.) juntas o asociaciones (bienestar, comunal, cultural entre otros), 5.) Departamento archipiélago de San Andrés, 6.) Nación, 7.) instituciones militares o policivas, 8.) instituciones educativas, 9.) instituciones religiosas, 10.) Municipio de Providencia y 11.) predios de los cuales no se tiene información. La clasificación para el grupo raizal, se basó en los apellidos y en el conocimiento que se tiene de las familias tradicionales de las islas. El resultado se ilustra en la Tabla 5.

El resultado se analiza para dos variables: Número de predios y Área de ocupación del predio. Tomando la variable *Número de predios*, se observa que el 76,03% de los 3504 predios de las islas de Providencia y Santa Catalina, se encuentra en manos de los raizales, 13,21% pertenece a los residentes y 10,76% en poder de los otros grupos (Figura 3).



MAPA 59. Distribución de la tenencia de la tierra en la isla de San Andrés.

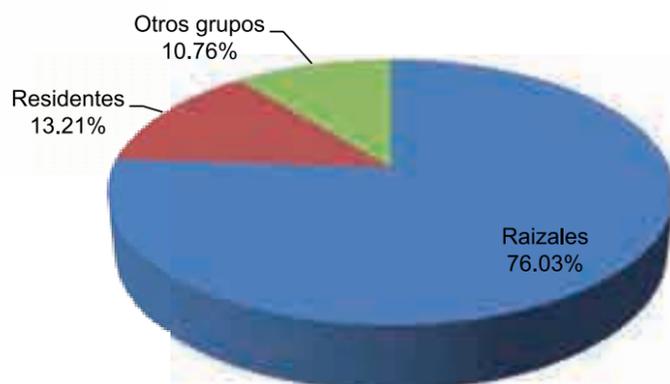


FIGURA 3. Agrupación por número de predios.

Tomando la segunda variable: Área de ocupación del predio (Figura 4), los raizales ocupan el 75,96% de las islas de Providencia y Santa Catalina y los residentes el 10,33%. Los otros grupos ocupan el 13,71%, siendo los mayores predios de propiedad de la Nación (5,48%) seguido de las sociedades o empresas con un 2,92%.

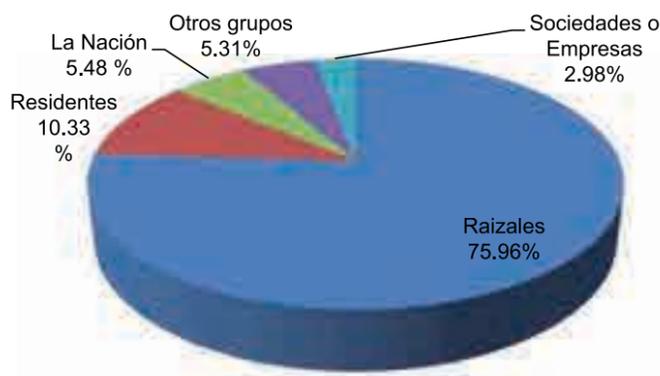


FIGURA 4. Agrupación por tamaño del predio.



MAPA 60. Distribución de la tenencia de la tierra en las islas de Providencia y Santa Catalina.

Comparación de los resultados entre la isla de San Andrés y las islas de Providencia y Santa Catalina

Distribución por número de predios

Analizando la variable número de predios, de los 13.406 predios inventariados por el Instituto Geográfico en la isla de San Andrés, el 47,47% pertenece a los raizales, y para las islas de Providencia y Santa Catalina, de los 3.504 predios inventariados, el 76,03% pertenece a los raizales. Una diferencia del 28,56%; esto confirma la percepción que tiene la comunidad de que en las islas de Providencia y Santa Catalina la mayoría de las tierras están en manos de los raizales. En cuanto a la tenencia de la tierra por parte de los residentes, en San Andrés el 38,50% pertenece a este grupo y en Providencia y Santa Catalina el 13,21%. En San Andrés el tercer grupo con mayor número de predios son las sociedades y empresas con un 6,47%, seguido del Departamento archipiélago con un 1,93%. El mismo comportamiento se observa en Providencia en donde las sociedades y empresas ocupan el tercer lugar con un 2,63% seguido del Municipio de Providencia con un 1,23% (Figura 5).

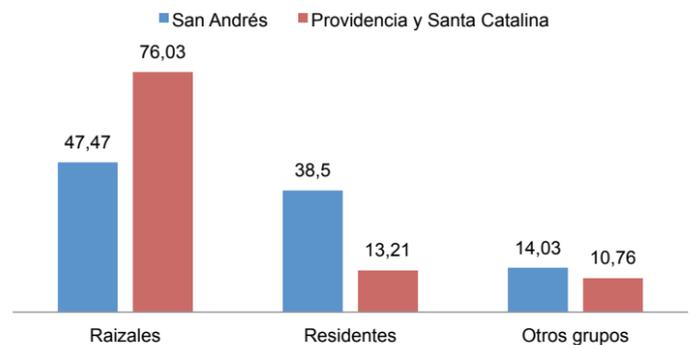


FIGURA 5. Comparación de la distribución por número de predios.

Distribución por área de ocupación de los predios

Tomando la variable Área de ocupación del predio, el 52,39% de la isla de San Andrés es ocupada por los raizales, y en las islas de Providencia y Santa Catalina, el 75,96% es ocupado por este grupo. Los residentes en San Andrés ocupan el 17,09% del territorio, seguidos de las sociedades o empresas con un 12,07%, otros grupos el 11,47% y el Departamento el 6,97%. En Providencia los residentes ocupan el 10,33% del área de la isla, seguidos de la Nación con un 5,48%, otros grupos el 5,31% y las sociedades o empresas el 2,92%. Cabe anotar que en Providencia la Nación tiene un área mayor en predios, el cual corresponde al 5,48% de la isla; en cambio en San Andrés la Nación cuenta con el 3,30% del área de esta isla (Figura 6).

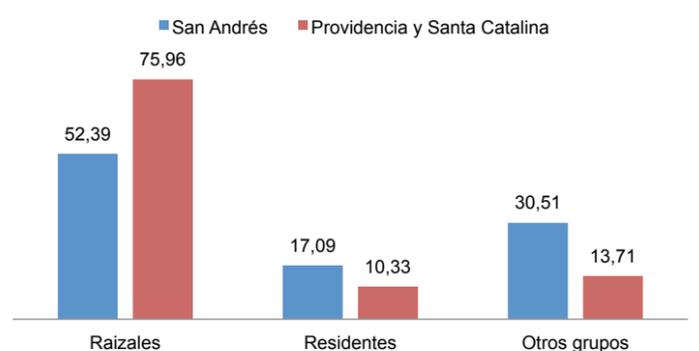


FIGURA 6. Comparación de la distribución por área de ocupación.

Socioeconomía en el archipiélago de San Andrés y Providencia con énfasis en la isla de San Andrés, Reserva de Biósfera Seaflower

Johannie James y Erick Castro

Socioeconomía en la Reserva de Biósfera Seaflower

La economía del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, al igual que la mayoría de economías del Caribe insular, ha pasado de ser un importante centro de exportación de productos primarios a concentrarse especialmente en el sector de los servicios. Sin embargo, y pese a la importancia que ha tomado el turismo, no ha dejado de lado un sector tradicional de la economía, la pesca.

Historia económica del Archipiélago

Según Clemente (1994) la historia económica del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina se puede resumir en cuatro periodos, que se presentan de la siguiente manera:

La era de las exportaciones de algodón (1620-1853): Para contrarrestar la piratería de los ingleses, entre 1641 y 1670, un pequeño destacamento de tropas españolas toman el control de Providencia, colonizando permanente la isla que se mantuvo despoblada incluso 50 años después del retiro de la tropa. Los primeros colonos llegaron hacia la primera mitad del siglo XVIII procedentes de Jamaica, Curazao, Escocia e Irlanda y se dedicaron a la extracción de madera, cultivo de algodón y captura de tortugas, productos que eran exportados a Europa. La mano de obra fue esclava hasta 1853 cuando, luego de múltiples sublevaciones, fue finalmente abolida.

La era de las exportaciones de coco (1853-1953): Con la abolición de la esclavitud, se experimentó un nuevo régimen de propiedad de la tierra. Las grandes plantaciones fueron divididas en pequeñas unidades y distribuidas entre los libertos. Esto favoreció el cultivo de coco, que podía hacerse en pequeñas unidades productivas, no requería equipos tecnológicos complejos, ni concentración de trabajadores. El auge del coco se da a mediados del siglo XIX, con exportaciones principalmente a los Estados Unidos (Clemente, 1994). En 1906 se llegó a exportar hasta 16 millones de cocos al año, y también eran importantes las exportaciones de guano y de carey.

Varios factores confluyeron para que entre 1926 y 1953 se extinguiera la economía del coco. Factores como los huracanes, la proliferación de ratas, la excesiva concentración de palmas por metro cuadrado, el descenso en los precios internacionales y el aumento en los aranceles a la importación de coco en 1934 (lo que canalizó las exportaciones hacia Barranquilla y Cartagena), llevó a la economía isleña a un profundo estancamiento.

El puerto Libre (1953-1991): Veinte años después vino la transformación de San Andrés en puerto libre, por decisión del presidente Rojas Pinilla en 1953, provocando el cambio más importante en la historia económica y social del Archipiélago desde la emancipación de los esclavos. A partir de entonces el comercio y el turismo se constituyeron en los principales sectores de la economía local. En esa misma época se termina la construcción del aeropuerto que favoreció el comercio y la migración masiva impulsada por las nuevas oportunidades de empleo en el sector de la construcción y los servicios.

d. **La liberalización del régimen de comercio exterior y la búsqueda de un nuevo modelo económico para San Andrés (1991-2008):** El puerto libre fomentó el desarrollo del turismo asociado al comercio, pero con el inicio del proceso de apertura económica adelantado por el gobierno colombiano en los años noventa, se originó una gran pérdida de competitividad comercial de las islas, lo que ocasionó que nuevamente se deteriorara la economía isleña. Las alternativas de desarrollo ahora buscan replantear los objetivos del turismo hacia uno que valore más la oferta natural, pero que todavía se ha quedado en uno de sol y playa. De hecho, tal y como está estructurado (cadenas de hoteles tipo todo incluido) deja relativamente pocos beneficios económicos a la comunidad local (Figura 7).

Producto de la apertura económica, la economía local experimenta una desaceleración del 12,1% en el crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) entre 1992 y 1993 (Tablas 6). Y es a partir de 1993 cuando se advierten periodos de crecimiento intercalados, es decir, un año de crecimiento seguido de un año de recesión. Un ejemplo se nota en 2001 que presentó un descenso significativo del PIB, pero luego, desde 2002 la economía local pareciera estar en un crecimiento lento pero sostenido (3,3% promedio anual).

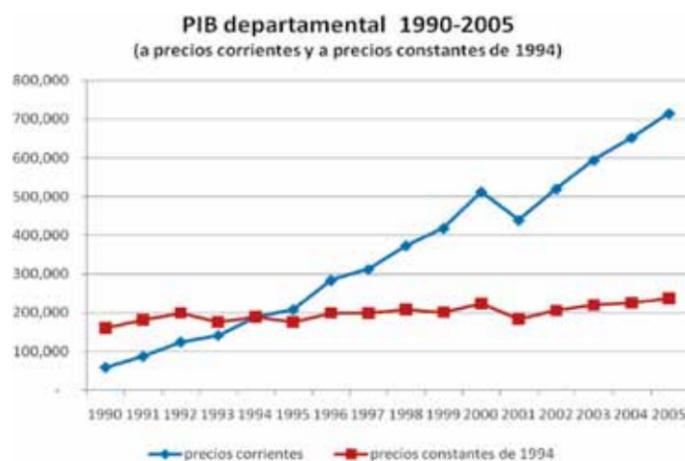


FIGURA 7. Producto Interno Bruto Departamental 1990-2005 (Fuente: DANE, 2007).

De hecho, en 2005 el PIB del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina fue de \$715.271 millones de pesos y representó una participación del 0,27% del PIB nacional y un crecimiento de 5,1% frente al PIB de 2004 (Tabla 7), porcentaje incluso por encima del promedio del crecimiento nacional en ese mismo período (4,72%) (DANE, 2007).

TABLA 6. PIB Departamento archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina 1990-2005. Valores en millones de pesos (Fuente: DANE, 2007).

Año	PIB precios corrientes	PIB precios del 1994	% crecimiento del PIB	Participación en el PIB nacional (%)
1990	58.988	159.705		0,28
1991	87.797	181.097	13,4%	0,31
1992	124.425	199.311	10,1%	0,33
1993	141.647	175.284	-12,1%	0,27
1994	188.514	188.514	7,5%	0,28
1995	208.194	175.224	-7,0%	0,25
1996	283.942	199.271	13,7%	0,27
1997	312.522	198.284	-0,5%	0,26
1998	373.212	208.321	5,1%	0,28
1999	418.577	201.135	-3,4%	0,28
2000	512.588	222.868	10,8%	0,3
2001	439.218	182.547	-18,1%	0,24
2002	520.355	205.334	12,5%	0,27
2003	594.160	219.221	6,8%	0,27
2004	652.465	225.697	3,0%	0,27
2005	715.271	237.130	5,1%	0,27

TABLA 7. PIB Departamento archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina 1990-2005. Valores en millones de pesos (Fuente: DANE, 2007).

Período	% de crecimiento del PIB	Participación en el PIB nacional (%)
1990-1999	3,0%	0,28
2000-2005	3,3%	0,27
Promedio general	3,1%	0,27%

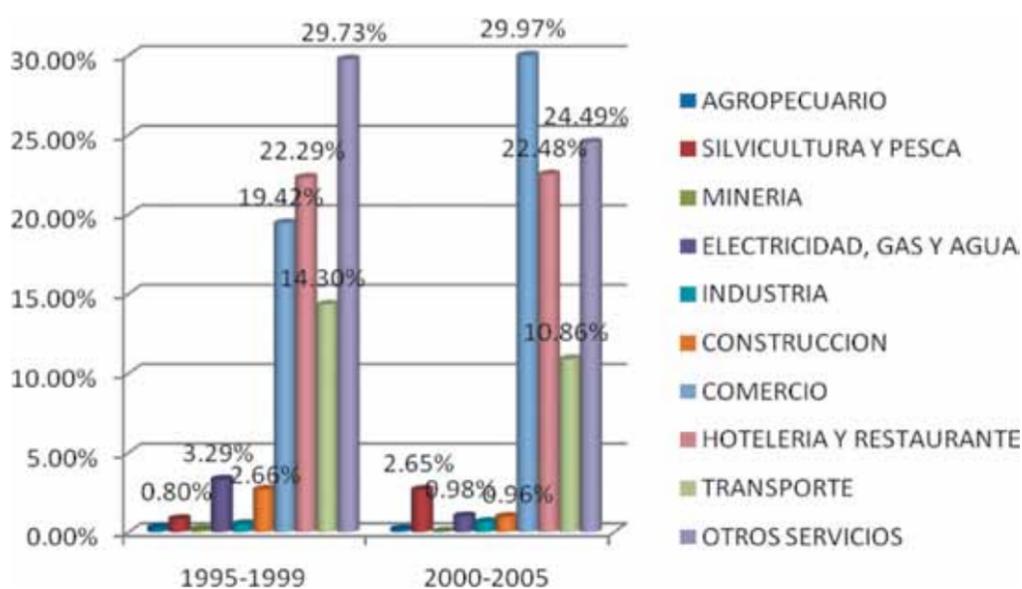


FIGURA 8. Discriminación de los principales sectores económicos del PIB en el Departamento archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (Fuente: DANE, 2007).

Principales sectores de la economía isleña

Durante el período 1995-1999, los cinco principales sectores de la economía eran, en orden descendente: hotelería y restaurantes, comercio, transporte electricidad, gas y agua y construcción (Figura 8).

Hasta 1999, la construcción ocupaba el quinto sector de la economía local, superando incluso a la pesca; sin embargo, esta actividad tuvo un descenso importante fruto de una acción legal (tutela) instaurada contra el departamento, y que resultó en la prohibición de nuevas construcciones de edificios de apartamentos y hoteles hasta que se proveyera el servicio público de alcantarillado. A esto se sumó la Ley 388 de 1997 que, entre otras prohibiciones, exigió que mientras en el municipio no existiera un Plan de Ordenamiento Territorial (POT) que regulara el uso del suelo, no se podrían expedir licencias de ningún tipo de construcción. Ya para noviembre de 2003, mediante Decreto 325, se aprobó el POT y se iniciaron otras importantes obras de infraestructura.

En el período 1995-2005, la economía local depende del comercio, el turismo, el transporte, la pesca y la construcción. Se destaca un aumento sustancial en la importancia del comercio, que pasó de representar el 19,42% del PIB en el período 1995-1999 al 29,97% de 2000-2005, y de la pesca que pasó del 0,80% al 2,65% respectivamente.

El desarrollo del turismo

En Colombia el turismo se ha convertido en el tercer sector de la exportación, ocupando el petróleo y el carbón el primero y segundo lugares, respectivamente. En 2007 el turismo generó US \$2.263 millones de dólares, lo que representó un crecimiento del 12,7% respecto a 2006.

Entre 2003 y 2008 se duplicó el número de visitantes extranjeros llegados al país, pasando de 624.909 a 1.222.102, respectivamente. En el período 2004-2008 la tasa promedio de crecimiento anual en las visitas de extranjeros al país ha sido del 18%, una de las más altas del mundo (UNWTO, 2008). De acuerdo con Cotelco (Asociación Hotelera y Turística de Colombia), la isla de San Andrés es considerada el quinto destino predilecto de los extranjeros que visitan el país.

De acuerdo con la Secretaría de Turismo Departamental esta industria representa un poco más del 22% del PIB total del departamento. Con un promedio de 365.000 visitantes al año, el Archipiélago exhibe un crecimiento anual cercano al 2%. Es de resaltar la drástica disminución en las visitas de viajeros nacionales en 1991, fecha en que entraron en vigencia las políticas de apertura económica en el país. Pero este descenso fue acompañado de un crecimiento sostenido hasta 1994, año en el cual se alcanza la cifra récord de 400.000 turistas nacionales en el año.

Las visitas de turistas extranjeros al departamento se ha incrementado en un 10,4% cada año. Este es un aumento considerablemente superior a la media mundial de largo plazo estimada por la Organización Mundial del Turismo (OMT) (4,1%). Sin embargo, estos altos porcentajes se redujeron a solo 3% para 2006 y 2007 (Tabla 8).

TABLA 8. Variación anual en el número de viajeros nacionales y extranjeros (1990-2007) (Fuente: Secretaría de Turismo Departamental, septiembre de 2008).

Año	Nacionales	Var%	Extranjeros	Var%	Total	Var%
1990	283.237	-	33.333	-	316.570	
1991	239.766	-15,3%	23.805	-28,58%	263.571	-16,74%
1992	301.802	25,9%	38.599	62,15%	340.401	29,15%
1993	346.522	14,8%	52.396	35,74%	398.918	17,19%
1994	401.244	15,8%	58.286	11,24%	459.530	15,19%
1995	354.204	-11,7%	36.746	-36,96%	390.950	-14,92%
1996	386.216	9,0%	34.755	-5,42%	420.971	7,68%
1997	339.297	-12,1%	33.416	-3,85%	372.713	-11,46%
1998	394.900	16,4%	18.456	-44,77%	413.356	10,90%
1999	328.053	-16,9%	17.434	-5,54%	345.487	-16,42%
2000	320.570	-2,3%	20.683	18,64%	341.253	-1,23%
2001	286.859	-10,5%	24.099	16,52%	310.958	-8,88%
2002	323.286	12,7%	20.364	-15,50%	343.650	10,51%
2003	334.286	3,4%	33.273	63,39%	367.559	6,96%
2004	317.427	-5,0%	47.262	42,04%	364.689	-0,78%
2005	268.959	-15,3%	74.138	56,87%	343.097	-5,92%
2006	292.741	8,8%	84.878	14,49%	377.619	10,06%
2007	305.402	4,3%	82.050	-3,33%	387.452	2,60%
Prom.	323.598	1,3%	40.776	10,4%	364.375	1,99%

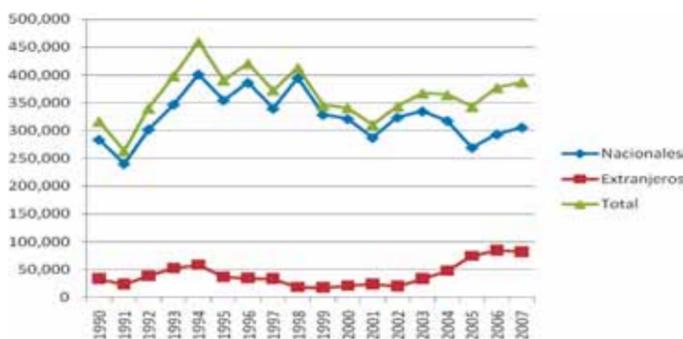


FIGURA 9. Llegada de viajeros nacionales y extranjeros al Archipiélago (1990-2007).



FIGURA 10. Porcentaje de variación del turismo entre 1990-2007 en la isla de San Andrés.



FIGURA 11. Variación histórica de la ocupación hotelera en la isla de San Andrés (Fuente: Secretaría de Turismo Departamental).

La participación del turismo internacional se ha duplicado en los últimos 17 años, pasando de representar un 11% en 1990 a un 21% del total de visitantes en 2007, especialmente desde 2000 y luego de la declaratoria de la reserva de biósfera (figuras 9 y 10).

En la isla de San Andrés la ocupación hotelera, en el período 2006-2007, se mantuvo en el 63%, incluso superando el promedio nacional (Figura 11).

Pese a ser un indicador económico alentador, esto ha generado un grave problema de presión humana sobre los recursos, particularmente en épocas de temporada alta de turismo, pues la industria turística unida a la población residente -de más de 59.000 personas¹- ocupan una superficie de tan solo 27 km², lo que la hace la isla más densamente poblada del Caribe² (Garzón-Ferreira y Díaz, 2003) (Mapa 61).

Situación de la pesca en la Reserva de Biósfera Seaflower

El sector pesquero en el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina juega un importante rol económico, social y cultural y contribuye significativamente la seguridad alimentaria, la generación de empleo e ingreso de divisas. La pesca se realiza a escala artesanal e industrial y está dirigida a la explotación de la langosta espinosa (*Panulirus argus*), el caracol pala (*Eustrombus gigas*) y gran variedad de peces demersales (pargos, chernas, meros, entre otros) y pelágicos (atunes, dorado, sierra, jureles, entre otros).

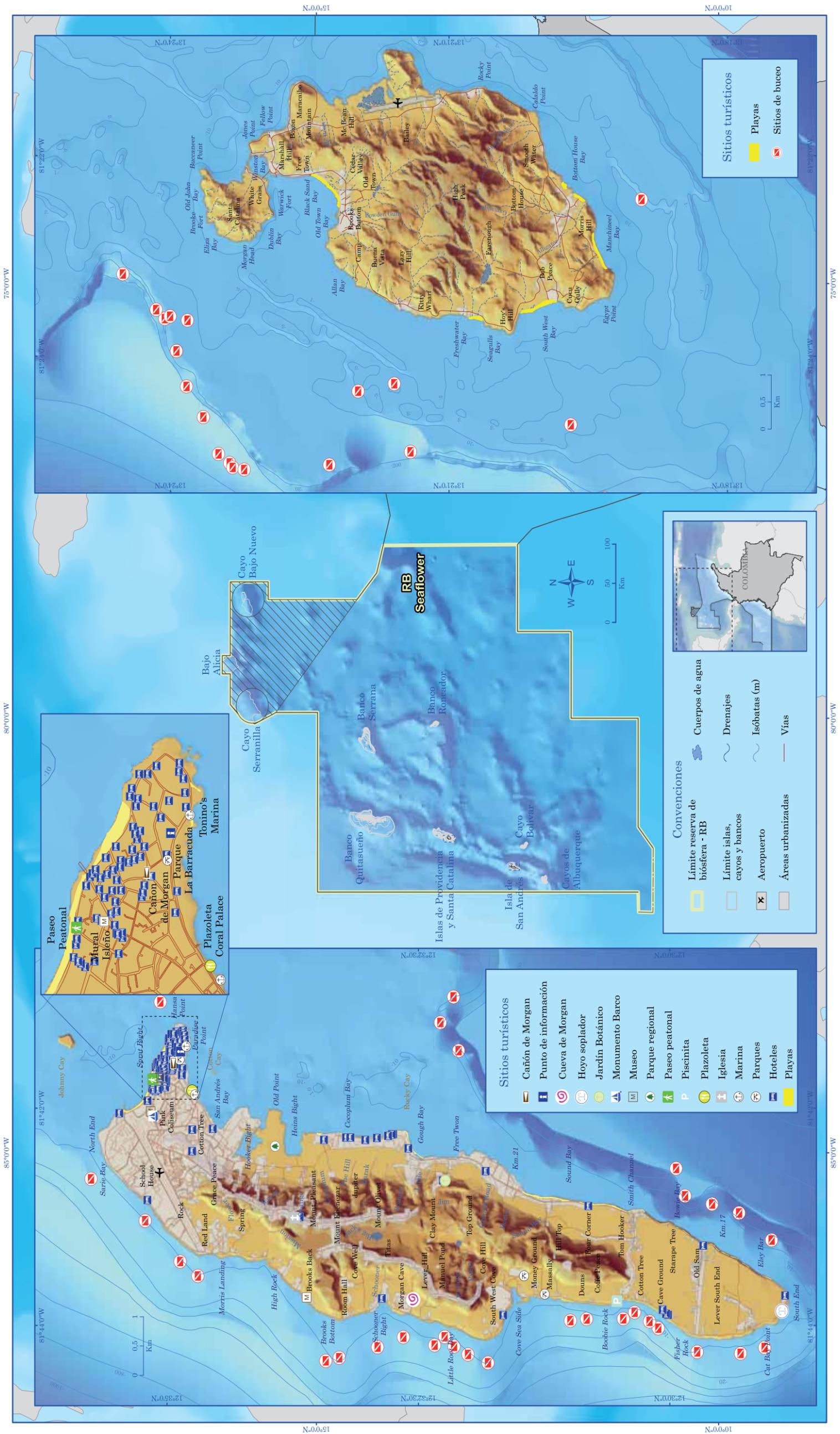
El Archipiélago no ha sido ajeno a la problemática mundial relacionada con el agotamiento de los recursos pesqueros, la pesca ilegal no declarada, y no reglamentada, y la baja gobernabilidad. Sin embargo, en la última década, notables esfuerzos han sido realizados por las autoridades pesqueras y ambientales locales por manejar de manera responsable y participativa las pesquerías, labor que se hace más difícil en el Archipiélago por su complejidad geográfica y geopolítica, con una vasta extensión de más de 180.000 km² de mar territorial y zona económica exclusiva, localización de áreas de pesca en atolones arrecifales distantes y remotos y el hecho compartir fronteras con varios países.

Gobernabilidad de la pesquería

En Colombia la actividad pesquera se encuentra regulada por la Ley 13 de 1990 "Estatuto General de Pesca" y su Decreto Reglamentario 2256 de 1991. Estas normas establecen un organismo rector en cabeza del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, encargado de formular y adoptar la política nacional, y crean un organismo ejecutor de la política, el Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura -INPA-. En 2003 dentro de un programa de renovación de la administración pública, el gobierno nacional liquidó el INPA y mediante Decreto 1300 de 21 de

¹ La población del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina es de 59.573 habitantes según resultados del Censo 2005. Fuente DANE.

² La isla de San Andrés registra una densidad de población de 2.206 habitantes/km².



MAPA 61. Actividades turísticas realizadas en San Andrés y Providencia.

mayo de 2003 creó el Instituto Colombiano de Desarrollo Rural -INCODER-, y le facultó la función de autorizar y controlar la actividad pesquera y acuícola. Un nuevo cambio en la institucionalidad pesquera nacional, se dio con la expedición de la Ley 1152 de 2007 que le asignó las funciones de la administración pesquera al Instituto Colombiano Agropecuario -ICA-. Los frecuentes cambios en la institucionalidad en menos de 20 años se han reflejado en una baja gobernabilidad pesquera a lo largo del país.

El Archipiélago también se ha visto afectado por la problemática descrita, pero, en comparación con otras regiones del país, ha sido menos vulnerable. La gobernabilidad de las pesquerías en Archipiélago constituye un modelo único en el país. La Ley 47 de 1993, que tiene por objeto dotar al Archipiélago de un estatuto especial que le permita su desarrollo dentro del marco fijado por la Constitución Política de 1991, en atención a sus condiciones geográficas, culturales, sociales y económicas especiales, ordenó la creación de la Junta Departamental de Pesca y Acuicultura -JUNDEPESCA-, y la delegación de las funciones del extinto INPA en el gobierno local. Este novedoso esquema de descentralización pesquera, que se hizo efectivo desde mayo de 2000, fue fortalecido por la Ley 915 de 2004 que dicta el estatuto fronterizo para el desarrollo económico y social del Archipiélago. El esquema de descentralización es pionero en la administración pesquera en Colombia, y contempla un modelo participativo (comanejo) en la toma de decisiones, dado que JUNDEPESCA está integrado por el gobierno local, la autoridad pesquera nacional (ICA), la autoridad ambiental local (CORALINA), la autoridad marítima (DIMAR), la academia y representantes de los pescadores artesanales e industriales.

Compañías, flota pesquera, infraestructura y organización

La pesca artesanal tradicionalmente ha estado ligada a la cultura y economía de los nativos raizales de las islas, que la ejercían en conjunto con la agricultura para el sustento del hogar. Hasta los años setenta las faenas de pesca se hacían sobre las plataformas adyacentes a las islas y cayos en pequeñas embarcaciones de madera, propulsadas a remo y vela. El crecimiento acelerado de la población

y el incremento del turismo hacia las islas presionó una mayor demanda de productos del mar, conllevando a que un mayor número de personas se dedicara a la actividad. En la isla de San Andrés hay registrados 538 pescadores artesanales y en Providencia 202, los cuales operan con 120 y 58 embarcaciones, respectivamente. Las embarcaciones con esloras entre 3 y 11 m (comúnmente entre 7 y 10 m) son de diseño variable, las mayorías descubiertas y construidas en fibra de vidrio, propulsadas con motores fuera de borda a gasolina, con potencias entre 14 y 150 HP (dominan los de 40 y 75 HP) (Foto 7).

En las islas se cuenta con una experiencia de más de 30 años en el funcionamiento de organizaciones de economía solidaria, que no cumplieron en el pasado cabalmente las expectativas de mejorar el nivel y calidad de vida de los pescadores artesanales, como consecuencia de la falta de continuidad en los procesos, la carencia de una visión empresarial y un alto “paternalismo del Estado”, que no posibilitaron que el pescador fuese un cogestor de su propio desarrollo individual y en comunidad. Sin embargo, en el último lustro esta situación ha empezado a revertirse, dado un nuevo pensar en los líderes de las organizaciones de pescadores en respuesta a la pérdida de rentabilidad y competitividad de la actividad. De hecho, a finales de 2004, se crea la Cadena Productiva de la Pesca, que facilitó en un principio un espacio de acercamiento y concertación entre pescadores, instituciones gubernamentales y la academia, para solventar problemas de carácter administrativo que dificultaban el ejercicio cotidiano de la actividad, y que posteriormente se tradujo en visiones y proyectos de desarrollo a corto y mediano plazo tendientes a mejorar la competitividad del sector dentro de un enfoque sostenible ambientalmente.

Actualmente, hay constituidas legalmente nueve organizaciones de pescadores artesanales, seis en la isla de San Andrés (tres cooperativa y tres asociaciones), dos en Providencia (una cooperativa y una asociación), y una asociación de segundo nivel (ASOPACFA) que agrupa a cinco de las agremiaciones existentes. Solo dos cooperativas en la isla de San Andrés cuentan con infraestructura administrativa, de acopio de productos y servicios turísticos (restaurante), mientras que una en Providencia cuenta con infraestructura de servicios recientemente

Foto 7. Embarcaciones pesqueras para pesca artesanal (Fotos: Archivo CORALINA).



potencializada gracias a un proyecto de fomento financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo. Para mejorar integralmente la infraestructura, mediante una alianza estratégica entre Acción Social, el Departamento y ASOPACFA, actualmente se encuentra en construcción un moderno terminal pesquero en la isla de San Andrés, que se espera que en conjunto con proyectos complementarios de capacitación empresarial, crédito de fomento, dotación de embarcaciones, y alternativas ecoturísticas, mejoren la competitividad y rentabilidad de la actividad pesquera artesanal.

Por su parte, la pesca industrial que inició a principios de los ochenta, tuvo una acelerada expansión que convirtió en poco tiempo al Archipiélago en el mayor productor y exportador nacional de langosta espinosa y caracol pala. Actualmente, 29 empresas cuentan con permiso de pesca industrial, las cuales operan con embarcaciones en su mayoría de bandera extranjera (~70%), que laboran mediante contratos de afiliación con la obligatoriedad de desembarcar toda la producción en puertos colombianos. La flota está integrada por 28 embarcaciones dedicadas a la extracción de langosta espinosa, 37 a peces de escama y cinco al caracol pala.

La pesca industrial cuenta con una buena infraestructura de acopio y procesamiento, con dos plantas de proceso localizadas en la isla de San Andrés, que cumplen con los estándares internacionales requeridos para hacer exportaciones y que han implementado el sistema HACCP. La mayoría de empresas industriales locales se encuentran agremiadas en la Cámara de Pesca Industrial, que se encuentra aún en proceso de consolidación. Algunas compañías de manera individual se encuentran además vinculadas a agremiaciones de carácter nacional, como la Asociación Nacional de Exportadores -ANALDEX-.

Producción pesquera, consideraciones sobre el estado de los recursos

Langosta espinosa

Los desembarques anuales de langosta espinosa muestran una tendencia creciente hasta 2000 y una tendencia decreciente desde entonces. La producción legal en 2007 fue de 177,9t de cola (equivalente a ~ 530t de langosta entera), correspondiendo en un 96,3% a

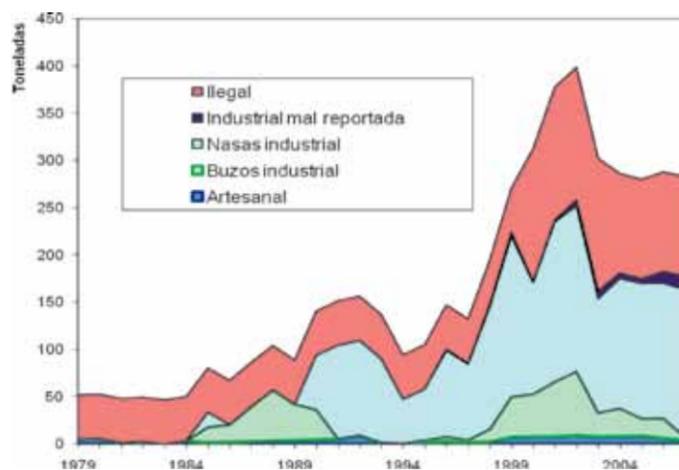


FIGURA 12. Serie histórica desembarcos de cola de langosta en el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina por tipo de usuario.

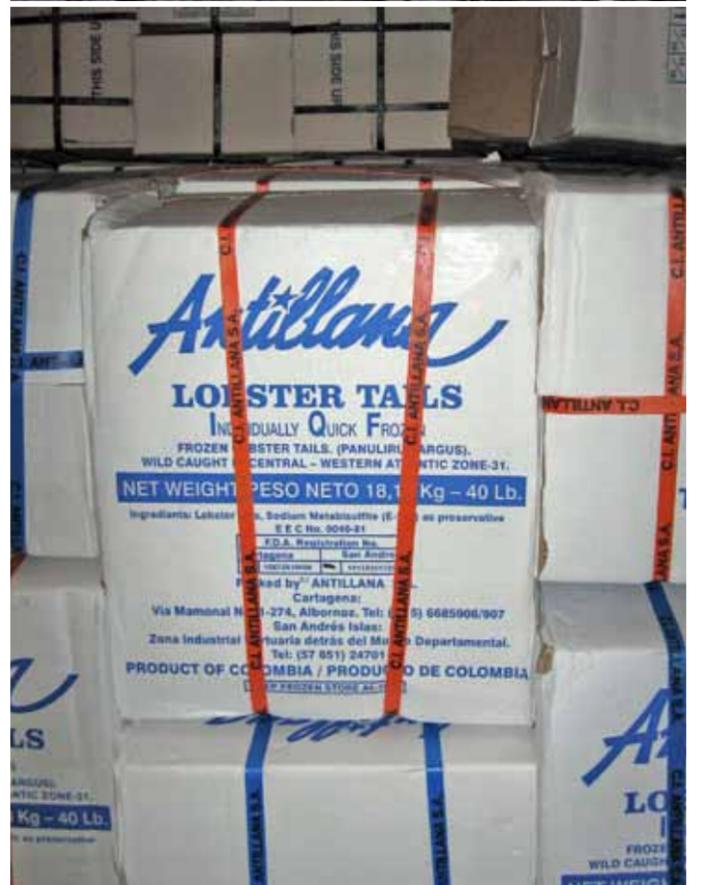


FOTO 8. Procesamiento de la cola de langosta hasta su empaquetamiento (Fotos: Archivo CORALINA).

explotación industrial. Esta pesquería se encuentra fuertemente impactada por la pesca ilegal que se estima extrae en promedio alrededor de 105,2t de cola anualmente (Figura 12 y Foto 8). La más reciente evaluación del *stock* de langosta espinosa en el Archipiélago muestra que el recurso se encuentra “plenamente explotado”, pero muy cercano a los límites de la sobrepesca. Sin embargo, la tendencia decreciente en los índices de abundancia ha empezado a revertirse en los últimos años como consecuencia de la reducción del esfuerzo de pesca y la implementación de un periodo de veda (Sladek-Nowllis *et al.*, 2008).

Caracol pala

El recurso pesquero caracol pala es el más ligado a la cultura de los habitantes de las islas y hasta principios de los ochenta su explotación se hizo exclusivamente a escala artesanal para abastecer el mercado local. La pesquería industrial, responsable en las dos últimas décadas de la mayor fracción de la producción y las exportaciones, tuvo un comportamiento creciente hasta 1993 alcanzando desembarques cercanos a 500t. Posteriormente un fuerte descenso se presentó hasta 1996 con registros inferiores a 80t, desconociéndose las causas de esta disminución. En 1997, acogiendo las recomendaciones de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Silvestres de Flora y Fauna Amenazadas -CITES-, se estableció una cuota anual de exportación de 203 t, medida que reguló que los desembarcos entre 1997 y 2000 oscilaran entre 180 y 270t. A partir de 2001, la cuota anual se redujo a 96t, registrándose desembarcos hasta 2004 entre 85 y 105t (Figura 13 y Foto 9). En 2003 CITES realiza una revisión de comercio significativo en todos los países del Caribe y cataloga a Colombia como un país de preocupación, hecho que, en conjunto con inconsistencias presentadas entre los registros de desembarcos y exportación, motivaron que las autoridades de pesca del orden nacional ordenaran cerrar completamente la pesquería a mediados de 2004. En 2006 hubo un nuevo intento de reabrir la pesquería pero una medida cautelar dentro de un proceso judicial de “Acción Popular” instaurada por pescadores artesanales la mantuvo cerrada hasta abril de 2008, cuando fue reabierta con una cuota anual de 112t.

Actualmente, el caracol pala es el recurso pesquero más vulnerable a la sobrepesca en el ASPC, dado que si bien el decrecimiento histórico de los desembarques

es concordante con reducciones en las cuotas anuales autorizadas, las mismas también son consistentes con reducciones significativas en las abundancias del recurso por efecto del incremento del esfuerzo de pesca. De hecho, evaluaciones poblacionales independientes de la pesquería llevadas a cabo recientemente en el Área Marina Protegida Seaflower -AMP- (Castro *et al.* sin publicar), concluyeron que el recurso se encon-



Foto 9. Procesamiento del caracol pala desde su captura hasta la empaquetadora (Foto Archivo CORALINA).

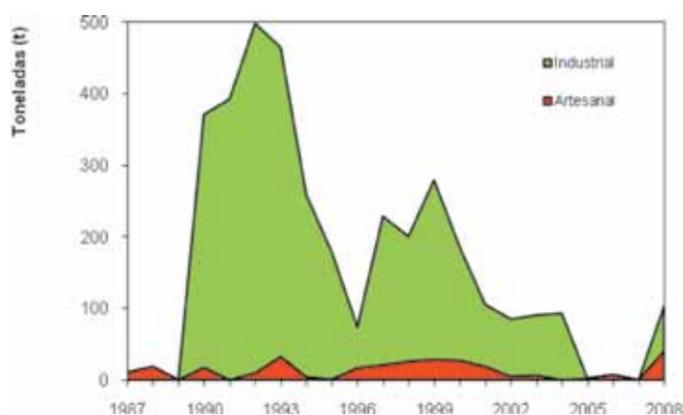


FIGURA 13. Serie histórica de desembarcos de carne de caracol pala en el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina por tipo de pesquería.

traba en estado crítico en cuatro de las siete plataformas evaluadas (San Andrés, East South East Cay, South Southwest Cay y Providencia) con densidades poblacionales tan bajas (< 20 individuos/ha) que ponían incluso en riesgo las estrategias reproductivas de la especie, y por ende recomendaron mantener cerrada la pesca en estas zonas. En contraste, atolones ubicados al norte del Archipiélago (cayos Serrana y Roncador) registraron densidades superiores a 200 individuos/ha, que les permiten soportar pesca bajo condiciones de esfuerzo limitado, y actualmente son las únicas áreas donde la pesca es permitida.

Peces de escama

La explotación de peces de escama en el Archipiélago se desarrolla a escala artesanal e industrial, y se caracteriza por ser de tipo multispecífico (más 65 especies), empleando varios artes y métodos de pesca. La producción entre 2001 y 2005 osciló entre las 400 y 498 t anuales, con un descenso significativo en 2006 y 2007 pasando a menos de 300t. En el periodo analizado los mayores volúmenes fueron desembarcados por la flota industrial (72,4%), realizando los mayores desembarques las embarcaciones que emplean como arte de pesca el *longline* (palangre horizontal de fondo) y *reel* (palangre vertical de fondo) con el 27,7 y 26,5%, respectivamente. Se destaca a nivel industrial la alta contribución realizada por la flota langostera (33,4%) a pesar de no ser los peces de escama el principal objetivo de su captura (Figura 14 y Foto 10). Se cuenta con poca información sobre la composición por especies de las capturas industriales, la cual direcciona la mayor parte de su esfuerzo a peces de la familia Lutjanidae (pargos) y Serranidae (meros y chernas).

La pesca artesanal se realiza por lo general empleando como arte de pesca la línea de mano y anzuelo y en menor proporción el arpón. La producción entre 2004 y 2007 se mantuvo estable entre 100 y 110t. Los mayores desembarques corresponden a peces de hábitos pelágicos, destacándose el grupo de grandes pelágicos oceánicos que aportó el 36,2%, representados en su mayoría por el *black bonito* (*Thunnus atlanticus*), seguido de el *shallow water bonito* (*Katsuwonus pelamis*) y el *black*

marlyns (*Makaira nigricans*). Los pelágicos grandes costeros que aportan el 12,6%, corresponden mayormente a la sierra (*Acanthocybium solandri*) y el dorado (*Coryphaena hippurus*), mientras que los otros pelágicos, con el 16,3%, están compuestos principalmente por la barracuda (*Sphyrna barracuda*) y el *ocean yellowtail* (*Elagatis bipinnulata*). Por su parte, los peces demersales contribuyen con el 34,9%, siendo las especie de hábitos someros las más representativas, particularmente, el *yellowtail* (*Ocyurus chrysurus*), el *turbet* (*Canthidermis sufflamen*) y el pargo (*Lutjanus jocu*) (Figura 15).

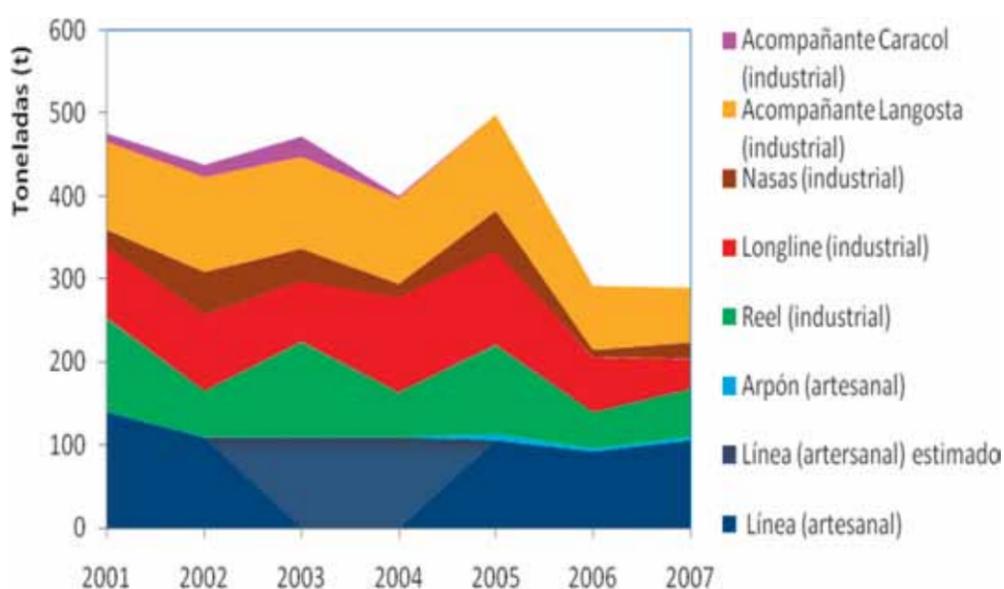


FIGURA 14. Serie histórica desembarcos de peces de escama en el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina por tipo de arte de pesca. No incluye desembarques artesanales de la isla de Providencia.

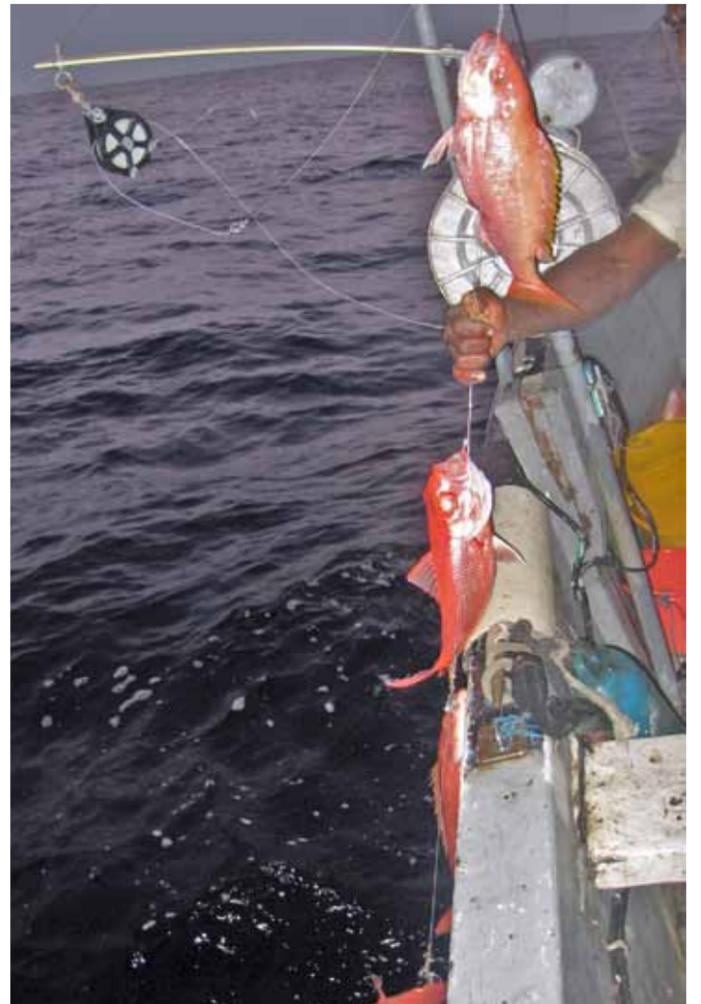


FOTO 10. Foto de algunas de las pesquerías para peces de escama que se realizan en el Archipiélago (Fotos: Archivo CORALINA).

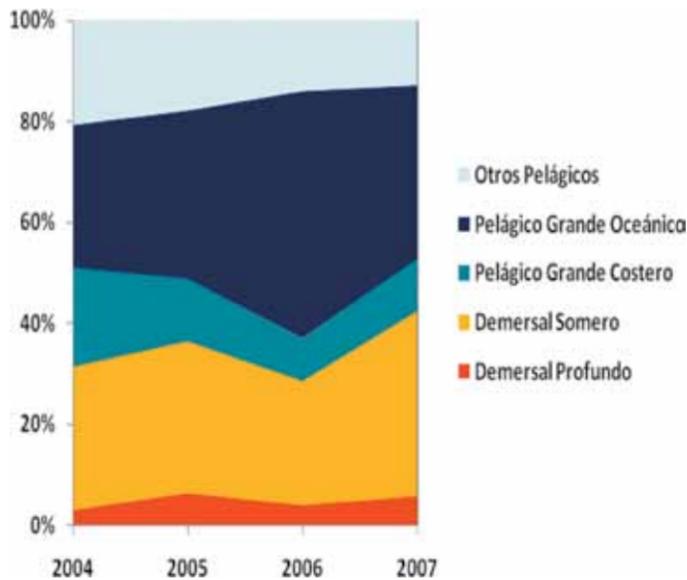


FIGURA 15. Contribución porcentual de los desembarques de peces de escama a escala artesanal, discriminados por grupos de especies. No incluye desembarques artesanales de la isla de Providencia.

A diferencia de los recursos langosta espinosa y caracol pala, en el Archipiélago no se han realizado recientemente evaluaciones de *stock* o prospecciones directas que permitan establecer el estado y potencial de los peces de escama. Sin embargo, a nivel de la pesca artesanal en el sector sur del AMP, hay indicios preocupantes que podrían sugerir condiciones de o hacia la sobrepesca, tales como: a) reducción significativa de peces arrecifales (pargos y chernas) debido a una alta tasa de explotación en el pasado, y reorientación en los últimos 15 años del esfuerzo de pesca hacia especies pelágicas, b) posible fenómeno de agotamiento en serie, reflejado en diferencias significativas en la captura por unidad de esfuerzo entre diferentes áreas de pesca, consistentes con cambios en la intensidad del esfuerzo de pesca, inclusive para especies pelágicas, c) alta captura de juveniles. En el caso, del *black bonito*, que es la especie más capturada, los juveniles superan el 76%. (Grandas y Castro, 2004, Castro, 2005; Castro *et al.*, 2007). Es posible que fenómenos parecidos se estén presentando en la pesquería industrial, pero hay poca documentación sobre el particular.

Tiburones

Tradicionalmente en el Archipiélago los tiburones fueron pescados solo de manera incidental, tanto por la pesca artesanal como la industrial. Se desconocen los volúmenes capturados incidentalmente por la pesca industrial, mientras que la artesanal desembarca en promedio anualmente menos de dos toneladas de troncos. Sin embargo, entre 2001 y 2004 tres embarcaciones industriales realizaron esporádicamente faenas de pesca, y desde 2005 dos embarcaciones tiburonerías operaron con regularidad en casi todos los bancos y bajos que integran el Archipiélago, desembarcando un volumen importante de aletas y entre 80 y 85 t de troncos (Ballesteros, 2007) (Foto 11).

Una evaluación de la pesquería industrial dirigida a tiburones adelantada por la Secretaría de Agricultura y Pesca entre 2005 y 2007 (Ballesteros y Castro, 2007; Ballesteros, 2007), concluyó que la misma era altamente impactante para los tiburones y el ecosistema, generando una gran preocupación. Los principales impactos



FOTO 11. Muestra de pesca artesanal de tiburones para colecta de aletas y troncos (Fotos: Archivo CORALINA).

están referidos a una alta captura de juveniles que supera el 70% para *Carcharhinus perezii* y *Ginglymostoma cirratum* que son las especies más capturadas, la destrucción de hábitats coralinos durante las maniobras de izado del palangre, y fuertes conflictos de uso respecto a la zonificación del AMP, dado que la mayoría de los lances de pesca se hacían sobre zonas delimitadas como de *No Take* o de pesca artesanal, donde la pesca industrial no es permitida. Consistente con lo anterior, y resultados de gestiones adelantadas por más de dos años por la Secretaría de Agricultura y Pesca con el apoyo de CORALINA, se logró que la pesquería dirigida a tiburones en el Archipiélago fuera prohibida mediante Resolución del ICA 3333 de 24 de septiembre de 2008, y por consiguiente actualmente los esfuerzos institucionales están enfocados a velar por el cabal cumplimiento de esta medida de regulación y al monitoreo de las capturas incidentales.

Ordenación y manejo pesquero

En el Archipiélago diferentes regulaciones se han adoptado tendientes a alcanzar la sostenibilidad de las pesquerías. Las medidas de regulación incluyen el establecimiento de cuotas anuales de pesca para explotación de langosta espinosa, caracol pala y peces de escama, regulación del esfuerzo de pesca y vedas durante el periodo de reproducción de algunos recursos (Tabla 9).

De especial interés es la declaratoria en 2000 por parte de la UNESCO del Archipiélago como Reserva de Biósfera Seaflower, lo que implica compromisos adicionales en materia de administración, manejo y conservación de los recursos naturales y el ambiente. En 2005 como parte

TABLA 9. Resumen de medidas de manejo y ordenación pesquera implementadas en el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.

Pesquería/Recurso	Medida de ordenación
Caracol pala	<ul style="list-style-type: none"> Cuota anual de pesca (actualmente 112 t). Veda permanente banco Quitasueño. Cierre total de la pesquería en el AMP sectores sur y centro, y en el cayo Serranilla y los bajos Alicia y Nuevo. Limitación del esfuerzo de pesca industrial: tamaño de la flota (cuatro embarcaciones) y el número de buzos máximo por embarcación de 18. Prohibición de pesca con equipos de buceo autónomo o semiautónomo. Prohibición de captura de caracoles juveniles por debajo de los 100 g de músculo limpio. Veda para proteger periodo reproductivo de junio a octubre de cada año.
Langosta espinosa	<ul style="list-style-type: none"> Cuota anual de pesca (actualmente 200 t de cola). Limitación del tamaño de la flota industrial. Prohibición de pescar con equipos de buceo autónomo y semiautónomo a escala artesanal e industrial. Regulación de artes de pesca industrial. La pesca solo puede realizarse con nasas en madera, con ventana de salida de juveniles, hasta por máximo de 2.500 por embarcación. Se prohíbe la pesca industrial mediante buceo libre a pulmón. Veda para proteger el periodo reproductivo de abril a junio de cada año. Prohibición de captura de juveniles. Talla mínima de captura (14 cm de abdomen). Prohibición de pescar hembras ovadas o retirarles intencionalmente los huevos.
Peces escama	<ul style="list-style-type: none"> Cuota anual (1.200 t). Prohibición de pescar con <i>long line</i> en áreas destinadas a la pesca artesanal. Prohibición de pescar a escala artesanal o industrial con redes y mallas.
Tiburones	<ul style="list-style-type: none"> Prohibición de aleteo. Prohibición de realizar pesca artesanal o industrial dirigida a la captura de tiburones.

del proceso de implementación de la Reserva de Biósfera una gran extensión marina del Archipiélago (65.000 km²) fue declarada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible como un área marina protegida de uso múltiple. Este nuevo enfoque implica articular la administración de las pesquerías con los esquemas de manejo de la Reserva de Biósfera y el AMP. En este sentido, importantes avances se han dado gracias a una alianza estratégica entre las autoridades pesqueras (Secretaría de Agricultura y Pesca; ICA), ambiental (CORALINA), la academia (SENA y Universidad Nacional) y los usuarios pesqueros artesanales e industriales, que ha permitido, p.e., evaluar el estado del recurso caracol pala en los diferentes sectores del AMP y suscribir acuerdos de comanejo con los usuarios pesqueros tendientes a un manejo responsable de su pesquería.

Utilización de la pesca y el comercio

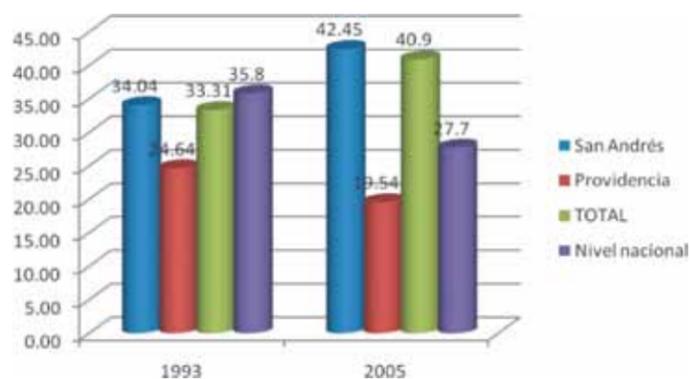
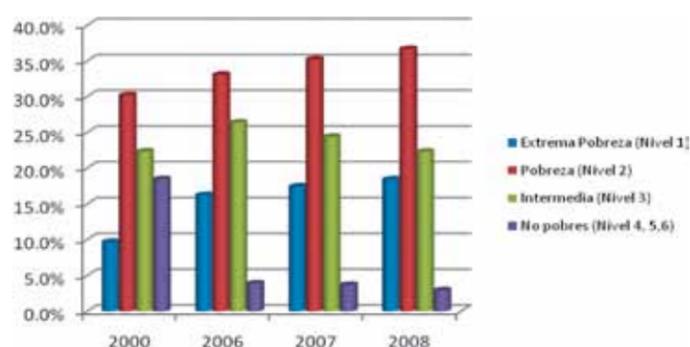
la producción pesquera proveniente del Archipiélago es utilizada en su totalidad para el consumo humano directo. Los peces de escama se comercializan en su mayoría en el mercado local, para el abastecimiento de los habitantes y los turistas que visitan las islas, y en menor proporción son enviados a ciudades del interior del país. En contraste, casi la totalidad de la producción de langosta espinosa es exportada a los Estados Unidos, con un valor en 2007 de aproximadamente USD \$ 7,7 millones. Tradicionalmente otro recurso importante en las exportaciones es el caracol pala, aunque también existe un mercado local importante de este recurso. Entre 2000 y 2003, según registros del ICA las exportaciones de caracol pala totalizaron más de USD \$ 3,2 millones, con perlas aportando el 63%, el filete el 36% y las conchas menos de 1%. Las exportaciones de filete se realizan en su mayoría a los Estados Unidos, mientras que las perlas y conchas son comercializadas en el mercado asiático (Tokio y Japón), y en menor proporción en Europa.

Indicadores socioeconómicos

Indicadores de pobreza, desempleo e ingresos

Las cifras del DANE indican que en el departamento se ha incrementado sustancialmente el porcentaje de población con necesidades básicas insatisfechas (NBI), pues ha pasado del 33,31% en 1993 (inferior al nivel nacional-35,8%) al 40,9% en 2005, muy por encima del nivel nacional (27,7%). Este aumento ha sido particularmente sentido en San Andrés, que pasó de un 34,04% de población con NBI a un 42,45%, respectivamente. Por el contrario, en Providencia la población con NBI han disminuido. Estas cifras corroboran un evidente problema social en el departamento (Figura 16).

Por otro lado, con una cobertura del 80% de la población, los datos del Sistema de Identificación de Beneficiarios -SISBEN- indican que entre 2000 y 2008 el porcentaje de población con altos niveles de pobreza (nivel 1 y 2) ha pasado del 40 al 55%, respectivamente. Es decir, más de la mitad de la población del Archipiélago es pobre mientras que la población intermedia y demás ha disminuido del 41% a ser tan solo el 25%. Esto reafirma aún más el preocupante panorama social (Figura 17 y Tabla 10).

**FIGURA 16.** Porcentaje de población con necesidades básicas insatisfechas en San Andrés y Providencia. (Fuente: DANE, 2007).**FIGURA 17.** Resumen de los indicadores de pobreza en la Reserva de Biósfera Seaflower. Datos complementarios en la Tabla 10.**TABLA 10.** Caracterización de indicadores de pobreza en la Reserva de Biósfera Seaflower. * % población censo de 1999 (57.324); ** % población censo 2005(59.573) (Fuente: <http://www.sisben.gov.co/Informaci%C3%B3n/tabid/48/language/es-ES/Default.aspx>).

	2000* %	2006** %	2007** %	2008** %
Extrema Pobreza (Nivel 1)	9,7	16,3	17,5	18,4
Pobreza (Nivel 2)	30,2	33,1	35,2	36,7
Intermedia (Nivel 3)	22,3	26,4	24,4	22,3
No pobres (Nivel 4, 5, 6)	18,4	3,9	3,7	2,9
COBERTURA DEL SISBEN (con respecto al total de la población)	80,7	79,7	80,8	80,4

El nivel de desempleo, aunque es muy inferior al del nivel nacional, se triplicó en un lapso de tan solo seis años (de 1993 a 1999) y mientras que en el período 1999-2003 el desempleo en Colombia se disminuyó, en el Archipiélago aumentó en seis puntos porcentuales (Figura 18). A esto se suma que los niveles de ingreso son muy bajos. Según el censo de 1999, el 32% de la población en edad de trabajar, no recibe ingresos. De la población de diez años y más que recibe ingresos, el 67% recibe menos de cuatro salarios mínimos y el 32% menos de un salario mínimo (DANE, 2001).

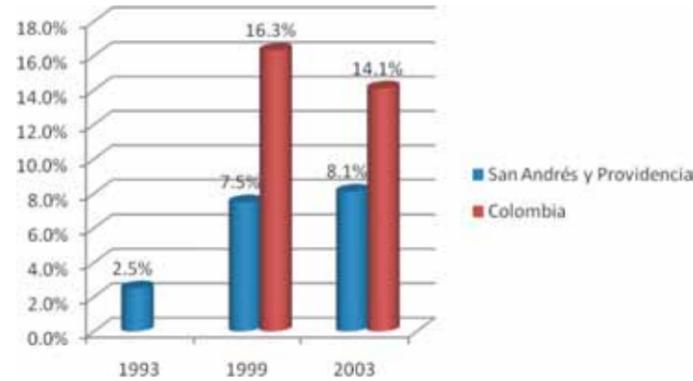


FIGURA 18. Cambios en la tasa de desempleo en el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (Fuentes: DANE, 2001; Abello, 2005).

Literatura citada

- Abello A. 2005. La nieve sobre el mar: una frontera Caribe cruzada por el tráfico de drogas. El Caso de Colombia y Nicaragua. Aguaita No. 13-14. Observatorio del Caribe Colombiano: Cartagena.
- Ballesteros, C. 2007. La pesquería industrial de tiburones en el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina: Una primera aproximación. Tesis pregrado Biología Marina. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Bogotá. 72p.
- Ballesteros y Castro, 2007. Challenges for the management of an expanding shark fishery, with high uncertainties, towards new conservation policies in the Archipelago of San Andres, Providencia and Santa Catalina, Colombia. Abstracts, Gulf and Caribbean Research vol. 19(2): 174-175.
- Bent, O. 1999. Environmental Impacts of Tourism on Coastal Resources and Ecosystems in the San Andres Archipelago. European Union INCO-DC project.
- Castro, E. 2005. Régimen espacial y temporal de la captura y esfuerzo de la pesquería artesanal de la isla de San Andrés, Caribe colombiano: Inferencias sobre la estructura de la comunidad ictica. Tesis MsC. Biología Marina. Universidad Nacional de Colombia sede Caribe. San Andrés isla. 141p.
- Castro, E., H. Bent, C. Ballesteros y M. Prada. 2007. Large pelagics in the southern section of the Seaflower Marine Protected Area, San Andres Archipelago, Colombia: A fishery in expansion. Gulf and Caribbean Research. Vol. 19(2).
- Clemente I. 1994. El Caribe Insular: San Andrés y Providencia. De ed. Meisel; A. Historia económica y social del Caribe colombiano
- CORALINA. 1999. Integrated Groundwater Management Plan for San Andres 2000-2009. DFID/ CORALINA.
- CORALINA. 2008. Distribución de la Tenencia de la Tierra por Grupos Sociales de San Andrés. http://www.coralina.gov.co/intranet/index.php?option=com_content&task=view&id=242&Itemid=88888949.
- Cortés, J. (Ed.): Latin American Coral Reefs. Elsevier Science B.V., Amsterdam.
- DANE. 2001. Lineamientos para una política poblacional y territorial en el Departamento de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. 2nd version. Bogotá: Dirección de Censos y Demografía.
- DANE. 2007. Censo de Población y de Vivienda 2005. Departamento Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. Bogotá: Dirección de Censos y Demografía.
- Doumenge, F. 1985. "The Viability of Small Intertropical Islands". *States, Microstates and Islands*, E. Dommen and P. Hein, eds. London: Croom Helm. pp. 70-118.
- Grandas y Castro, 2004. Régimen de captura y esfuerzo en la pesquería artesanal de especies pelágicas en la isla de San Andrés, Caribe occidental. Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute. Vol. 55: 233 - 235.
- Howard, M. 2004. Population and Environment on Small Islands: A Case Study of San Andres Island, Colombia. Waltham: The Heller School for Social Policy and Management, Brandeis University.
- Howard, M. y E. Taylor 2008. Managing Natural Assets in a Densely Populated Island Jurisdiction: San Andres Island, Colombia. Manuscript submitted for publication. Charlottetown: University of Prince Edward Island.
- Kerr, S. 2003. Tourism and Fishing Industries in the San Andres and Galapagos Archipelagos: Overview and comparison. Stromness: International Centre for Island Technology, Heriot-Watt University, Edinburgh.
- Sladek-Nowllis, J., E. Castro, M. Prada, C. Barreto, H. Bent, C. Ballesteros, O. Guardiola, y C. Pomare. 2008. Recomendaciones técnicas para el establecimiento de la cuota global de langosta espinosa del 2009 en la Reserva de Biosfera Seaflower. Reporte técnico. Secretaria de Agricultura y Pesca - CORALINA - ICA. San Andrés isla.
- Students of the world. <http://www.studentsoftheworld.info/>
- UN. 1994. Population, Environment and Development. New York: UN Publications.
- UNWTO (United Nations World Tourism Organization). 2008. Tourism highlights. UNWTO Press and Communications Department. Pags 11.
- van't Hof, T. y E. Connolly. 2001. Financial sustainability for the marine protected area system in the Seaflower Biosphere Reserve. Draft/technical report. Washington, DC: The Ocean Conservancy.
- Woods, B. 2008. Health Matters Related to Population Policy. Technical report. San Andres: CORALINA
- World Gazeeteer, 2004. <http://population-statistics.com/wg.php?x=&lng=en&des=wg&srt=npan&col=abcdefghijklnoq&msz=1500&men=home&lng=es>

‘Serie de Publicaciones Especiales Invemar’

1. Las ostras perlíferas (Bivalvia: Pteriidae) en el Caribe colombiano. Historia de su explotación, ecología y perspectivas para su aprovechamiento, 1996.
2. Atlas de los arrecifes coralinos del Caribe colombiano. I Complejos arrecifales oceánicos, 1996.
3. Evolución histórica de las islas barrera del sector de Buenaventura y El Naya. Investigación ganadora del Premio Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar, 1996.
4. Aplicación de imágenes de satélite al diagnóstico ambiental de un complejo lagunar estuarino tropical: Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe colombiano, 1998.
5. Áreas coralinas de Colombia, 2000.
6. Documento base para la elaboración de la Política Nacional de Ordenamiento Integrado de las Zonas Costeras colombianas, 1997.
7. Gorgona marina. Contribución al conocimiento de una isla única, 2001.
8. Monitoreo de arrecifes coralinos, pastos marinos y manglares en la bahía de Chengue (Caribe colombiano) 1993 – 1999, 2003.
9. Red de Vigilancia de la Calidad Ambiental Marina en Colombia: manual de uso y funcionamiento del sistema de información, 2002.
10. Las praderas de pastos marinos en Colombia: estructura y distribución de un ecosistema estratégico, 2003.
11. Los manglares de la ecorregión Ciénaga Grande de Santa Marta: pasado, presente y futuro, 2004.
12. Atlas del Golfo de Urabá: una mirada al Caribe de Antioquia y Chocó, 2007.
13. Diagnóstico de la erosión de la zona costera del Caribe colombiano, 2008.
14. Catálogo de corales escleractinios de Colombia, 2009.
16. Plan de investigación y conservación de *Cittarium pica*, 2009.
17. Diagnóstico de la erosión y la sedimentación de la zona costera del Pacífico colombiano, 2009.
18. Plan integral de manejo del distrito de manejo integrado (DMI) Bahía Cispatá, La Balsa, Tinajones y sectores aledaños del delta estuarino del río Sinú, 2010.
19. Teledetección aplicada al ordenamiento ambiental del distrito de manejo integrado de Cispatá, 2010.
20. Biodiversidad del margen continental del Caribe colombiano, 2010
21. Resúmenes Senalmar, 2010.
22. Equinodermos del Caribe Colombiano I: a, Asteridea y Ophiuroidea. 2011.
23. Guía de las especies introducidas marino costeras de Colombia, 2011.
24. Diagnóstico de la erosión costera del territorio insular colombiano, 2011.
25. Atlas climatológico del Caribe colombiano, 2011.
26. Organismos móviles y sésiles del litoral rocoso del Pacífico colombiano: una guía visual para su identificación, 2011.
27. Atlas marino costero de La Guajira, 2012.
28. Atlas de la Reserva de Biósfera Seaflower - Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, 2012.



COLOMBIA
50% MAR

INIVMAR
Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras
"José Benito Vives De Andrés" - INVEMAR
Vinculado al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible



Corporación para el Desarrollo Sostenible
del Archipiélago de San Andrés, Providencia
y Santa Catalina



ISBN 958-8448-50-3



9 789588 448503

