

5.8 Sitio piloto Sistema Lagunar Boca Paila (Punta Allen)

Javier Bello *et al.*, Leticia Gómez *et al.*,
Víctor Magaña *et al.*, Boris Graizbord *et al.*,
Pedro Hipólito Rodríguez *et al.*

5.8.1 DESCRIPCIÓN FÍSICA E HIDROLÓGICA¹

El sistema lagunar Boca Paila se sitúa en la porción continental de la bahía de Asunción, dentro de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, cuyo decreto como área natural protegida data del 20 de enero de 1986. El sistema lagunar cuenta con un área aproximada de 306 mil hectáreas y un perímetro de 239 km. Pertenece a la Región Hidrológica 33 de la CONAGUA, Yucatán Este. La reserva se encuentra en la porción central de la costa oriental del estado de Quintana Roo y cubre aproximadamente el 10% de la superficie estatal, con 528 mil hectáreas, de las cuales, 120 mil son marinas. La figura 1 es una imagen de satélite que incluye la delimitación del sitio piloto, mientras que la figura 2 es una representación esquemática del mismo.

El área se sitúa sobre suelo calizo cárstico², en la franja más joven de la península de Yucatán. Los suelos en Sian Ka'an son generalmente más pobres que los del resto de la península: pedregosos, someros, fácilmente degradables y con potencial forestal. Los principales tipos de suelo, de acuerdo con la terminología maya, son los siguientes: *tsek'el*, en las partes altas y laderas con buen drenaje; *k'ankab* al pie de las

1 La mayoría de la información aquí presentada fue obtenida del Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an (INE-SEMARNAP, 1996) y de la ficha Informativa de los humedales de Ramsar, Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an (Arellano, 2003)..

2 Suelo que contiene carbonato de calcio y puede ser fácilmente erosionado por la acción del agua.

Figura 1. Imagen de satélite del Sistema Lagunar Boca Paila y la delimitación del sitio piloto.

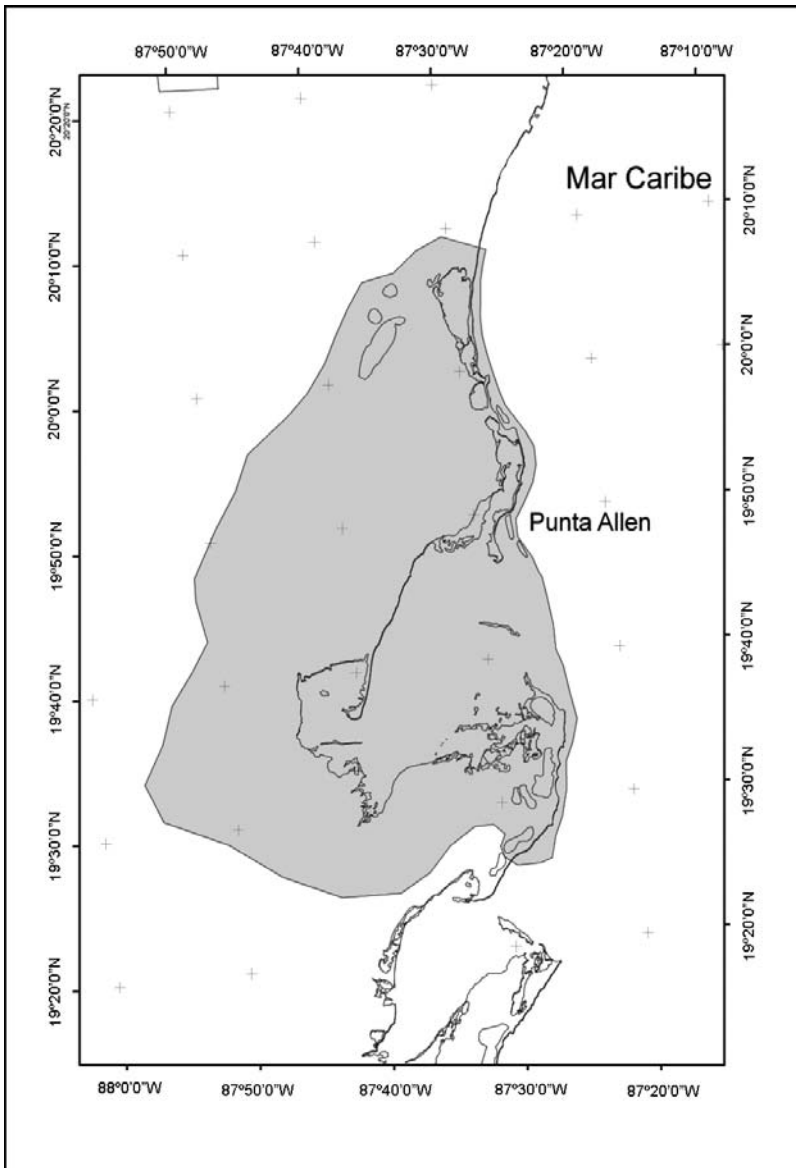


Fuente: Google Earth.

elevaciones, con drenaje parcial, y *ak'alche* en la partes bajas, con mal drenaje. El subsuelo está formado en su totalidad por calizas blancas y arenosas, no mineralizadas, llamadas *saskab*. Con los efectos de la lluvia, viento y brisa, estas rocas se endurecen y forman placas en la superficie, conocidas como *lajas*. Entre las *lajas*, la vegetación ha abierto oquedades y aportado capas delgadas de materia orgánica. El área es plana, con menos de treinta metros sobre el nivel medio del mar.

Uno de los principales atractivos de Sian Ka'an es la barrera de arrecifes ubicada frente a la reserva, con cerca de 110 km de longitud. Esta barrera forma parte de la segunda cadena arrecifal más larga del mundo. La presencia de los arrecifes disminuye la energía del oleaje marino, que puede ser muy destructiva en periodo de huracanes.

Figura 2. Esquema del sitio piloto Sistema Lagunar Boca Paila (Punta Allen).



Fuente: elaborado por Bello *et al.*, 2007, para este estudio.

La barrera da origen a aguas tranquilas en las bahías y a una abundante sedimentación de materiales calcáreos, lo que permite la implantación y el desarrollo de manglares en las costas. Los manglares también actúan como una barrera orgánica entre las aguas protegidas y el mar adyacente³. La actividad biológica derivada de la barrera arrecifal está dando lugar a la formación de una estructura geológica.

El agua de lluvia se filtra a través del sustrato poroso y corre lentamente bajo la superficie en dirección SW-NE. El manto freático se encuentra muy cercano a la superficie, pues aflora en las partes bajas, formando lagunas someras o zonas inundadas durante las lluvias. La superficie de tierras inundadas a finales de la temporada lluviosa es superior al 70%, mientras que en la época seca sólo un 20% del área, correspondiente a las zonas de manglar chaparro, permanece inundada. Como en toda la península, la permeabilidad del sustrato determina la inexistencia de cuerpos de agua superficiales. El agua de lluvia se filtra y da origen a las corrientes subterráneas que se manifiestan en los cenotes. En Sian Ka'an se han registrado cenotes con más de cincuenta metros de diámetro y en las partes más altas de la reserva estos afloramientos son los únicos cuerpos de agua existentes⁴. En los lugares más bajos, el nivel topográfico coincide con el manto freático, formando así lagunas, manantiales de agua dulce y canales, por donde circula el agua hacia la costa.

Las aguas de la reserva son por lo general muy transparentes, debido a su dureza y a las condiciones oligotróficas⁵ del sitio. Esto quiere decir que hay una baja concentración tanto de nutrientes como de materia orgánica dentro del sistema, y se explica por la naturaleza del lecho calcáreo, poco soluble. En tales condiciones, las algas y el plancton no pueden proliferar y el agua se mantiene cristalina. Por otro lado, las aguas de Sian Ka'an presentan abundancia en carbonatos y bicarbonatos disueltos, una variación de pH entre 7.5 y 9.0, así como una oscilación de salinidad y dureza entre 2 y 18‰ en las aguas continentales comunicadas con el mar. Cabe señalar que las aguas de medios oligotróficos son muy sensibles a la introducción antropogénica de nutrientes por aguas residuales o fertilizantes agrícolas.

3 Lankford, 1977; López-Portillo *et al.*, 1999.

4 López y Consejo, 1987.

5 Pocos nutrientes, aguas claras, baja productividad.

La laguna se halla colonizada por pastos marinos y presenta aporte de agua dulce a través de la cuenca freática. La comunicación con el mar es amplia y está condicionada por corrientes litorales y mareas. La trampa de nutrientes⁶ es moderada y se vincula con la actividad metabólica de sedimentos orgánicos provenientes del manglar. Por esta razón, el modelo trófico⁷ es complejo, pues depende de la interacción del ecosistema coralino con el de manglar⁸.

El clima es cálido subhúmedo, clasificado como Aw, con lluvias en verano⁹. La temperatura media anual es de 26 °C y la media mensual siempre supera los 22 °C. La variación anual de temperatura es de 4.8 °C, registrándose las temporadas más cálidas en julio y agosto, mientras que enero es el mes más frío. Se distingue una época de sequía de diciembre a abril. La región está comprendida dentro de la zona ciclónica tropical del Caribe, y los vientos dominantes tienen una dirección este-sureste.

La precipitación media es de 1 300 mm anuales, con el 75% de las precipitaciones registrándose entre los meses de mayo y octubre. Septiembre es el mes más lluvioso, con 208.1 mm en promedio y el más seco es marzo con 29.4 mm. Los huracanes son frecuentes en el Caribe y Sian Ka'an presenta un frente amplio a su trayectoria; doce de ellos han entrado por sus costas en los últimos 88 años.

5.8.2 RELEVANCIA ECOLÓGICA¹⁰

La Reserva de la Biosfera Sian Ka'an incluye las principales comunidades propias de la península de Yucatán y el Caribe. Se sitúa como una zona de transición que permite una gran diversidad de ambientes y sustenta el desarrollo de organismos tanto mesoamericanos como antillanos. Sian ka'an presenta, además de la barrera de arrecifes de coral, los siguientes hábitats: zonas de pastos marinos, esteros, manglares, lagunas

6 Función característica de los humedales que retienen nutrientes en los sedimentos y los liberan lentamente. Los nutrientes también pueden ser retenidos por diferencias de densidad en la mezcla de agua dulce y salada.

7 Red alimenticia.

8 Yáñez *et al.*, 2004.

9 García, 1988.

10 Las fuentes principales de información de este apartado son INE-SEMARNAT, 1996, y Arellano, 2003.

costeras, pantanos, sabanas de agua dulce, lagunas interiores, ciénagas y selvas inundables. Las principales comunidades son¹¹:

- *Selvas tropicales* de cuatro subtipos: selva mediana subperennifolia, selva baja subcaducifolia, selva baja caducifolia y selva baja inundable. Comprenden un total aproximado de 150 mil hectáreas.
- *Vegetación inundable*: incluye cayos, manglares de franja, manglares chaparros, marismas de zacate, tasistales y comunidades inundables arboladas con dosel abierto. Abarcan un área aproximada de 175 mil hectáreas.
- *Comunidades arbustivas*: se componen de acahuals (vegetación secundaria), quemadales, vegetación de dunas costeras y áreas perturbadas. Representan aproximadamente veinte mil hectáreas.
- *Cuerpos de agua*: comprenden cenotes, lagunas interiores, lagunas costeras y canales de escorrentía; ocupan aproximadamente 17 mil hectáreas.
- *Bahías*: están representadas por cuerpos de agua marina someros con influencia de agua dulce y se extienden en aproximadamente 103 mil hectáreas.
- *Plataforma arrecifal*: abarca hasta la isóbata¹² de 50 m hacia mar abierto y cubre un área aproximada de 15 mil hectáreas.

De las comunidades vegetales aquí encontradas, dos son de particular importancia por ser endémicas de la península de Yucatán: las selvas bajas inundables y los petenes.

Las selvas bajas inundables son endémicas o exclusivas de la península de Yucatán y en Sian Ka'an están presentes alrededor de reholladas¹³ y en planicies de poca pendiente, con suelos dispersos de tipo *ak'alché*. La altura arbórea varía de 6 a 14 m, y entre las especies dominantes en las partes altas se encuentran el chechem negro (*Metopium brownei*), el chicozapote (*Manilkara zapota*), el pucté (*Bucida buceras*) y el dzalam (*Lysiloma latisiliqua*). En las partes más bajas (y por lo tanto con mayor grado de inundación) son característicos el tinte (*Haematoxylon campechianum*), el

11 INE-SEMARNAP, 1996.

12 Curva para la representación cartográfica de los puntos de igual profundidad en océanos y mares, así como en lagos y lagunas de gran extensión.

13 Cuerpo de agua de pequeñas dimensiones, generalmente intermitente, donde hay una disponibilidad de agua estacional.

pucté enano (*Bucida spinosa*), *Dalbergia glabra*, la jícara (*Crescentia cujete*) y otros arbolillos resistentes a la inundación periódica del suelo.

Los petenes son asociaciones vegetales exclusivas de las penínsulas de Yucatán y Florida, así como la isla de Cuba¹⁴. Son islas de selva entre las marismas, formadas por parches de suelo un poco más elevado y, por lo tanto, a salvo de la inundación y la intrusión salina. Los diámetros de su superficie varían de unas pocas decenas de metros hasta más de un kilómetro. Los más grandes suelen presentar un cenote en su centro. Existen dos tipos de petenes, los inundables y los no inundables, de acuerdo con el tipo de suelo donde se desarrollan. En Sian Ka'an se observan centenares de petenes, posiblemente más que en ninguna otra área protegida del mundo. Muchos de ellos son difícilmente accesibles y la mayor parte permanece sin intervención humana.

De acuerdo con el Inventario Nacional Forestal 2000, en el sitio se encuentran diversas comunidades vegetales, distribuidas como se muestra en el cuadro 1.

Cuadro 1. Comunidades vegetales y superficie ocupada en hectáreas.
Sistema lagunar Boca Paila.

Comunidades vegetales	Superficie (ha)
Manglar	45 792.72
Popal-tular	59 710.69
Selva alta y mediana subperennifolia	90 837.03
Selva baja subperennifolia	15 862.26
Selva mediana caducifolia y subcaducifolia	0.10

La flora presenta una gran similitud con la vegetación de la región del Golfo de México y las Antillas; asciende a 1 048 especies, entre algas marinas, musgos, helechos y plantas superiores. Entre las especies características de flora destacan la caoba (*Swietenia macrophylla*), el cedro (*Cedrela odorata*) y el guayacán (*Guaiacum sanctum*), todas ellas seriamente amenazadas debido a su valor comercial. En el cuadro 2 se pueden apreciar algunas especies relevantes que se encuentran en el sitio.

14 Mas et al., 2001.

Cuadro 2. Especies relevantes encontradas en el sistema lagunar Boca Paila.

	Nombre común	Nombre científico
Dunas costeras	Chit	<i>Thrinax</i> sp.
	Skimay	<i>Tournefortia naphaloides</i> , <i>Strumpfia maritima</i>
	Riñonina	<i>Ipomoea prescaprae</i>
	Siricote de playa	<i>Cordia sebestena</i>
	Lirio	<i>Hymenocallis</i> sp.
	Uva de playa	<i>Coccoloba uvifera</i>
	Selva subperennifolia y subcaducifolia	Chechem negro
Chicozapote		<i>Manilkara zapota</i>
Chacá		<i>Bursera simarouba</i>
Dzalam		<i>Lysiloma latisiliqua</i>
Chit		<i>Thrinax radiata</i>
Yá'xnik		<i>Vitex gaumeri</i>
Guayabillo		<i>Piscidium sartorianum</i>
Palma kuka		<i>Pseudophoenix sargentii</i>
Despeinada		<i>Beaucarnea ameliae</i>
Tasistales		<i>Acoelorrhaphe wrightii</i>
Tule		<i>Typha angustifolia</i>
Sabia		<i>Cladium jamaicense</i>
Nakax		<i>Coccothrinax readii</i>
Manglares	Mangle rojo	<i>Rhizophora mangle</i>
	Mangle negro	<i>Avicennia germinans</i>
	Mangle blanco	<i>Laguncularia racemosa</i>

Fuente: NOM-059-ECOL-2001; INE-SEMARNAT, 1996, y Arellano, 2003.

En cuanto a la fauna, este sitio destaca como zona de anidación para tortugas, aves acuáticas y palustres, así como por su especial riqueza en galerías subterráneas inundadas. Es un lugar importante en la ruta migratoria de aves e inclusive de la mariposa monarca con destino aún desconocido. Entre los vertebrados terrestres existen especies protegidas. Los inventarios realizados hasta ahora registran 2 161 especies. En el cuadro 3 se pueden apreciar algunas de ellas.

Cuadro 3. Especies protegidas reconocidas en el área de estudio.

	Nombre común	Nombre científico	Nombre común	Nombre científico
Mamíferos	Puma	<i>Felis concolor</i>	Jabalí de collar	<i>Pecari tajacu</i>
	Ocelote	<i>Felis pardalis</i>	Tepescuintle	<i>Agouti paca</i>
	Tigrillo	<i>Felis weidii</i>	Sereque	<i>Dasyproca punctata</i>
	Leoncillo	<i>Felis yagouaroundi</i>	Taira	<i>Eira barabara</i>
	Tapir	<i>Tapirus bardi</i>	Oso hormiguero	<i>Tamandua tetradactyla</i>
	Saraguato	<i>Alouatta pigra</i>	Mico de noche	<i>Potos flavus</i>
	Venado cola blanca	<i>Odocoileus virginianus</i>	Manatí	<i>Trichechus manatus</i>
	Venado temazante	<i>Mazama americana</i>	Cachalote	<i>Physeter catodon</i>
	Jabalí de labios blancos	<i>Teyassu pecari</i>		
Aves	Fragata	<i>Fregata magnificens</i>	Ibis blanco	<i>Eudocimus albus</i>
	Pelicano café	<i>Pelicanus occidentalis</i>	Espátula rosa	<i>Ajaia ajaia</i>
	Cormorán	<i>Phalacrocorax olivaceus</i>	Flamenco	<i>Phoeniconterus ruber</i>
	Cigüeña	<i>Mycteria americana</i>	Bobo	<i>Sula leucogaster</i>
Reptiles	Tortuga blanca	<i>Chelonia midas</i>	Tortuga carey	<i>Eretmochelys imbricata</i>
	Tortuga laúd	<i>Dermodochelys coriacea</i>	Cocodrilo	<i>Crocodylus moreletii</i>
	Tortuga caguama	<i>Caretta caretta</i>	Nauyaca	<i>Botrops asper</i>

Fuente: NOM-059-ECOL-2001; INE-SEMARNAT, 1996, y Arellano, 2003.

La reserva cuenta con un alto número de especies amenazadas. El cuadro 4 muestra algunas de ellas.

Cuadro 4. Inventario de algunas especies amenazadas incluidas en la NOM-059-ECOL 2001.

	Nombre común	Especie	Categoría
Plantas	Palma chit	<i>Thrinax radiata</i>	Amenazada
	Nakax	<i>Coccothrinax readii</i>	Amenazada
	Tasiste	<i>Acoelorrhaphe wrightii</i>	Amenazada
	Kuka	<i>Pseudophoenix sargentii</i>	Amenazada
	Despeinada	<i>Beaucarnea ameliar</i>	Amenazada
Reptiles	Tortuga blanca	<i>Chelonia mydas</i>	Protegida
	Tortuga laúd	<i>Dermochelys coriacea</i>	Protegida
	Tortuga caguama	<i>Caretta caretta</i>	Protegida
	Tortuga carey	<i>Eretmochelys imbricata</i>	Protegida
	Cocodrilo de pantano	<i>Crocodylus moreletii</i>	Protegida
	Cocodrilo de río	<i>Crocodylus acutus</i>	Protegida
Aves	Flamenco rosa	<i>Phoenicoterus ruber</i>	Amenazada
	Bobo	<i>Sula leucogaster</i>	Amenazada
	Jabirú	<i>Jabiru mycteria</i>	Protegida
Mamíferos	Jaguar	<i>Phantera onca</i>	Protegida
	Tapir	<i>Tapirus bardi</i>	Protegida
	Jabalí de labios blancos	<i>Tayassu pecari</i>	Protegida
	Manatí	<i>Trichechus manatus</i>	Protegida
	Cachalote	<i>Physeter catodon</i>	Protegida

Fuente: NOM-059-ECOL-2001; INE-SEMARNAT, 1996, y Arellano, 2003.

La gran diversidad de hábitats propicia un alto grado de interacciones de los seres vivos entre sí y con el medio físico. El resultado es un lugar único por su riqueza natural y los servicios ambientales que presta:

- Soporte biofísico de actividades productivas como pesquerías, turismo y productos forestales.
- Regulación de la composición química de la atmósfera, depuración de agua superficial, y protección de cuencas y agua subterránea.

- Protección costera por control de sedimentos e inundaciones, además de proveer una barrera contra la erosión y los efectos del oleaje de tormenta.
- Generación de biomasa y nutrientes para el ecosistema y las actividades productivas humanas.
- Regeneración importante de recursos y materias primas.

Dada la gran importancia ecológica de este sitio, la CONABIO lo ha catalogado como Región Prioritaria Terrestre, Marina e Hidrológica. También cuenta con la designación de Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) y Área Natural Protegida. En el plano internacional, este sitio piloto cuenta con el mayor número de reconocimientos: es el sitio de Importancia Internacional 1 329 bajo la Convención de Ramsar, pertenece a la Red Hemisférica de Reservas para Aves Playeras (WHSRN) y cuenta con la distinción de ser Patrimonio Mundial Natural de la Humanidad por IUCN, en colaboración con UNESCO (1997).

5.8.3 DESCRIPCIÓN SOCIOECONÓMICA

El sistema lagunar Boca Paila (Punta Allen) se encuentra principalmente dentro del municipio de Felipe Carrillo Puerto, pero una pequeña porción pertenece al de Solidaridad¹⁵, en el estado de Quintana Roo. La mayor parte de la población se concentra en las colonias de pescadores, en las localidades de Javier Rojo Gómez (Punta Allen) y Punta Herrero, con cerca de mil habitantes. Los pobladores restantes están diseminados a lo largo de la costa en pequeños ranchos y desarrollos turísticos. Los habitantes provienen en su mayoría de otras regiones del estado y la península. No existen grupos indígenas dentro de la reserva, sino que están asentados en ejidos en su periferia.

La densidad poblacional de Sian Ka'an es de 0.16 habitantes por km² y el porcentaje de terrenos utilizados para la actividad humana es del 0.85%¹⁶. Dentro de los ocho sitios piloto estudiados, éste es el menos poblado. En efecto, en el censo del

15 El 13 de marzo de 2008 fue aprobada la creación del municipio de Tulum, al que ahora corresponde dicha porción de la Reserva, La Jornada, 2008.

16 INE-SEMARNAP, 1996.

año 2000, la población de la zona de influencia del humedal¹⁷ ascendía a 91 417¹⁸, con una tasa alta de crecimiento poblacional entre 1990 y 2000, de 2.36%¹⁹. Sin embargo, se estima que para el año 2030, la cantidad de habitantes se mantendrá relativamente constante (91 477 pobladores)²⁰. Es de particular relevancia que en este sitio, nueve de cada diez personas no cuentan con acceso a servicios de salud²¹.

Dentro de las principales actividades económicas que se desarrollan destaca el turismo, sector que registra el mayor crecimiento, con más de treinta mil visitantes anuales. Por ejemplo, los pobladores se han organizado en tres sociedades cooperativas de servicios turísticos para aprovechar el atractivo natural de la reserva. La pesca de langosta es la de mayor importancia y ocupa al mayor número de personas. Además se capturan otras especies, como cangrejo moro, peces de escama y tiburón. Una actividad alternativa en creciente desarrollo es la pesca deportiva ligera, también conocida como pesca con mosca. Otras actividades relevantes son la agricultura, la ganadería y el aprovechamiento forestal. La economía general de la región está en crecimiento.

El 99% de la tierra en Sian Ka'an es de propiedad nacional. Sólo existen propiedades privadas en la franja costera que enfrenta al mar abierto y coinciden con ranchos copreros²² y las zonas de mayor potencial turístico. Las costas en las bahías son de propiedad nacional.

5.8.4 PRESIONES POR ACTIVIDADES ECONÓMICAS

La pesca de langosta espinosa (*Panulirus argus*) es una de las actividades más importantes dentro del sitio y fue el detonador de los asentamientos humanos en el área. Los juveniles de la langosta se desarrollan en las lagunas y las bahías hasta llegar a la talla comercial mínima de captura de 13.5 cm de cola. La captura se realiza en el mar,

17 Incluye a otro municipio vinculado con Felipe Carrillo Puerto por medio del Plan Estatal de Desarrollo (ver figura 6).

18 Con datos de INEGI, 2000a.

19 Graizbord *et al.*, 2007, con datos de INEGI, 1990, e INEGI, 2000a.

20 Graizbord *et al.*, 2007, con datos del CONAPO, 2006.

21 Con datos de INEGI, 2000a.

22 Ranchos donde se cultiva la palma de coco.

por medio de trampas. Los pescadores están organizados en cinco cooperativas, aunque sólo dos tienen sus asentamientos en la reserva. En 1983 se estimó que el 74% de los ingresos de las cooperativas provenían de la explotación de esta especie, por lo que se consideraba necesario diversificar las especies de captura. Existe un periodo de veda de cuatro meses, en el cual los pescadores se dedican a capturar especies menos lucrativas, como tiburón, sábalo, robalo, pargo, langostino, caracol y huachinango; o al turismo. La captura anual de langosta en toda la Bahía de Asunción varía entre cincuenta y cien toneladas de colas limpias, que en su mayoría es exportada. También existe una cantidad significativa de pesca ilegal, incluso en periodo de veda, que no se reporta. Se ha observado, en general, la sobreexplotación de las especies comerciales, así como la disminución de especies de importancia turística.

La explotación forestal tiene sus inicios en 1910, con el aprovechamiento del chicle, y en 1935 se crean los primeros ejidos del estado. A partir de ese año comenzó la extracción de maderas preciosas, las cuales han sido explotadas hasta su extinción. Esto contrasta con los bosques utilizados por la cooperativa de producción chiclera, que recolecta la materia prima cada cuatro años. Dichos bosques, ubicados en la parte central y sur de la reserva, son los mejores conservados de Sian Ka'an. Las especies de mayor demanda forestal son la palma de chit (*Thrinex radiate*) para la construcción de trampas de langosta, el chechem (*Metopium browne*) para fabricar durmientes y las maderas duras tropicales como el habin (*Piscidia piscipula*) y el dzaiam (*Lysiloma latisiliqua*).

Existen actividades de caza de fauna silvestre para autoconsumo y se centran principalmente en dos especies de venado, el jabalí de collar (*Pecari tajacu*), el tepescuintle (*Agouti paca*), el sereque (*Dasyprocta punctata*), el tejón (*Nasua nasua*), y el hocofaisán (*Crax rubra*)²³. También se practica ilegalmente la cacería comercial, que comprende a todos los animales anteriormente citados, además del tigrillo, el ocelote y aves de ornato, como el pavo de monte o pavo ocelado (*Agriocharis ocellata*), el cojolite (*Penelope purpurescens*), la paloma de ala blanca (*Zenaida asiatica*), el loro de Yucatán (*Amazona xantolora*) y el tucán real (*Ramphastos sulphuratus*). Entre los reptiles cazados destacan el cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*), el cocodrilo

23 Avina, 1983; Navarro et al., 1990.

de manglar (*Crocodylus acutus*) y las tortugas marinas: blanca (*Chelonia mydas*), caguama (*Careffa caretta*) y carey (*Eretmochelis imbricata*)²⁴.

Dado el gran número de visitantes que arriban al corredor Cancún-Tulum, las presiones del sector turístico deben considerarse con sumo cuidado para evitar efectos similares a los encontrados en el Sistema Lagunar Nichupté. La incorporación de Sian Ka'an al desarrollo turístico ha sido más tardía, por lo que la infraestructura construida es menos agresiva que en Cancún. Sin embargo, el número de turistas va en aumento y, por lo tanto, también la generación de desechos sólidos y aguas residuales. Es claro que el turismo de este sitio debe mantenerse enfocado a la conservación del ecosistema para poder operar dentro del área natural protegida. Aunque en el programa de manejo se especifican los lineamientos para la implantación de infraestructura hotelera en las inmediaciones de la reserva, se han registrado prácticas inadecuadas de turismo y el incremento de esta actividad sin el seguimiento adecuado. El hecho de estar situado al interior de una reserva de la biosfera contribuye a frenar actividades degradantes, pero sólo si se hace respetar la reglamentación establecida.

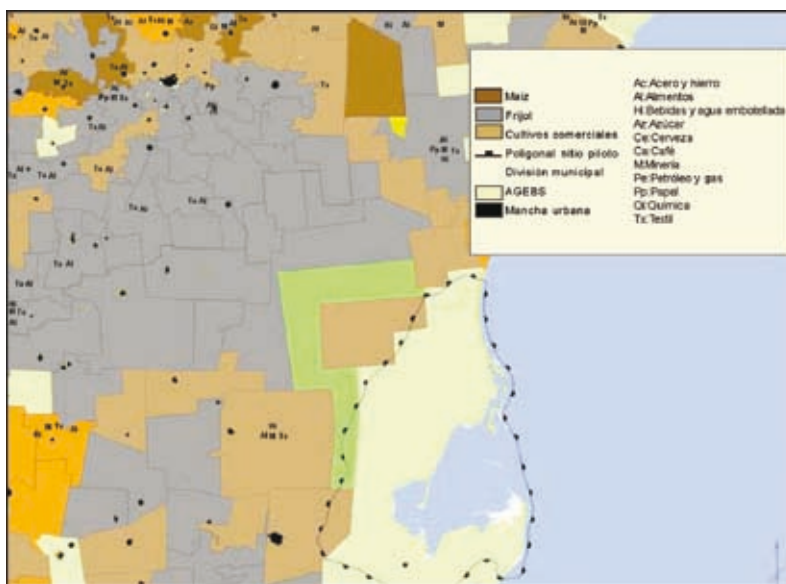
Las actividades en la periferia de la reserva pueden repercutir en el estado de conservación de la misma. En efecto, las prácticas agrícolas que se desarrollan en los bordes de los principales caminos son de roza-tumba-quema y pueden resultar en incendios forestales, además de promover la degradación de los delgados suelos. La ganadería extensiva en la zona tiene altos índices de agostadero²⁵, entre 15 y 20 hectáreas por unidad animal. Es decir, para engordar cada animal se necesita la superficie mencionada. Si consideramos que la media nacional es de tres hectáreas por unidad, la baja rentabilidad del sector pecuario en el sitio se hace evidente. Se observan áreas agrícolas y ganaderas que han sido abandonadas por los bajos rendimientos, dejando grandes zonas de vegetación degradada. Parte del problema surge por la irregularidad en la tenencia de la tierra y la falta de seguridad jurídica sobre bienes nacionales.

En la figura 3 se muestran las principales presiones del sitio. Puede observarse que el desarrollo de actividades dentro del polígono del sitio es muy limitado.

24 Avina, 1983.

25 Cantidad de superficie necesaria para sostener cada unidad animal en la cría de ganado.

Figura 3. Sitio piloto Sistema Lagunar Boca Paila (Punta Allen).
Cultivos dominantes y principales actividades económicas.

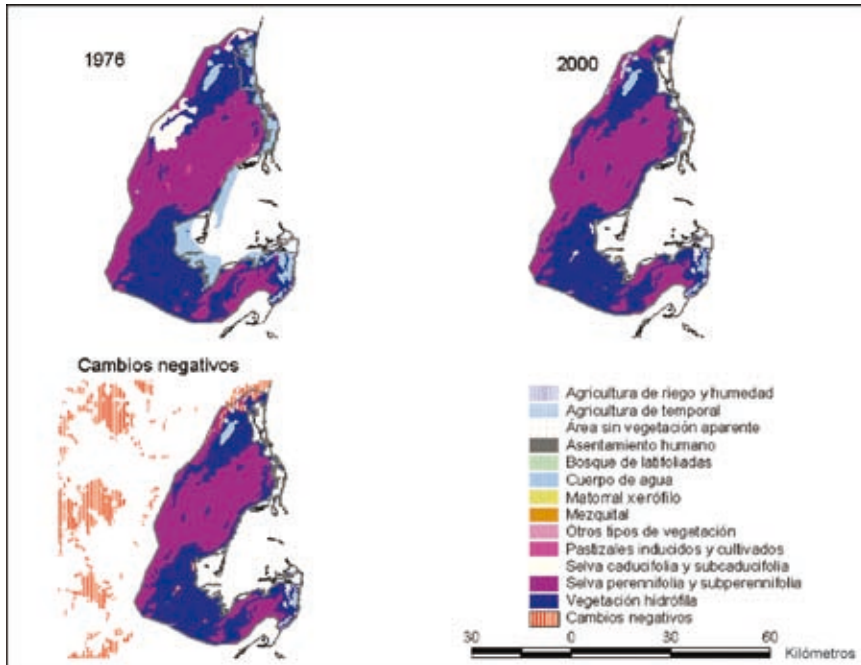


Fuente: elaborado por Rodríguez *et al.*, 2007, para este estudio con datos de INEGI, 1991, INEGI, 2000b e INEGI, 2002.

5.8.5 USO DE SUELO

El sistema lagunar Boca Paila se encuentra dominado por selvas perennifolias, selvas subperennifolias y vegetación hidrófila. En el análisis cartográfico del año 2000 se observa la desaparición de una sección de selva baja caducifolia reportada en 1976. El principal cambio negativo que amenaza a este sistema es el crecimiento de regiones de pastizales sobre vegetación hidrófila al norte del sitio de estudio (figura 4). El cuadro 5 muestra las tasas de transformación y los tipos de vegetación con mayores cambios en el periodo. La pérdida total de los pastizales inducidos sugiere el abandono de tierras agropecuarias. En efecto, la totalidad de pastizales inducidos (casi 2 400 hectáreas) pasó a otro uso de suelo, transformándose principalmente en vegetación hidrófila. Más preocupante es el hecho de que se perdieron 10 740 hectáreas de selva baja caducifolia y que los cuerpos de agua tuvieron un decremento del 8% anual, con una pérdida total de casi 25 mil hectáreas.

Figura 4. Cambios de uso de suelo y cobertura vegetal de 1976 a 2000 en el Sistema Lagunar Boca Paila (Punta Allen), Quintana Roo.



Fuente: elaborado por Gómez *et al.*, 2007, para este estudio.

La vegetación hidrófila resulta como el principal atrayente, y las zonas de selvas altas perennifolias, selvas bajas caducifolias y pastizales, los expulsores. La contracción de la frontera agropecuaria puede explicarse por la incapacidad de los suelos para mantener dichas actividades y el decreto de área natural protegida, que incluye políticas de conservación. El relativo éxito de estas medidas se demuestra con la expansión de la vegetación hidrófila. Sin embargo, se debe poner especial atención a la regulación de los usos turísticos, y su impacto en los cuerpos de agua y las zonas costeras del sitio a futuro.

Cuadro 5. Cambio de uso de suelo entre 1976 y 2000 en el Sistema Lagunar Boca Paila (Punta Allen), Quintana Roo.

Uso de suelo y vegetación	Superficie en 1976 (ha)	Superficie en 2000 (ha)	Tasa de transformación
Agricultura de temporal	0	1 024	-1.00
Área sin vegetación aparente	0	1 221	-1.00
Asentamiento humano	0	55	-1.00
Pastizales inducidos y cultivados	2 392	0	1.0
Cuerpo de agua	29 383	4 527	0.08
Otros tipos de vegetación	0	1 135	-1.00
Selva perennifolia y subperennifolia	102 564	104 144	0.00
Selva caducifolia y subcaducifolia	10 740	0	1.0
Vegetación hidrófila	93 636	100 664	0.00
Total	238 714	238 714	0

Fuente: elaborado por Gómez *et al.*, 2007, para este estudio.

5.8.6 USO DEL AGUA

El sistema lagunar Boca Paila, al igual que el sistema lagunar Nichupté, se encuentra dentro de la subregión de planeación Oriente, en la Región Administrativa XII de la CONAGUA, Península de Yucatán, donde también se ubica el sitio Los Petenes. La descripción detallada de la cuenca y del acuífero de Yucatán se realizó en la sección 4.3 "Diagnóstico hidrológico de la zona costera del Golfo de México". Las estimaciones de demanda y uso del agua, así como la problemática particular de la subregión Oriente se presentaron en la discusión del sitio piloto Nichupté (sección 5.7). Referimos al lector a esas dos secciones, puesto que la información disponible para este sitio es prácticamente idéntica.

En cuanto a los servicios de agua y saneamiento en las viviendas, durante el periodo de 1990 a 2000, las localidades del sistema lagunar Boca Paila mostraron una disminución en los hogares sin acceso a agua entubada de casi 5% anual. En contraste, la situación del alcantarillado no es satisfactoria, pues hubo un aumento de 1.6% anual en el número de hogares sin este servicio durante el mismo periodo²⁶.

²⁶ Graizbord *et al.*, 2007, con datos de INEGI, 1990, e INEGI, 2000a.

5.8.7 VULNERABILIDAD

Las presiones humanas por el desarrollo turístico, así como las actividades extractivas y agropecuarias presentan una amenaza importante para el mantenimiento de la cobertura vegetal. En efecto, el desarrollo de infraestructura hotelera se realiza en detrimento de la vegetación natural; la tala de especies con importancia comercial o útiles para otras actividades productivas merma la abundancia genética del sitio y la práctica de roza-tumba-quema representa un riesgo latente de incendios forestales.

La boca de Asunción se encuentra en la trayectoria directa del paso de los huracanes formados en el Caribe, por lo que Punta Allen resulta un sitio con alta vulnerabilidad a este tipo de fenómenos meteorológicos. Los últimos huracanes que pasaron por la zona se registraron en 1974, 1987, 1995 y 2005. El aumento del nivel del mar asociado con el cambio climático y las mareas de tormenta pone en riesgo a la población humana y al entorno natural, tal como lo conocemos. En la figura 5 se pueden observar las zonas susceptibles a inundaciones, mientras que el cuadro 6 muestra el número de municipios relacionados con este sitio y afectados por eventos hidrometeorológicos en 2005.

Cuadro 6. Municipios afectados por diversos eventos climáticos en 2005.
Sitio piloto Sistema Lagunar Boca Paila (Punta Allen).

Humedal	Frío	Huracán	Lluvias intensas	Total de eventos
Punta Allen (Sistema Lagunar Boca Paila), Quintana Roo	0	2	0	2

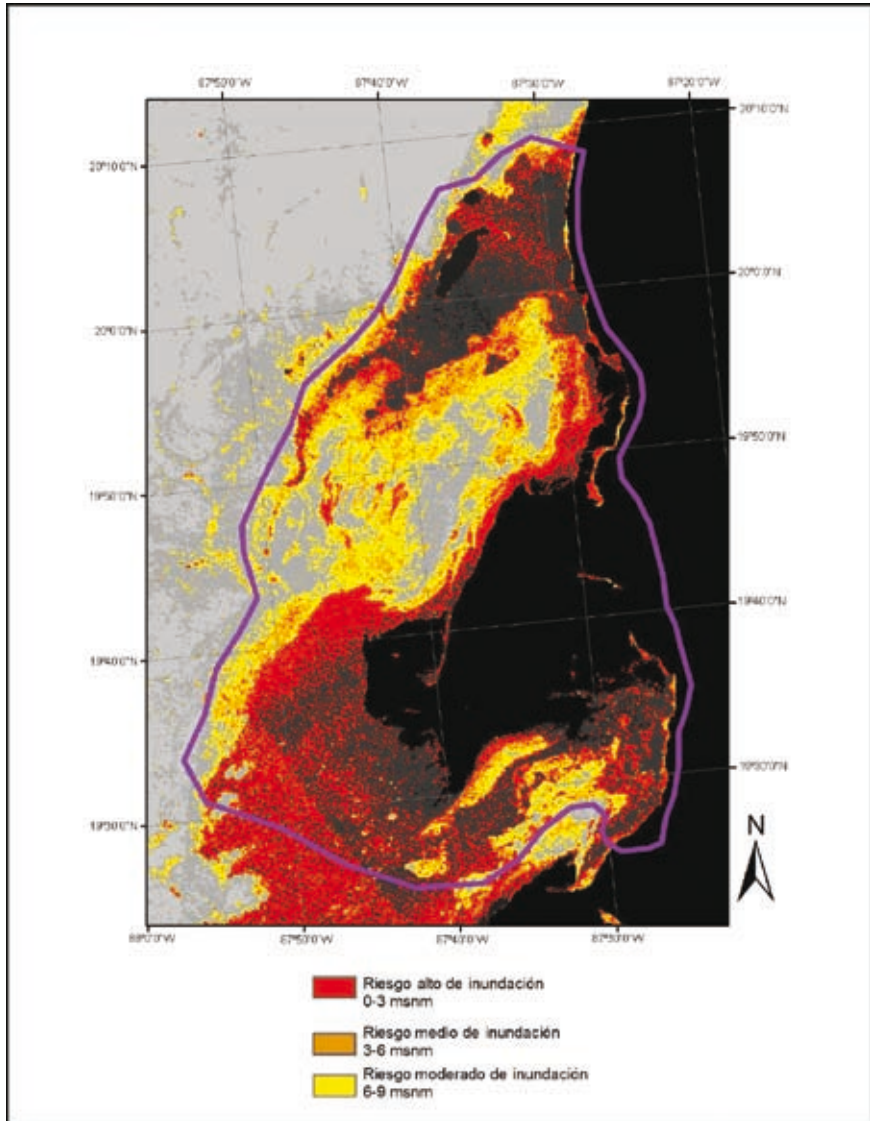
Fuente: Coordinación General de Protección Civil, 2005.

Al realizar la reducción de escala de los modelos climáticos globales se obtienen los siguientes resultados para el sistema lagunar Boca Paila:

- La temperatura a finales de siglo se incrementará entre 2 y 4 °C, y el periodo de cambio significativo iniciará a partir de 2030²⁷.

²⁷ La sección 6.1 trata sobre escenarios de cambio climático y explica que la climatología aquí referida se forma con los datos proyectados para el clima entre 2010 y 2039.

Figura 5. Zonas susceptibles de inundación. Sistema Lagunar Boca Paila (Punta Allen).



Fuente: elaborado por Bello *et al.*, 2007, para este estudio.

- Los meses de mayor incremento se encontrarán entre junio y septiembre, resultando el periodo de mayor cambio en verano.
- Las ondas de calor se duplicarán en frecuencia y su intensidad será superior entre dos y tres grados centígrados en relación con las actuales.
- Los periodos secos serán más prolongados, superiores a seis días por año.
- Los resultados para la precipitación se muestran relativamente estables, con posibilidades de no sufrir cambios o hasta disminuir en un 5%. Estos valores no toman en cuenta los eventos extremos como tormentas y huracanes. Las tormentas de verano serán más severas y los huracanes más intensos²⁸.

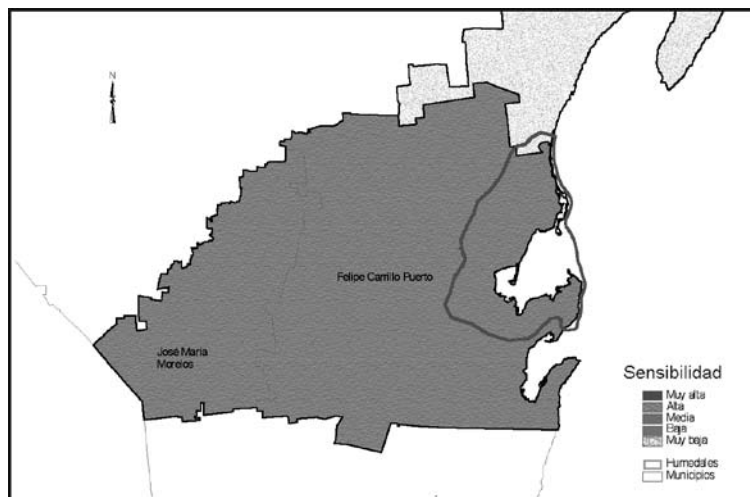
5.8.8 ÍNDICES DE SENSIBILIDAD Y DE CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN

En la sección 4.1 “Análisis socioeconómico de la zona costera del Golfo de México” se describe en detalle cómo fueron elaborados los índices de sensibilidad y de capacidad de adaptación al cambio climático en el área de estudio. Se siguió el mismo procedimiento para calcular dichos indicadores en los municipios dentro del ámbito de influencia de cada sitio piloto. Básicamente estos índices integran diferentes variables socioeconómicas para determinar el grado en que la población de los distintos humedales es susceptible a los efectos esperados del cambio climático y su capacidad de afrontarlos. A continuación presentamos los resultados para el sitio piloto Sistema Lagunar Boca Paila (Punta Allen).

En las figuras 6 y 7 se puede observar que los dos municipios ubicados dentro de la zona de influencia del sitio piloto (José María Morelos y Felipe Carrillo Puerto) registran grados de sensibilidad altos ante el cambio climático, en tanto que la capacidad de adaptación a este fenómeno es media para Felipe Carrillo Puerto y baja para José María Morelos. Esto plantea un panorama de alta vulnerabilidad para la región que comprende al sistema lagunar Boca Paila.

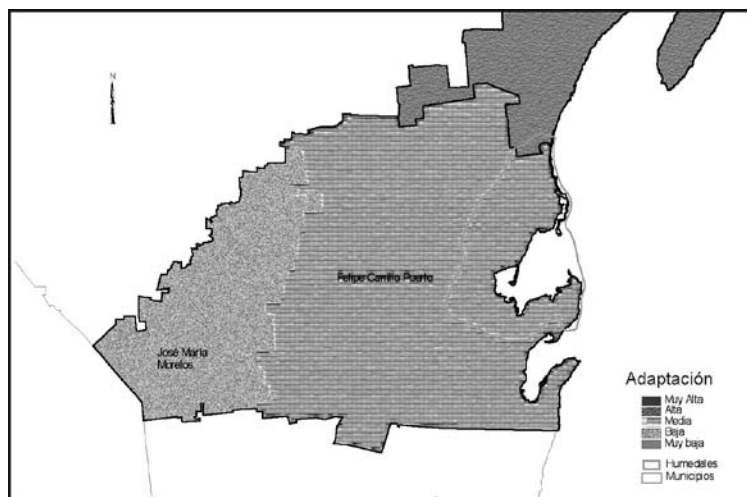
28 Resultados del componente de proyecciones de cambio climático de este estudio (Magaña et al., 2007).

Figura 6. Índice de sensibilidad ante el cambio climático de los municipios dentro de la zona de influencia del sitio piloto Sistema Lagunar Boca Paila (Punta Allen).



Fuente: elaborado por Graizbord *et al.*, 2007, para este estudio.

Figura 7. Índice de capacidad de adaptación al cambio climático de los municipios dentro de la zona de influencia del sitio piloto Sistema Lagunar Boca Paila (Punta Allen).



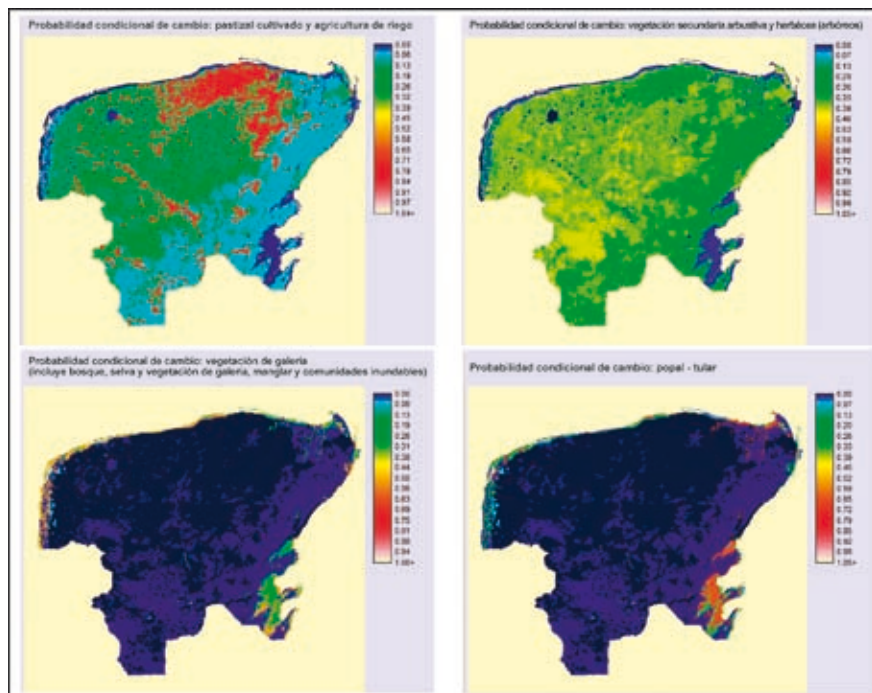
Fuente: elaborado por Graizbord *et al.*, 2007, para este estudio.

5.8.9 PROYECCIONES EN EL USO DEL SUELO

La sección 6.5 trata sobre las proyecciones hacia 2020 en el uso de suelo para la zona costera del Golfo de México, de acuerdo con las tendencias de cambio encontradas entre 1976 y 2000, y utilizando modelos probabilísticos (módulo de Markov). De manera similar, se realizaron proyecciones en cada sitio piloto y su cuenca asociada. A continuación se presentan los resultados específicos para el sistema lagunar Boca Paila. Las principales proyecciones para la Península de Yucatán fueron presentadas en las secciones 5.6 y 5.7, pues los sitios piloto Los Petenes y Nichupté comparten la misma cuenca con el sistema lagunar Boca Paila.

El uso del suelo que parece dominar al hacer las proyecciones para el año 2020 es la vegetación hidrófila, en particular popal-tular. Las medidas de conservación establecidas en la reserva de la biósfera Sian Ka'an serán un factor determinante para el mantenimiento de la cobertura vegetal y los procesos asociados con la interacción de los hábitats y la población que sustentan (figura 8).

Figura 8. Probabilidades de cambio de uso de suelo para 2020 por clases de cobertura en la península de Yucatán.



Fuente: elaborado por Gómez *et al.*, 2007, para este estudio.