



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO EN GEOGRAFÍA
MAESTRÍA EN GEOGRAFÍA AMBIENTAL

**VULNERABILIDAD AL AUMENTO DEL NIVEL DEL MAR Y CAMBIO
CLIMÁTICO DE POBLACIONES COSTERAS PESQUERAS EN LA RESERVA
DE LA BIOSFERA SIAN KA´AN, QUINTANA ROO.**

TESIS

**QUE PARA OPTAR EL GRADO DE:
MAESTRA EN GEOGRAFÍA**

PRESENTA:

MYNJELL PATRICIA SALCEDO BARRAGÁN

TUTOR:

**DRA. LETICIA GÓMEZ MENDOZA
COLEGIO DE GEOGRAFÍA, UNAM**

MÉXICO, D.F. NOVIEMBRE 2013



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

*“Puesto que somos la causa de
nuestros problemas medioambientales,
somos nosotros quienes los
controlamos y, por lo tanto, podemos
elegir entre seguir causándolos o
empezar a ponerles remedio”*

- *Jared Diamond, biogeógrafo, escritor y
explorador de National Geographic*





AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se realizó gracias al apoyo:

**Del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), bajo
la beca de Posgrado.**



**Grupo de investigación Clima y Sociedad (Dr. Ernesto Caetano,
Dr. Víctor Magaña y Dra. Leticia Gómez).**



**Programa PAPIME (PE301212) Mejoramiento y Actualización de la
Enseñanza en Climatología del Colegio de Geografía, FFyL,
UNAM**

(Dra. Leticia Gómez Mendoza).



**Proyecto de Investigación de la Facultad de Filosofía y Letras
(PIFFyL 2010_007) Cambio Climático y sus implicaciones en la
Biodiversidad**

(Dra. Leticia Gómez Mendoza).



**Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP),
Reserva de la Biosfera Sian Ka'an.**

DEDICATORIA

Agradezco a la Universidad Nacional Autónoma de México, por ser mi hogar por tantos años, por las experiencias y lecciones que me brindó, y por darme la oportunidad de encontrar algunas de mis pasiones como es la Geografía Ambiental.

A mi hermosa familia: mi mamá Paty, mi hermano Marco y a Everardo Olguín por su apoyo incondicional, los quiero mucho. Siempre han sido y serán un gran pilar en mi vida.

A mis queridos profesores: Dra. Leticia Gómez y al Mtro. José Manuel Espinoza, muchas gracias por todo lo que me han enseñado a lo largo de estos años, realmente no tengo palabras para agradecer las maravillosas personas que son y por la fortuna de haberlos conocido. Gracias.

A mis sinodales: Dr. Ernesto Caetano, Dr. José Ramón Hernández, Dra. Carmen Juárez y Dra. Margarita Caso; muchas gracias por su dedicación y aporte para mi trabajo de investigación. Mil Gracias.

A mis compañeros y amigos del seminario de Cambio Climático y Biodiversidad por su apoyo y ánimo en todo momento, gracias: Rocío, Nayeli, Gisela, Lulú, Gustavo y Dulce

Al Géog. Gabriel Sánchez, Geóg. Mischel Reyes y al Géog. José Mayo por su amistad, apoyo y hospitalidad en mi estancia en Quintana Roo. Gracias!

A mis jefes en la SEDEMA, Ing. Daniel Zuzuárregui y al Biól. Horacio Medina por todo su apoyo para facilitar mi titulación.

A mis queridos grandes amigos por ser parte de mi inspiración: Cecilia Chaparro, Ricardo Llamas, Daniel Salcedo, Ana García, Claudia Márquez y Carol Dávila. Los quiero mucho.



Contenido	
Introducción	1
Planteamiento del problema	4
Justificación	6
Hipótesis	8
Objetivo general	9
Objetivos particulares	9
Marco teórico-conceptual	9
Metodología	15
	19
Capítulo 1. Aspectos físicos y socioeconómicos de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an.	
1.1 Localización	19
1.2 Relieve	21
1.3 Clima	23
1.4 Hidrología	24
1.5 Edafología	25
1.6 Vegetación	26
1.7 Fauna	32
1.8 Historia del poblamiento de Quintana Roo y Sian Ka'an	34
1.9 Principales actividades económicas	38
	45
Capítulo 2. Principales amenazas en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an	
2.1 Aumento de la temperatura en el océano	46
2.2 Ciclones tropicales	47
2.3 Marea de tormenta	51
2.4 Oleaje	56
2.5 Clima y actividad tectónica	56
2.6 Aumento proyectado del nivel del mar para el siglo XXI	59
2.7 Estimaciones de impactos esperados para el Mar Caribe y Golfo de México	60

2.8 Aumento del nivel del mar en la Reserva de la biosfera Sian Ka'an	62
	68
Capítulo 3. Vulnerabilidad social y su evaluación	
3.1 Punta Allen	69
3.2 Punta Herrero	72
3.3 La langosta espinosa (<i>Panilirus Argus</i>)	80
3.4 Identificación de actores sociales y conflictos regionales y locales	82
	89
Capítulo 4. Evaluación de capacidad adaptativa en comunidades costeras. (Resultados)	
4.1 Estudio de Caso: Punta Herrero, Reserva de la Biosfera Sian Ka'an	90
4.2 Estudio de caso: Punta Allen, Reserva de la Biosfera Sian Ka'an	96
4.3 Modelo FPEIR aplicado a las localidades Javier Rojo Gómez y José María Azcorra en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an	105
4.4 Adaptación basada en comunidades	109
	117
5. Discusión	124
6. Conclusiones	126
7. ANEXO fotográfico	132
8. Referencias	



Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, Quintana Roo.



INTRODUCCIÓN

El tema de cambio climático ha tomado gran importancia en los últimos años debido a las evidentes variaciones estadísticamente significativas, principalmente de temperatura y precipitación, provocando alteraciones fenológicas, afectaciones en acuíferos y disponibilidad de agua para consumo humano, así como pérdida de biodiversidad, debido a alteraciones ecosistémicas, entre otros cambios.

Por otra parte, las variaciones en el nivel del mar junto con los eventos meteorológicos extremos, como huracanes (de mayor intensidad), provocan una marcada erosión en dunas costeras y playas arenosas. La mortandad de ecosistemas como manglares y arrecifes coralinos también se han visto alteradas por la variabilidad climática, poniendo en riesgo la diversidad de especies marinas y terrestres, muchas de ellas de importancia comercial para las localidades costeras.

Ante tales eventos, las comunidades instaladas dentro de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an (RBSK) en el estado de Quintana Roo, han tenido que adoptar alternativas para aprovechar sustentablemente los recursos naturales mediante técnicas de pesca y ecoturismo.

Sin embargo, no sólo ha de tomarse en cuenta las amenazas que hoy en día se presentan en la región, puesto que el desarrollo de proyecciones y modelos climáticos (propuestos principalmente por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático), ha permitido proponer estrategias de adaptación a las variaciones climáticas con fines precautorios para convertirse en comunidades resilientes, que les permita mantener su estructura social frente a factores de presión o estrés, ya sea a través de la resistencia o adaptación al cambio.

Una medida a desarrollar en esta investigación será la adaptación basada en comunidades (ABC). La cual, a pesar de ser pionera en nuestro país, los programas piloto llevados a cabo en países como Bangladesh, Indonesia, Perú y Guatemala, permitirá extrapolar y adaptar algunas técnicas posibles para poner en marcha en las comunidades costeras en la RBSK.

El capítulo 1 de esta investigación está referido a la caracterización física y socioeconómica de la RBSK. Primero, se revisan aspectos básicos como localización de la zona en estudio, relieve, clima, hidrología, edafología, tipos de vegetación, y fauna característica en la reserva.

Para una mejor perspectiva, se considera de gran peso el aspecto social incluyendo datos de censos históricos, y las principales actividades económicas como la forestal, pesca y turismo.

En el capítulo 2, se identifican las principales amenazas en la RBSK como son el aumento en la temperatura del océano, ciclones tropicales, mareas de tormenta, oleaje, clima y actividad tectónica. También se muestran algunos modelos de simulación de mareas de tormenta y aumento del nivel del mar, que ejemplifican su importancia para la toma de decisiones. Finalmente, se hace referencia a las estimaciones locales y regionales de aumento del nivel de mar, así como los impactos esperados para fin de siglo. Uno de los principales productos en este apartado es la representación cartográfica de localidades en riesgo al aumento del nivel del mar en la RBSK.

El capítulo 3 está enfocado a la problemática social dentro de la RBSK, los campamentos pesqueros que operan dentro de la reserva y sus actores clave. Se hace referencia a conceptos como factor exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa, como elementos de evaluación de la vulnerabilidad social.

En el capítulo 4, se desarrollan matrices de vulnerabilidad de acuerdo al trabajo realizado en campo, incluye la evaluación cualitativa de la vulnerabilidad social en las comunidades pesqueras de Punta Allen y Punta Herrero. Algunas

otras metodologías fueron combinadas para realizar matrices de fortalezas-oportunidades-debilidad y amenaza (FODA), modelos de fuerza motrices-presión-estado-impacto-respuesta (FPEIR), los cuales se fundamentan en una evolución secuencial que incorpora el modelo PER (presión-estado-respuesta). Estas metodologías permiten plantear sistemas de indicadores coherentes de forma integral a la problemática ambiental.

En este apartado final también se hace referencia a las propuestas para medidas de adaptación basada en comunidades (ABC) que proponen algunos países, aplicada a la RBSK con la finalidad de propiciar una adaptación anticipatoria, por parte de las comunidades que integran la reserva.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Panel Intergubernamental de Cambio Climático, IPCC (2001) definió al Cambio Climático como “la variación estadísticamente significativa, ya sea de las condiciones climáticas medias o de su variabilidad, que se mantiene durante un período prolongado (generalmente durante decenios o por más tiempo)”. Este cambio del clima puede deberse a procesos naturales internos o a un forzamiento externo, o a cambios antropógenos duraderos en la composición de la atmósfera. La energía de la radiación solar que ingresa a la Tierra se equilibra aproximadamente con la radiación saliente, así que cualquier factor que altere este equilibrio puede afectar el clima en el planeta (Conde, 2006).

La atmósfera de la Tierra está compuesta principalmente de nitrógeno y oxígeno, contiene además pequeñas cantidades de los llamados gases de efecto invernadero (GEI), como el bióxido de carbono (principal GEI), el vapor de agua y el metano. También existen otros gases que contribuyen al cambio climático, tanto por el tiempo que se pueden mantener en la atmósfera provocando su calentamiento, como por su capacidad de almacenar calor: Óxido nitroso (N₂O), Hidrofluorocarbonos (HFC), Perfluorocarbonos (PFC) y Hexafluoruro de azufre (SF₆) (Landa *et al.*, 2010)

Sin embargo, los aumentos en las concentraciones de GEI reducen la eficiencia con la cual la superficie de la Tierra irradia energía al espacio. La atmósfera absorbe más radiación terrestre que se desprende de la superficie y vuelve a emitirla en altitudes superiores y temperaturas más bajas. Así, se produce un forzamiento radiativo positivo que tiende a calentar la atmósfera inferior y la superficie. Como se desprende menos calor hacia el espacio, se refuerza el efecto invernadero; es decir, se intensifica un efecto que ha ocurrido en la atmósfera de la Tierra durante miles de millones de años. Esto provoca que se eleve la temperatura promedio global de la Tierra y que el nivel del mar aumente, debido a la expansión de los océanos que se produce al calentarse su agua y al derretirse los grandes hielos terrestres. Un planeta con temperaturas más

elevadas resulta en un ciclo hidrológico más intenso, con eventos extremos más frecuentes y huracanes más fuertes.

El aumento del nivel del mar en las costas se reconoce como uno de los resultados más directos del calentamiento global. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura; junto con la Comisión Oceanográfica Intergubernamental, UNESCO y COI, (2010), en la actualidad, un 10% de la población mundial habita en zonas costeras con una elevación menor a 10m. Las ciudades portuarias del mundo albergan una población total de cuatrocientos millones de personas, de las cuales un 10% están expuestas a una inundación costera cada cien años (UNESCO-COI, 2010).

A causa del aumento exponencial de la población, las comunidades humanas han llegado asentarse en zonas sensibles como cuencas fluviales y llanuras costeras, las cuales resultarán más vulnerables a riesgos como tormentas, inundaciones y sequías, incrementándose la incidencia de ciertas enfermedades por vector como el dengue y el paludismo. Olivo *et al.* (2010), UNESCO y COI (2010), Convenio sobre la Diversidad Biológica, CDB (2007), March *et al.* (2011); mencionan algunos efectos principales del incremento del nivel del mar; entre estos destacan problemas de erosión e inundación, regresión de la línea costera, intrusión salina, alteración de rangos de mareas y patrones de sedimentación, así como la pérdida de humedales y riqueza biológica.

Un estudio de vulnerabilidad en el Golfo de México y Mar Caribe realizado por Ortíz y Méndez (1999), considera aumentos de 1 a 2 m sobre el nivel promedio del mar para el año 2100, e identifica cinco zonas susceptibles dentro de las cuales se incluyen las bahías de Sian Ka'an en Quintana Roo. También se menciona la afectación de los ecosistemas por el cambio climático, en particular el aumento del nivel del mar causado por la expansión térmica en el océano y el deshielo de glaciares y casquetes polares (Conde y Saldaña, 2007).

El concepto de vulnerabilidad en el contexto del cambio climático se define como: El grado en el cual un sistema es susceptible o incapaz de hacer frente a

los efectos adversos al cambio climático, que incluyen la **variabilidad** y los extremos climáticos. La vulnerabilidad es una función del carácter, la magnitud y rapidez de la variación del clima a la cual está **expuesto** un sistema, así como su **sensibilidad** y su **capacidad de adaptación** (IPCC, citado en Marco de Políticas y Adaptación al Cambio Climático; PNUD, 2005; Ley General de Cambio Climático, 2012), también el IPCC lo define como “Los impactos residuales del cambio climático luego que han sido implementadas las medidas de adaptación”

Landa y colaboradores (2010) definen la vulnerabilidad como: La probabilidad de que una comunidad o grupo de personas, expuestas a una amenaza o peligro, puedan sufrir daños humanos y materiales según el grado de fragilidad de algunos de sus elementos.

Según Magaña y colaboradores (2004), la vulnerabilidad es un proceso que puede ser modificado, esto se observa si se considera el *factor riesgo* como la sumatoria de la amenaza y la vulnerabilidad. En el primer caso, las amenazas son las condiciones asociadas al cambio climático (p.e. el aumento del nivel del mar), y la vulnerabilidad estará en función al grado de desarrollo de un país, de su situación geográfica y de las medidas de mitigación y adaptación que se implementen. De tal manera, que identificar la vulnerabilidad en esta zona permitirá a sus pobladores reducir el factor de riesgo mediante estrategias de adaptación.

JUSTIFICACIÓN

El cuarto informe del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC), estima que las consecuencias del calentamiento global en América Latina y el Caribe serán significativas. Muchos sistemas naturales serán alterados por la variabilidad climática y eventos extremos, y las poblaciones humanas que

dependen de éstos sistemas serán inexorablemente afectadas. Se estima que el tercio de la población de América Latina y el Caribe (Conde y Saldaña, 2007), principalmente las que viven bajo pobreza extrema y zonas en riesgo serán los más vulnerables a los impactos del cambio climático.

Para realizar medidas de adaptación, es necesario identificar las fortalezas con las que cuenta una población para minimizar impactos a los que se están expuestos. Una de estas fortalezas son los beneficios que ofrecen las áreas naturales protegidas (ANP), las cuales son áreas del territorio nacional que albergan la biodiversidad más representativa del país, y que no han sido alteradas significativamente por el hombre. Así, cada sistema natural o seminatural puede ser manejado para asistir la mitigación y adaptación hacia el cambio climático.

El estudio de las zonas vulnerables en la RBSK al aumento del nivel del mar permite identificar zonas de riesgo en las cuales están ubicadas las localidades costeras, afectando su entorno natural, formas de vida, cultura y economía. Por lo tanto, este estudio se enfocará en el aspecto social para identificar medidas de adaptación de las comunidades.

Involucrar a los pobladores en programas y acciones que favorezcan el desarrollo de la comunidad es de gran importancia. La capacidad humana de absorber perturbaciones al mismo tiempo que mantiene la misma estructura básica y funcionamiento, así como su capacidad de auto-organización y adaptación al estrés hacen que la población tenga una mayor oportunidad para enfrentar los impactos del cambio climático. La capacidad de adaptación (individual o colectiva) que presenten los pobladores, condicionarán el nivel de resiliencia de su sistema, es decir, mantendrán funciones o procesos clave a nivel sociedad frente a factores de presión o estrés, tanto a través de la resistencia como a través de la adaptación al cambio.

La pesca sustentable de langosta espinosa y el buen manejo de los sistemas naturales para el turismo, son las principales actividades económicas en Sian Ka'an. Sin embargo, para llevar a cabo medidas de adaptación, en ocasiones

será necesario plantear otras alternativas para minimizar impactos físicos, biológicos y sociales, ya sea ajustando áreas de aprovechamiento o iniciar una movilización social con condiciones más adecuadas y menos riesgosas.

En los últimos años se han realizado investigaciones relacionados al cambio climático, aumento del nivel del mar (Bello *et al.*, 2009; CONANP ,2010; March *et al.*, 2011; Landa *et al.*, 2010; entre otros), estrategias de adaptación en áreas protegidas, así como estrategias de adaptación y mitigación al cambio climático. Sin embargo el enfoque social de las comunidades que viven en las áreas naturales protegidas en nuestro país ha sido poco estudiado. Esta investigación presenta diversas metodologías para la adaptación del sector social a amenazas del cambio climático dentro de un territorio dedicado a la conservación. Así también, el enfoque social en esta investigación identifica fortalezas socio-organizativas en las localidades dentro de la reserva.

HIPÓTESIS

El aumento del nivel del mar y su zonas de expansión continental identificadas en los escenarios de cambio climático y simulaciones de su incremento representan una amenaza para las poblaciones costeras de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an en Quintana Roo, por lo que la vulnerabilidad de dichas poblaciones estará caracterizada por su capacidad de adaptación a dichos cambios.

OBJETIVO GENERAL

Identificar la vulnerabilidad de las poblaciones humanas en la zona costera en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an (RBSK), Quintana Roo al aumento del nivel del mar y proponer medidas para reducir su vulnerabilidad.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Reconocer los ecosistemas más vulnerables al aumento del nivel del mar en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, Quintana Roo.
- Realizar una cartografía de riesgo de las principales poblaciones humanas asociado al aumento del nivel del mar.
- Identificar los principales impactos socioeconómicos en la Reserva por el aumento del nivel del mar.
- Proponer medidas para disminuir la vulnerabilidad en las poblaciones costeras.

MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL.

Cambio climático: variabilidad climática y vulnerabilidad

El clima depende de un gran número de factores que interactúan de manera compleja. Hoy en día se piensa en éste como un estado cambiante de la atmósfera, mediante sus interacciones con el mar y el continente en diversas escalas de tiempo y espacio (Magaña, 2004). Cuando un parámetro meteorológico como la precipitación y la temperatura sale de su valor medio de muchos años, se

habla de **variabilidad climática** y puede ser asociada a forzamientos internos, como inestabilidades en la atmósfera y/o el océano; o por forzamientos externos, como puede ser algún cambio en la intensidad de la radiación solar recibida o incluso cambios en las características del planeta (concentraciones de gases de efecto invernadero, cambios en el uso de suelo, etc.).

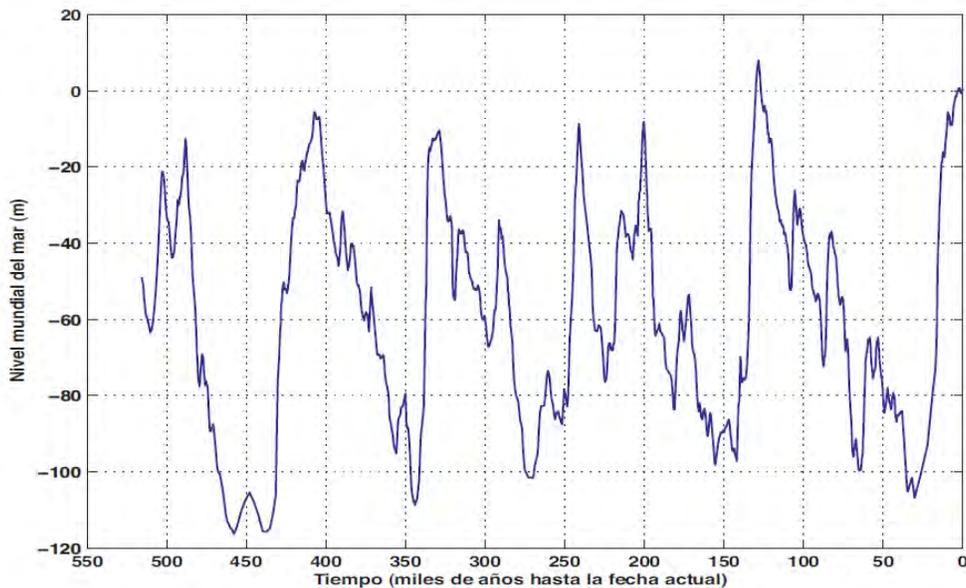
La fuente de energía más importante para que funcione el sistema climático es el Sol. La forma de la Tierra hace que no llegue la misma energía del Sol a todo el planeta. De este modo, hacia los polos, la energía que llega es mucho menor que en el ecuador. Esta característica es determinante para saber por qué hay diferentes climas en la Tierra, por ello se dice que el cambio es inherente al sistema climático del planeta.

No obstante, a su vez, las variaciones en el clima de la Tierra tienen un profundo efecto sobre la vida. La paleoecología ha registrado la respuesta de poblaciones, comunidades y ecosistemas a los cambios climáticos durante periodos de expansión y retirada glacial en los últimos 100,000 años. En una escala de tiempo aún más prolongada, el registro fósil relata la historia de un cambio evolutivo como resultado de la dinámica del clima de la Tierra en el tiempo geológico.

En el transcurso de los ciclos glaciales de los últimos millones de años, el nivel del mar ha oscilado en más de cien metros a medida que aumentaba y disminuía la extensión de los mantos de hielo, particularmente en Europa septentrional y América del Norte (UNESCO y COI, 2010). Estas variaciones del nivel del mar, así como los promedios mundiales del cambio de temperatura a ellas vinculado, reflejaban inicialmente las variaciones de la radiación solar en la superficie de la Tierra (períodos de oblicuidad, precesión y excentricidad orbital), (Tarbuck y Lutgens, 2005) posteriormente amplificadas por los efectos de retorno asociados a las variaciones del albedo de la Tierra y de la concentración de gases de efecto invernadero.

La magnitud de las temperaturas mundiales esperadas para finales del siglo XXI es similar a la del último período interglacial, sobrevenido hace aproximadamente 125,000 años. Los datos paleocronológicos indican que, por aquel entonces, el nivel del mar aumentaba aproximadamente entre 6 y 9 m por milenio, llegando a superar en 6 a 9 m los valores actuales, con temperaturas polares entre 3 °C y 5 °C superiores a las actuales (UNESCO y COI,2010).

Durante los 100,000 años siguientes, el nivel del mar descendió su nivel hasta 130 m por debajo de los valores actuales, al tiempo que se formaban los mantos de hielo de la Europa septentrional y de América. Entre 20,000 y 7,000 años antes de nuestros días, aproximadamente, los mantos de hielo se contrajeron bruscamente y el nivel del mar aumentó con gran rapidez en torno a 1 m/siglo en promedio durante muchos milenios, llegando a alcanzar posiblemente, durante la desglaciación, varios metros por siglo. Posteriormente, y hasta hace 2,000 años, el nivel del mar aumentó más despacio. En los últimos 2,000 años transcurridos hasta el siglo XVIII, los datos paleocronológicos indican que el nivel del mar ha variado a un menor ritmo (UNESCO y COI, 2010) (Fig. i).



Fuente: UNESCO y COI, 2010.

Figura i). Nivel del mar durante los últimos 500,000 años, en comparación con los niveles actuales.

Los datos obtenidos en núcleos de sedimento costero y otros datos paleocronológicos del nivel del mar, así como los escasos registros mareográficos de larga duración (anteriores a 1900), las reconstrucciones del nivel del mar durante el siglo XX y los datos altimétricos obtenidos mediante satélites indican que la rapidez del aumento del nivel del mar se ha incrementado en un orden de magnitud aproximadamente, pasando de apenas unas decenas de milímetro al año durante los milenios anteriores hasta cerca de 1,7mm/año durante el siglo XX. Desde 1993, la tasa de aumento ha sido superior a 3 mm/año, más que en cualquier otro periodo de duración similar del siglo XX (UNESCO y COI, 2010).

A la variación del nivel del mar contribuyen muy diversos procesos físicos, ninguno de los cuales produce una señal espacialmente uniforme. A escalas de tiempo decenales, los factores que más contribuyen son:

- a) La dilatación térmica del océano superior: El aumento de temperatura en el océano conforme a la profundidad del agua varía de un lugar a otro. De esta manera, el agua cálida se expande (se dilata) más que el agua fría para un determinado cambio de temperatura. La distribución geográfica del cambio en el nivel del mar es resultado de la variación geográfica de la expansión térmica, los cambios en la salinidad, los vientos, la circulación de los océanos. La gama de variación regional es considerable; comparado con el aumento medio del nivel del mar. (IPCC, 2001).

- b) El deshielo de glaciares y casquetes de hielo: (que aumentó en los años 90): El nivel del mar cambia también cuando la masa de agua oceánica aumenta o disminuye. Esto ocurre cuando el agua es intercambiada con el agua acumulada en la tierra. (el principal acopio en tierra es de agua congelada en los glaciares o en las capas de hielo). En realidad, la principal razón de que el nivel del mar hubiese descendido durante el último período glacial fue la cantidad de agua acumulada en la gran extensión de las capas de hielo sobre los continentes del hemisferio norte. Después de la

expansión térmica, se prevé que la fusión de los glaciares de montaña y de los casquetes de hielo constituirá el principal aporte del aumento del nivel del mar en los próximos cien años. Esos glaciares y casquetes de hielo representan sólo un escaso porcentaje de la superficie de hielos continentales en el mundo, pero son más sensibles al cambio climático que las capas de hielo más vastas en Groenlandia y en la Antártida, porque las capas de hielo están en climas fríos, con menos precipitaciones y bajos índices de fusión. En consecuencia, se prevé que las grandes capas de hielo harán sólo un reducido aporte al cambio del nivel del mar en los próximos decenios (CDB, 2007; UNESCO y COI, 2010).

Durante el siglo XXI la variabilidad climática persistirá, y las poblaciones costeras resultarán afectadas conjuntamente por las pautas de aumento del nivel del mar en los largos periodos, por la variabilidad natural del nivel del mar y, así como por las variaciones extremas causadas por tempestades y olas.

En 1995 el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) sugirió que "...el balance de las evidencias sugiere que hay una influencia humana discernible en el clima global...". El problema de pronunciarse de manera definitiva respecto al cambio climático radica en que, a diferencia de los ciclos regulares de las glaciaciones o de las estaciones, muchas formas de variabilidad natural de muy baja frecuencia del sistema climático apenas comienza a explicarse y no es fácil diferenciarlas del cambio climático de origen antropógeno. Las anomalías del clima experimentadas en el último siglo, o por vivirse en las próximas décadas podrían incluir alteraciones en las formas como actualmente experimentamos la variabilidad interanual o interdecadal del clima.

Los impactos de un clima anómalo o extremo en diversos sectores de la actividad humana son lo que ha llevado a la sociedad, incluyendo sus instituciones de gobierno, a interesarse en el tema de cambio climático. Las agendas de naciones desarrolladas y en desarrollo incluyen un componente dedicado al

análisis de los impactos del cambio climático, principalmente analizando alcances y limitaciones del conocimiento científico que se tiene hasta ahora con el clima. Dependiendo de la intensidad y duración de una anomalía en la lluvia o en la temperatura, así como el grado de vulnerabilidad de una sociedad o de un ecosistema, los impactos del clima pueden variar de imperceptibles a catastróficos.

Para entender el origen de muchos de los desastres naturales es importante tener en cuenta el factor riesgo, visto como una combinación de la amenaza y la vulnerabilidad. La amenaza es la probabilidad que ocurra un evento en un lugar y tiempo determinado con suficiente intensidad como para producir daño; mientras que la vulnerabilidad estará asociada al desarrollo de un país, estado o municipio (Magaña, 2004) y se define como la probabilidad de que una comunidad o un grupo de personas, expuesta a una amenaza o peligro, puedan sufrir daños humanos y materiales según el grado de fragilidad de algunos de sus elementos como infraestructura, tipo de vivienda, riesgo en las actividades productivas, etc.

La vulnerabilidad varía mucho entre las comunidades, los sectores y las regiones. Esta diversidad del “mundo real” es el punto inicial para una evaluación de la vulnerabilidad. Las comparaciones internacionales de vulnerabilidad suelen enfocarse en indicadores nacionales, por ejemplo, para agrupar a los países menos desarrollados o para comparar el progreso en el desarrollo humano entre los países con condiciones económicas similares. A nivel nacional, las evaluaciones de vulnerabilidad contribuyen a establecer prioridades de desarrollo y supervisar su progreso. Las evaluaciones sectoriales ofrecen más detalles y metas para planes estratégicos de desarrollo. A un nivel local o comunitario, pueden identificarse los grupos vulnerables e implementarse estrategias para hacerle frente a la vulnerabilidad mediante el uso, con frecuencia, de métodos participativos (Downing y Patwardhan, 2005).

METODOLOGÍA

La metodología utilizada en esta investigación incluye una recopilación de fuentes científicas relacionadas al tema de cambio climático, calentamiento global, aumento del nivel del mar, vulnerabilidad en zonas costeras y Adaptación Basada en Comunidades (ABC) de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y CARE de Perú, así como modelos de simulación de aumento del nivel del mar.

La identificación de conceptos clave juega un papel importante en el desarrollo de los objetivos, reconociendo panoramas generales de la problemática a analizar. El trabajo de campo consistió en dos visitas a la zona en estudio para obtener información sobre la percepción del riesgo al aumento del nivel del mar por parte de las cooperativas de pescadores en la reserva.

Se llevaron a cabo entrevistas a los principales actores clave como son los miembros de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) de Sian Ka'an en Quintana Roo y representantes de las cooperativas pesqueras y turísticas de la reserva.

La implementación de esta metodología se basó en el manual de capacidad y vulnerabilidad climática propuesta por el Care Perú (2010) y el Marco de adaptación al cambio climático (IUCN, 2010), donde se considera los siguientes factores (Fig.2):

a) **Factor de exposición** se refiere al grado en que una comunidad experimenta los impactos asociados al cambio climático. Estos impactos son derivados de una variación en el clima al que dicha comunidad no está familiarizada y que por ende no están preparados para afrontar fácilmente. Ejemplo de ello es la exposición que tienen los pobladores de la reserva al estar asentados en la zona costera y no contar con la infraestructura adecuada que amortigüe los impactos, ya sea de huracanes o del mismo aumento del nivel del

mar que se estima sea de 1 a 2 metros para el año 2100. Las afectaciones por tales amenazas se manifiestan principalmente en inundaciones tierra adentro, lo cual afectaría a los asentamientos humanos, infraestructura, zonas de aprovechamiento para actividades ecoturísticas y pesca sustentable, así como a los ecosistemas que no alcancen a adaptarse a tales cambios.

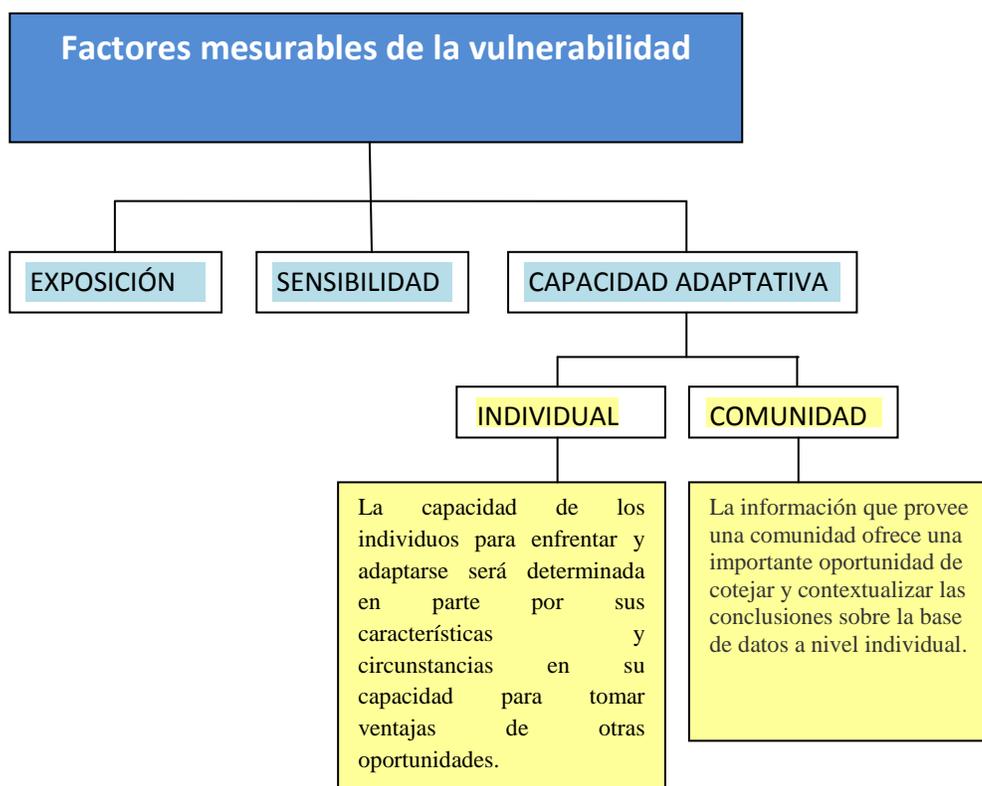
b) Sensibilidad que se relaciona con las características fisiológicas y el grado de tolerancia a la variabilidad climática que experimentan los organismos. Por ejemplo, los arrecifes de coral son altamente sensibles al aumento de temperatura del océano causando su blanqueamiento. Esta situación podría afectar a muchas especies que se benefician de este ecosistema. Las actividades económicas como la pesca podrían verse afectados, ya que algunas especies comerciales podrían no ser capaces de adaptar su metabolismo a cambios de temperatura en el océano. Por ello se dice que una sociedad que basa su economía en un recurso específico es más vulnerable a la variabilidad climática. La sensibilidad de los individuos está ampliamente determinada por cuán fuerte es su dependencia hacia ciertos recursos.

En muchas instancias, las características tanto individuales como de las comunidades que describen su dependencia en recursos marinos, pueden describir también su capacidad para adaptarse. Entonces, veremos la dependencia como una descripción del presente, y la capacidad adaptativa como una descripción del futuro potencial

c) Capacidad adaptativa que describe la habilidad de responder a desafíos a través del aprendizaje, manejo de riesgos e impactos, desarrollando nuevos conocimientos y elaborando eficaces enfoques con ayuda de las mismas comunidades. Esta requiere, entre muchas cosas, de la flexibilidad para experimentar y adoptar soluciones novedosas.

El Marco para Adaptación Social hacia el Cambio Climático, publicado por la *International Union for Conservation of Nature* (IUCN, 2009) sugiere una metodología para la evaluación de la capacidad adaptativa, tanto a escala

individual como en comunidad. Basada en estudios sociales trabaja con indicadores medibles, los cuales ofrecen respuestas útiles, tanto cualitativa como cuantitativamente (Fig.ii)



Fuente: IUCN, 2010; Echeverría *et. al*, 2011.
 Figura ii Factores que componen el análisis de la vulnerabilidad.

Con la información recaudada en las entrevistas, se realizó un análisis de tipo cualitativo, el cual permitió la construcción de matrices de **capacidad adaptativa**. Esta evaluación se desarrolló mediante semáforos cualitativos en relación al porcentaje de coincidencias en las respuestas de los entrevistados. También se implementó el modelo de “fuerzas motrices-presión-estado-impacto-respuesta (FPEIR) de la Agencia Europea del Medio Ambiente (AEMA) según Aguirre (2002) y la matriz de “fortalezas-oportunidades-debilidades-amenazas” (FODA) para aterrizar la información levantada en campo.

Se cartografiaron las zonas inundables en relación al aumento del nivel del mar, basado en las estimaciones obtenidas para el 2100 por Ortíz y Méndez (1999), donde se localiza a las principales poblaciones costeras vulnerables a dicha amenaza dentro de la RBSK. Dichos mapas son uno de los productos más importantes en esta investigación, ya que dará una pauta para la implementación de un análisis que permita aterrizar las medidas de adaptación por amenaza a inundaciones por la elevación del mar. Para ello se realizó una clasificación del modelo de elevación digital (DEM) con 90 metros de resolución del estado de Quintana Roo en un sistema de información geográfica (ArcGis 10), respetando las estimaciones ya mencionadas. La información requerida para la elaboración de dicha cartografía fue descargada de forma libre en los portales de información geográfica del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y la United States Geological Survey (USGS).

Finalmente se recurrió al tutorial de aprendizaje en línea “Planificación de la Adaptación al Cambio Climático de Base Comunitaria (ABC) de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y el manual ya mencionado del Care de Perú para identificar medidas de adaptación basada en comunidades.

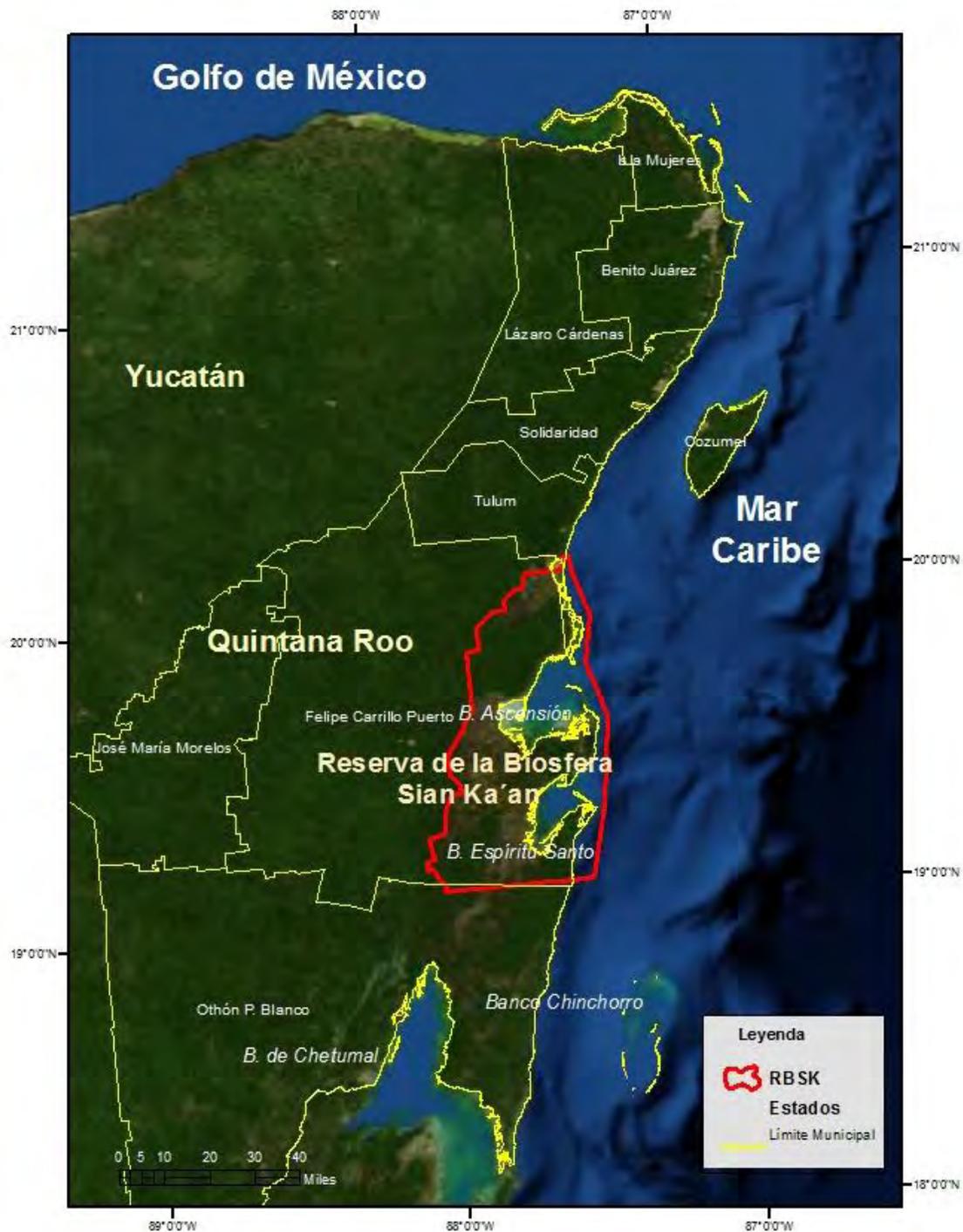
CAPÍTULO 1

Aspectos físicos y socioeconómicos de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an (RBSK).

1.1 Localización.

La Reserva de la Biosfera Sian Ka'an (RBSK) cuyo nombre significa "hechizo o regalo del cielo", de acuerdo con el diccionario maya Cordemex (INE, 1996), es una de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) más importantes y reconocidas de México. Fue decretada en enero de 1986 y reconocida internacionalmente un año más tarde por la UNESCO, como miembro de la red Internacional de Reservas de la Biosfera y, al mismo tiempo, "Patrimonio Natural de la Humanidad" (UNEP y WCMC, 2008). Se localiza en la zona costera central del estado de Quintana Roo y comprende una superficie de 528,000 hectáreas, de las cuales aproximadamente 120,000 son marinas.

Comprende los municipios de Felipe Carrillo Puerto, Cozumel, Solidaridad y Tulum. El límite oriental es el Mar Caribe, y abarca las grandes bahías de Ascensión y Espíritu Santo, así como la barrera de arrecifes hasta la profundidad de 50 metros en la plataforma continental. Al suroeste, los linderos son el límite de las marismas con las selvas subperenifolias y, al sur, la línea divisoria de los municipios de Felipe Carrillo Puerto y Othon P. Blanco. Al norte y noroeste, los límites son políticos, marcados por los linderos de los ejidos Pino Suárez y Chunyaxche. Sus coordenadas extremas son 19° 05' a 20° 06' Norte, y 87° 30' a los 87° 58' Oeste. Se encuentra a unos 50 km, al norte de Chetumal y a 130 km, al sur de Cancún (Fig. 1.1).



Fuente: Elaboración propia con base en www.conabio.gob.mx/informacion/gis; e imagen satelital disponible en mapa base, ArcGis 10.

Figura 1.1. Localización de la Reserva de la Biosfera Sin Ka'an.

1.2 Relieve

El relieve del estado de Quintana Roo es plano, presenta una leve inclinación no mayor a 0.01 % y pendiente de dirección oeste a este, hacia el mar Caribe, además con algunas colinas de tamaño pequeño; la altura media es de 10 msnm (CONABIO, 2011). Y, desde el punto de vista geológico, la Península de Yucatán, consiste en una plataforma con potentes estratos de rocas carbonatadas. En la superficie, estas son reconocidas en una clara secuencia que va desde Paleoceno hasta el Cuaternario (Lugo *et al.* ,1992).

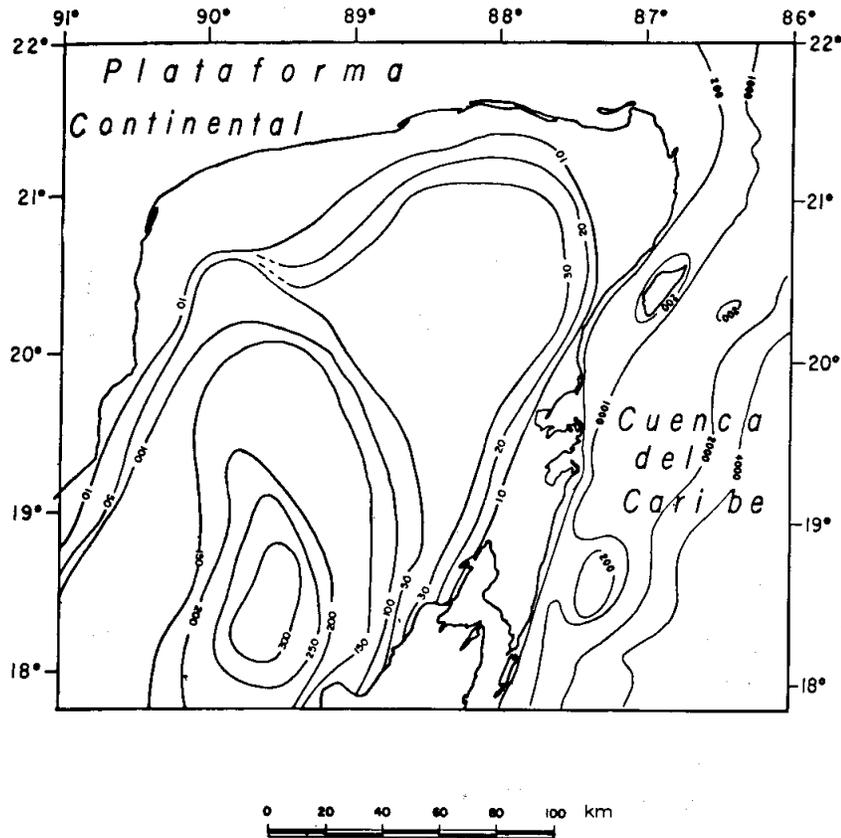
El escurrimiento en la península es casi totalmente subterráneo, lo que ha dado origen a un gran sistema de formas kársticas, que incluyen cenotes, poljes y sistemas de cuevas, con incluso cientos de metros de profundidad y decenas de kilómetros de longitud.

Sian Ka'an se sitúa en la franja más joven de la Península, con la mayor parte de sus terrenos emergidos en el Cuaternario hace menos de 2 millones de años. Las zonas de marismas son más jóvenes que las zonas más altas y secas ocupadas por las selvas. La reserva se encuentra dentro de la unidad orogénica Plataforma Yucateca, caracterizada por ser bastante plana (Fig.1.2), con una suave e imperceptible inclinación de sur a norte y sin elevaciones importantes, la altitud máxima es de 310 m.s.n.m. hacia Xpujil (INE, 1996).

La barrera arrecifal de Sian Ka'an, con 110 km de longitud forma parte del segundo arrecife más largo del mundo. Cuenta con diversos ambientes marinos representativos de la costa de Quintana Roo, incluyendo: playas arenosas, manglares, bahías someras, playas rocosas, marismas y arrecifes con una alta diversidad de especies.

Gracias a su ubicación, la reserva presenta elevados niveles de diversidad y endemismos. La biodiversidad marina se complementa con la terrestre por sus

ecosistemas y biotas diferentes, y ambas le confieren a México una posición destacada dentro de los países megadiversos. Una parte de dicha biodiversidad son los recursos pesqueros, considerados elementos importantes del capital natural de México.



Fuente: Lugo *et al.*, 1997.

Figura 1.2. Mapa de morfohipsas, representando una generalización de curvas de nivel. Elaborado con base en mapas topográficos del INEGI escala 1:50 000.

El 27 de noviembre de 2003 Sian Ka'an fue incluida en la Convención sobre los humedales de importancia internacional (Ramsar) con 652,193 ha (UNEP y WCMC, 2008), el cual es un tratado intergubernamental que sirve de marco para la acción nacional y la cooperación internacional en pro de la conservación el uso racional de los humedales y sus recursos.

1.3 Clima.

El clima de la reserva es cálido subhúmedo con lluvias en verano. La precipitación anual fluctúa entre 1100 y 1200 mm; el 70% ocurre entre los meses de mayo a octubre, siendo septiembre el más lluvioso y marzo el más seco. De acuerdo con datos del periodo entre 1971-2000, la temperatura máxima anual registrada fue de 31.8° C, la media anual de 25.6°C; y la temperatura mínima anual es de 19.5°C. Los meses más cálidos son julio y agosto, y el más frío enero (INE, 1996). La época de sequía es de diciembre a abril y el periodo de ciclones corresponde de junio a noviembre.

Por su vecindad con el mar, en la franja costera hay menor variación térmica en el transcurso del año. La temperatura de las localidades ubicadas en la costa o en sus alrededores es más baja que en el resto de la entidad, mientras que las temperaturas mínimas son ligeramente más elevadas.

En la zona continental, los días son calurosos y las noches más frescas. Asimismo, las brisas marinas influyen en las lluvias, pues contribuyen al desplazamiento de las nubes hacia el suroeste, antes de agotar su humedad; de esta manera, modifican la trayectoria normal de las masas de aire húmedo, que al entrar en la tierra por las costas siguen un curso sensiblemente orientado de este-sureste a oeste-noroeste. Lo anterior explica en parte la distribución territorial de las lluvias, las cuales disminuyen conforme avanzan en la dirección que siguen los vientos dominantes.

Las características y el comportamiento del régimen pluvial están determinados por las elevadas temperaturas y las condiciones generales de la circulación atmosférica, especialmente de los vientos alisios, de los nortes y las tormentas tropicales, que transportan las formaciones nubosas tierra adentro. Estas masas de aire, al no encontrar montañas que interfieran su paso, llevan a todo el estado la carga de humedad que recogen de las aguas oceánicas, por lo

cual puede llover en la misma proporción a lo largo de todo el territorio del Estado de Quintana Roo.

1.4 Hidrología.

Dadas las características geológicas y topográficas de la región, el uso de las aguas superficiales para abastecimiento público es poco significativo, ya que representa solamente 0.2 % de la extracción anual, y el restante 99.8 % proviene de fuentes subterráneas, 2 640 pozos, también conocidos como aprovechamientos (CONABIO, 2011).

El acuífero de Quintana Roo es de alta permeabilidad en la mayor parte de la entidad, excepto en su área suroeste, que es de permeabilidad media, así como en una pequeña franja al norte. Se trata de un acuífero de tipo freático, es decir, de poca profundidad. La mayor parte de la superficie estatal es de llanuras con notable desarrollo cárstico, que deja al descubierto los cenotes; en tanto que en el área de lomeríos la red de drenaje subterráneo está menos desarrollada y no se observa desde la superficie.

En Sian Ka'an, El agua de lluvia se filtra a través del sustrato poroso y corre lentamente bajo la superficie en dirección SO-NE. El nivel es muy cercano a la superficie. Se encuentra como máximo a 8 m y en las partes más bajas puede aflorar formando lagunas someras, o bien zonas inundables durante las lluvias. La superficie inundada a finales de la temporada lluviosa es superior al 70% en la parte terrestre. En la época seca un 20% de esta permanece inundada y corresponde a las zonas de manglar chaparro donde la concentración salina es elevada (INE, 1996).

La permeabilidad del sustrato determina la inexistencia de ríos y corrientes superficiales, salvo en aquellos lugares muy bajos donde el nivel topográfico corta el manto freático. En las partes altas de la Reserva, los únicos cuerpos de agua son los cenotes, debido al hundimiento de la bóveda cárstica.

1.5 Edafología.

En Quintana Roo los suelos son importantes para las actividades agrícolas, ganaderas y forestales así como para el turismo, urbanismo y recreación. Se trata de suelos jóvenes, algunos poco desarrollados, la mayoría de poca profundidad; y el grupo predominante son los leptosoles (lp). En Quintana Roo existen doce de los treinta grupos de suelos principales, reconocidos por la Base Referencial Mundial para el Recurso del Suelo (CONABIO, 2011). Cuatro grupos abarcan 85.58 % de la superficie estatal 1) Leptosoles (del griego leptos, delgado): suelos someros. 2) Vertisoles (del latín vertere, dar vuelta): suelos de arcillas pesadas revueltas. 3) *Phaeozems* (del griego phaios, oscuro; y del ruso, zemlja, tierra): suelos oscuros ricos en materia orgánica. 4) Luvisoles (del latín luere, lavar): suelos en los cuales la arcilla es lavada hacia abajo, desde la superficie hasta un horizonte de acumulación de alguna profundidad.

Se puede decir en general que el intemperismo (desintegración de las rocas por procesos físicos, químicos y biológicos) de la roca caliza ha producido en Quintana Roo suelos de textura fina, en la medida en que son arcillosos, aunque existen los suelos de textura gruesa (arenosos) en playas. Los suelos son fértiles por su elevado contenido de nutrientes y materia orgánica; sin embargo, por su escasa profundidad, por el estado permanente o temporal de saturación de agua conocido como hidromorfismo y por la salinidad (exceso de sal) y la sodicidad (exceso de sodio), son de uso limitado. Estas condiciones son permanentes cuando los suelos reciben agua en abundancia, sea de fuentes subterráneas o superficiales, y son lentos el drenaje o el escurrimiento por la presencia de horizontes de suelo muy poco permeables o endurecidos (pétricos). En Quintana Roo, los suelos son drenados, excepto en áreas cercanas a la costa, donde el drenado es escaso o nulo, lo que favorece la formación de humedales.

Los suelos en Sian Ka'an son generalmente más pobres que los del resto de la península; son también más jóvenes y poco evolucionados, pedregosos,

someros, fácilmente degradables y con potencial forestal (INE, 1992). Dentro de la clasificación de FAO (1974), dichos suelos corresponden a los tipos litoral y rendzina. El subsuelo está íntegramente formado por calizas blancas, arenosas, no mineralizadas, que por intemperismo 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.

La formación de un horizonte arcilloso es común en suelos antiguos, horizonte que aflora cuando las quemadas o la intemperie destruyen la capa de suelo negro, dando lugar a los suelos rojos de los tipos Chacluum o K'ankab. Todos ellos son suelos para los que se reportan deficiencias en Mn y K. Solamente en los bajos, y debido al arrastre coluvial desde zonas más altas, se forman suelos profundos, pero de textura muy fina y por tanto inundables, pesados, (Ak'alches), que pueden secarse y agrietarse durante la época de secas (INE, 1996).

1.6 Vegetación.

Un rasgo distintivo de Quintana Roo es su exuberante vegetación, propia de la región Caribe, reino Neotropical a la que pertenece el estado. La distribución de las comunidades está determinada por el clima, las características geológicas, tipos de suelo, topografía y la presencia del mar Caribe que aporta humedad hacia el continente (Figura 6).

Sus selvas están formadas por vegetación arbórea de origen tropical; reúnen un gran número de especies, muchas de ellas presentan contrafuertes, poseen enredaderas, lianas y plantas epífitas.

Como resultado de las actividades humanas, se han formado selvas secundarias que, al igual que los pastizales o palmares inducidos, no se consideran tipos de vegetación. En la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, se pueden encontrar los siguientes tipos de vegetación (Fig.1.3 y 1.4) (INE, 1996).

Selva alta subperennifolia. Se encuentra a 200 msnm. Se localiza al suroeste de Quintana Roo en los límites con Campeche y la República de Guatemala. En esta zona las condiciones climáticas son cálido-húmedas con precipitaciones promedio superiores a 1300 mm anuales. Sus árboles pueden llegar a medir hasta 50 m de altura y generalmente rebasan los 30 m. Las especies más características son: caoba (*Swietenia macrophylla*), chicozapote (*Manilkara zapota*), palo mulato (*Chakah*), pimienta (*Pimenta dioica*), bayo blanco y rojo (*Phaseolus vulgaris*), credo rojo (*Cedrela adorata*) (*k'uche'*), copal (*Bursera copallifera*), amapola (*Papaver rhoeas*), zapotillo (*Clethra mexicana*), entre otros.

Selva mediana subperennifolia. Es la más extensa, se distribuye de norte a sur y de este a oeste. En la porción oeste colinda con la selva mediana subcaducifolia. Los árboles de esta comunidad también tienen contrafuertes y poseen gran cantidad de epífitas y bejucos. Los árboles tienen una altura de entre 15 y 25 m, con troncos menos gruesos que los de la selva alta perennifolia, aun cuando se trata prácticamente de las mismas especies. Presenta tres rangos de altura (árboles de 4 a 12 m, de 12 a 22 m y de 20 a 30 m). Las palmas forman parte de los estratos, especialmente del bajo y del medio.

Las especies más representativas son: chechem negro (*Metopium browne*), chicozapote (*Manilkara zapota*), chaca (*Bursera simarouba*) y dzalam (*Lysiloma latisiliqua*), y dentro del estrato más bajo las palmas de chit (*Thrinax radiata*), nakax (*Coccothrinax read*) y los árboles Nectandra (*Byrsonima bucidaefolia*, *Caesalpinia gaumer*), el habin (*Piscidia piscipula*), el guayabillo (*Piscidium sartorianum*), el ya'xnik (*Vitex gaumer*), despeinada (*Beaucarnea ameliae*) y la palma kuka (*Pseudophoenix sargenti*).

Selva mediana subcaducifolia. Esta selva se localiza al norte del estado y en el centro oeste, en el límite con Yucatán, franja donde alcanza su máximo desarrollo. La altura promedio de los árboles es de entre 25 y 30 m. La densidad de los árboles y de la cobertura vegetal es mucho menor que la observada en las selvas perennifolias y subperennifolias. El suelo que sustenta a este tipo de vegetación es particularmente rocoso, con afloramientos de yeso, así como calizas

que dan origen a suelos oscuros, muy someros y pedregosos, con una pequeña capa de materia orgánica, formada por la gran cantidad de hojas que dejan caer los árboles.

Las especies más representativas son: Ox (ramón), pich orejón (*Enterolobium cyclocarpum*), jabín (*Piscidia piscipula*), ki', yaaxnik (*Vitex gaumeri*), bari (*Calophyllum brasiliense*), cascarillo (*Croton glabellus*), laurelillo (*Quercus laurina*), capulín (*Prunus serótina*), puk't, boxchechem, sakchechem, nance, zapote (*Manilkara zapota*), pomolche', caimito (*Chrysophyllum cainito*), jícaro (*Crescentia cujete*), pichi'che', ciricote (*Cordia dodecandra*), tsitsilche', katzin, chakah (pukte' enano), muk, sakpa', hulub, limoncillo (*Zanthoxylum fagara*), tasiste (*Acoelorrhaphe wrightii*), tzalam (*Lysiloma latisiliqua*), chechem blanco (*Metopium*). También abundan gramíneas y ciperáceas tales como: junquillo y jucarillo. Las epífitas son orquídeas de diferentes tipos y colores, piperáceas (familia de angiospermas) como el cordoncillo; bromeliáceas, como el xku, y la piñuela y bejucos como el muk.

Selva baja subcaducifolia. Son endémicas a la península de Yucatán, y en Sian Ka'an se establece en depresiones inundables conocidas como *ak'alche*, considera subcaducifolia porque más de 50 % de las especies pierden sus hojas en la estación seca del año. Los árboles miden entre cuatro y quince metros, el estrato herbáceo es muy reducido y sólo se puede apreciar cuando comienza la época de lluvias y retoñan o germinan las especies herbáceas. Este tipo de vegetación se desarrolla en la parte norte del estado, en condiciones donde predominan los climas cálidos subhúmedos, semisecos o subsecos. El promedio de temperaturas anuales es superior a 20°C. Las precipitaciones máximas anuales son de 1 200 mm y las mínimas de 600 mm, con una temporada seca bien marcada que puede durar hasta siete u ocho meses. Son frecuentes las plantas suculentas, llamadas así por su capacidad para almacenar agua en las hojas, la raíz o el tallo.

Las especies dominantes son chechem negro (*Metopium browne*), chicozapote, pucte (*Bucida buceras*) y dzalam (*Lysiloma latisiliqua*) en las partes más altas, y en aquellas más inundables son característicos el tinte (*Haematoxylon campechianum*), el pucte enano (*Bucida spinosa*), *Dalbergia glabra*, la jícara (*Crescentia cujete*) y otros arbolillos resistentes a la inundación periódica del suelo. Existen al menos cuatro variaciones de la selva baja inundable de acuerdo con el vegetal dominante: el pucteal, mucal, bucidal y tintal.

Manglar. Los manglares son formaciones vegetales en las que predominan distintas especies conocidas como mangles. Estos árboles o arbustos, poseen raíces aéreas respiratorias llamadas neumatóforos y tienen la particularidad de ser plantas resistentes a la salinidad del agua. Los manglares se desarrollan en planicies costeras de los trópicos húmedos, principalmente alrededor de esteros y lagunas costeras, cerca de la desembocadura de los ríos y arroyos. Los manglares son una transición entre los ecosistemas terrestres y marinos. Se distribuye en grandes macizos a lo largo de toda la costa de Quintana Roo, pero en mayor porción desde la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an hasta Xcalak.

Miden desde 80 cm hasta más de quince metros, pueden alcanzar los 25 metros. Por su composición florística se distinguen cuatro tipos: mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle negro (*Avicennia germinans*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*). Es común encontrarlos asociados, dependiendo de sus requerimientos y resistencia a la salinidad, en un gradiente relacionado a nivel de las mareas que los inundan o los bañan. Generalmente hay dominancia de una especie (mangle rojo), o de una asociación predominante de 2 ó 3 especies, dependiendo del lugar donde se haya establecido. En Quintana Roo la extensión de manglar es de aproximadamente 129,921 ha (CONABIO, 2011).

Petenes. Los petenes son islas de selva entre las marismas, formados por parches de suelo algo más elevado y por tanto a salvo de la inundación, de la intrusión salina y probablemente de los incendios. Los más grandes suelen presentar un cenote en su centro. Existen dos tipos de petenes, los inundados y

los no inundados, de acuerdo al tipo de suelo donde se desarrollan. En Sian Ka'an existen centenares de petenes, posiblemente más que en ninguna otra área protegida del mundo. Muchos de ellos son difícilmente accesibles y la mayor parte permanecen sin intervención humana. Los podemos encontrar en las cercanías a las bahías Ascensión y Espíritu Santo y cerca de cuerpos de agua importantes, como la Laguna de Bacalar, en las cercanías del Río Hondo y próximo a la Bahía de Chetumal.

Tular. Incluye al saibal, que son comunidades de plantas acuáticas arraigadas en el fondo, constituidas por monocotiledóneas, el tular mide de 80 cm hasta 2.5 m de alto, y el saibal de 40 a 80 cm; las hojas son largas y angostas o bien carecen de ellas. Dependiendo del tipo de planta dominante es el nombre que recibe (tule y tulillo: tular; saibal o zacate cortadera: saibal). El tular se desarrolla en lagunas y lagos tanto de agua dulce como salada y de poca profundidad, el saibal en terrenos que siempre conservan humedad y que se inundan en épocas de lluvia. Ambos se distribuyen abundantemente en la reserva de la biósfera de Sian Ka'an.

Tasistal. Es un islote entre la selva baja que se desarrolla en los marismas de zacate y cuya especie más representativa es el tasiste (*Acoelorrhaphe wrightii*); le acompañan el saibal o cortadera y algunas otras especies, como boxchechem y mangle botoncillo. La palma de tasiste es extremadamente resistente al fuego, por lo que puede sobrevivir a la mayoría de los incendios naturales que se presentan en la temporada de secas.

Arrecifes coralinos. La mayor parte de las costas continentales e insulares del estado se encuentran bordeadas por arrecifes que en conjunto pertenecen al denominado Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM), el cual se extiende por aproximadamente mil kilómetros desde la punta norte de la Península de Yucatán en México hacia el sur en Belice, Guatemala y las Islas Bahía frente a la costa de Honduras.

Se considera el sistema arrecifal de barrera más grande del Mar Caribe y el segundo más grande del mundo después de la Gran Barrera Arrecifal Australiana. Por otra parte los arrecifes coralinos apenas ocupan alrededor de 0.2% del área oceánica mundial, albergan más de veinticinco por ciento de las especies marinas y contribuyen con alrededor de nueve por ciento de la producción pesquera mundial.

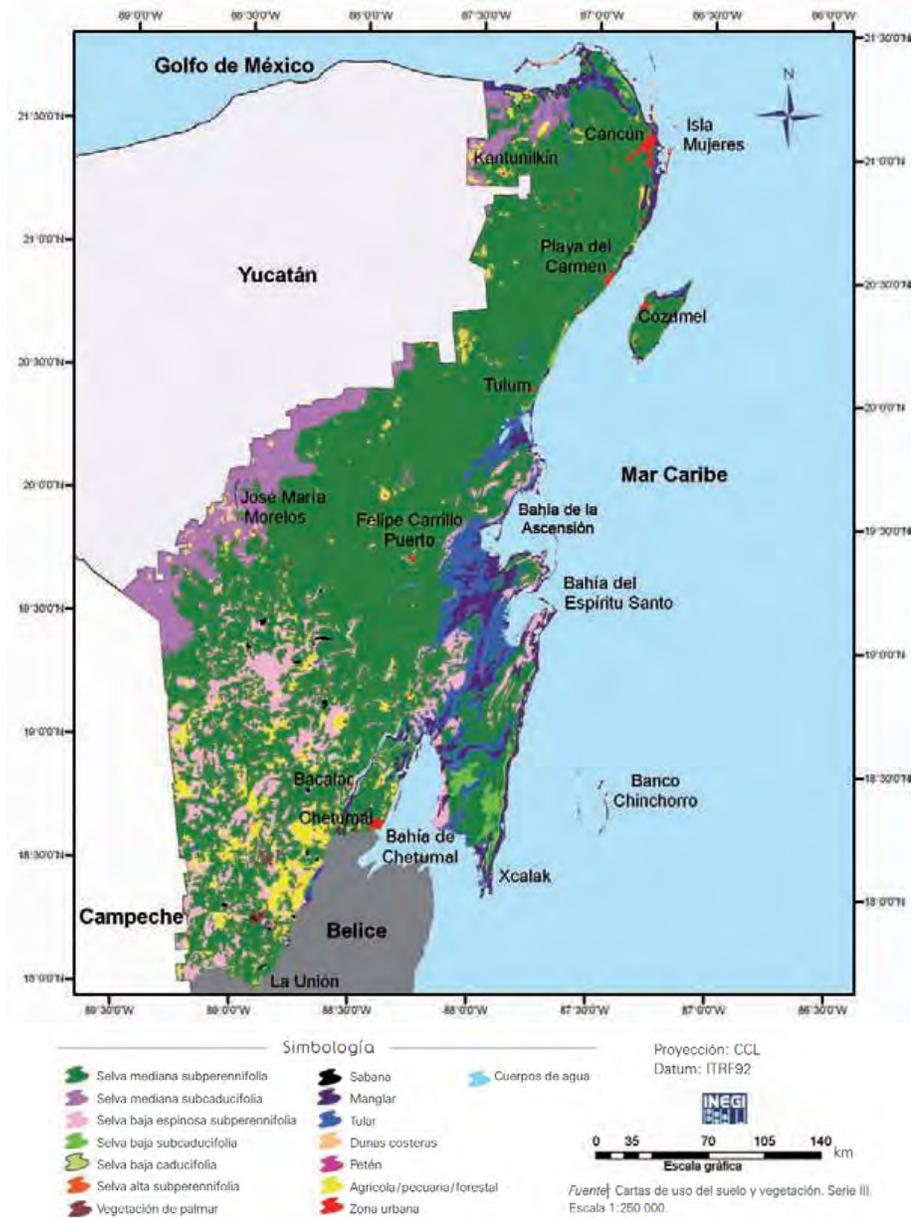


Figura 1.3.- Tipos de vegetación de Quintana Roo

Fuente: Conabio 2011

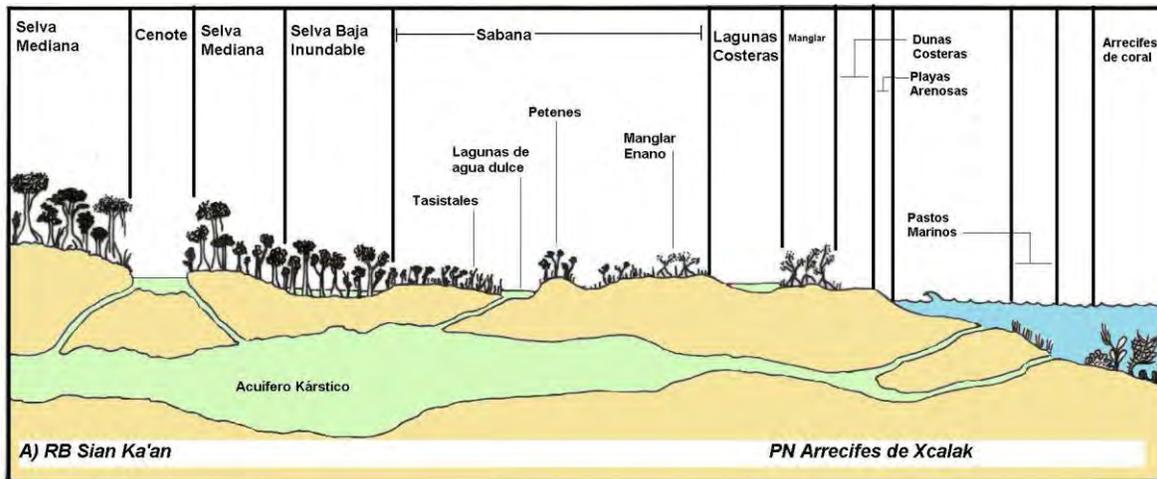


Figura 1.4.- Perfil de vegetación en la RBSK

Fuente: March et al. 2011.

1.7 Fauna.

La reserva protege un gran número de especies animales gracias a los tipos de vegetación presentes y las condiciones fisiográficas que permiten la existencia de selvas, pantanos, lagunas, lagunas costeras y ambientes marinos. La alta incidencia de endemismos sugiere que esta porción de la península es un distrito biogeográfico diferente al de las llanuras mesoamericanas adyacentes, Veracruz-Tabasco y El Petén guatemalteco. La fauna del estado de Quintana Roo es típicamente Neotropical y pertenece a la Provincia Yucatanense (INE, 1992).

Se han realizado compilaciones de la diversidad de grupos faunísticos en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, entre los mamíferos destacan las cinco especies de felinos neotropicales: jaguar (*Panthera onca*), puma (*Felis concolor*), ocelote, (*F. pardalis*), tigrillo (*F. weidi*), leoncillo (*F. yagouaroundi*); el tapir (*Tapirus bard*), saraguato (*Alouatta pigra*), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), venado temazate (*Mazama americana*) jabalí de labios blancos (*Tayassu pecari*), jabalí de collar (*Pecari tajacu*), tepescuintle (*Agouti pace*), sereque (*Dasyprocta*

punctata), taira (*Eira barbara*), oso hormiguero (*Tamandua tetradactyla*), mico de noche (*Potos flavus*), manatí (*Trichechus manatus*).

Se estima que hay más de 320 especies de aves (residentes y migratorias), entre las que se encuentran no menos de 70 especies acuáticas. Destacan las colonias de fragata rabihorcado (*Fregata magnificens*), pelícano café (*Pelecanus occidentalis*), el cormorán o camacho (*Phalacrocorax olivaceus*), Gaitán o cigüeña (*Mycteria americana*), ibis blanco (*Eudocimus albus*), espátula rosa (*Ajaia ajaja*). 15 especies de garzas, y la presencia del flamenco (*PhoenicorJterus ruber*), el Bobo (*Sula leucogaster*) y el escaso, casi extinto Jabirú (*Jabirú mycteria*), el ave más grande de América.

En cuanto a reptiles entre las especies notables se tienen las siguientes: la tortuga blanca (*Chelonia mydas*), la tortuga Laúd (*Dermochelys coriácea*), la tortuga Caguama (*Caretta caretta*), la tortuga Carey (*Eretmochelys imbricata*), el cocodrilo (*Crocodylus moreletii* y *C. acutus*), varias especies de tortugas terrestres y dulceacuícolas (*Rhynoclemys* sp.), y la nauyaca (*Bothrops asper*).

La lista de anfibios que reporta el programa de manejo (INE, 1996), son: *Buto valliceps*, *Rana* sp, *Hyla stauffery*, *Hyla microcephala*, *Hyla loquas*, *Leptodactylus melanonotus*, *Hypopachus cuneus*, *Agalichmis calidris*, *Smilisca baudini*, *Rhyrunobyas vemulosa*.

En el siglo XX el uso no controlado de algunas especies, particularmente del caracol rosado, del cocodrilo, la tortuga y el manatí, las puso en peligro de extinción, lo que ha llevado a establecer esquemas de manejo que limitan las formas de su uso y han permitido su recuperación. Del mismo modo la disminución de árboles de caoba condujo a la necesidad de un programa de aprovechamiento, enmarcado en un esquema de manejo sustentable.

1.8 Historia del poblamiento de Quintana Roo y Sian Ka'an.

La dinámica poblacional de Quintana Roo es muy diferente a la del resto del país, su población aumenta a un ritmo tan acelerado, que presenta la tasa de crecimiento más alta a nivel nacional. Pero este crecimiento se debe a la migración de personas atraídas por las fuentes de empleo que genera la actividad turística del estado. La presión demográfica que esto significa, se concentra principalmente en la parte norte y es más fuerte en la porción costera. No obstante su crecimiento, Quintana Roo es una de las entidades con menor número de habitantes en el país; ocupa la posición número 26 y representa el 1.2% de los 112 336 538 habitantes a nivel nacional.

Según el censo de población y vivienda del 2010, (INEGI) Quintana Roo presenta una población total de 1 325 578 habitantes, 652 358 mujeres y 673 220 hombres. En la tabla 1.1y 1.2 se observa la distribución de la población por municipios.

Tabla 1.1 Quintana Roo, habitantes por municipio, 2010.

Municipio	Cabecera municipal	Habitantes 2010
*Cozumel	Cozumel	79 535
*Felipe Carrillo Puerto	Felipe Carrillo Puerto	75 026
Isla Mujeres	Isla Mujeres	16 203
Othón P. Blanco	Chetumal	244 553
Benito Juárez	Cancún	661 176
José María Morelos	José María Morelos	36 179
Lázaro Cárdenas	Kantunilkin	25 333
*Solidaridad	Playa del Carmen	159 310
*Tulum	Tulum	28 263

Fuente: INEGI 2010

*Municipios que conforman parte de la RBSK

Tabla 1.2. Quintana Roo, localidades más pobladas, 2010.

Municipio	Localidad	Habitantes 2010
Benito Juárez	Cancún	628 306
Othón P. Blanco	Chetumal	151 243
*Solidaridad	Playa del Carmen	149 923
*Cozumel	Cozumel	77 236
*Felipe Carrillo Puerto	Felipe Carrillo Puerto	25 744
*Tulum	Tulum	18 233
Benito Juárez	Alfredo V. Bonfil	14 900
Isla Mujeres	Isla Mujeres	12 642
José María Morelos	José María Morelos	11 750
Othón P. Blanco	Bacalar	11 048

Fuente: INEGI 2010

*Localidades que forman parte de la RBSK

El desplazamiento de las personas de un lugar a otro con el propósito de establecer una nueva residencia obedece, generalmente, al interés de alcanzar una mejor calidad de vida.

La población económicamente activa (PEA) de Quintana Roo es del 65.9 %, representada por la población de 14 y más años de edad. De la población ocupada, el 6.2 % se dedica al sector primario, el 13.6 % al sector secundario y el 79.8 % al sector terciario, según la Perspectiva estadística de Quintana Roo publicada por INEGI (2011) en relación al Censo de población y vivienda del 2010.

El producto interno bruto (PIB) total de Quintana Roo registrado para el 2010 fue de 125,894 184 millones de pesos representando el 1.5% del total nacional. El PIB per cápita fue de 92,445.5 pesos, lo que evidencia que en términos generales la especialización en el sector terciario a través del turismo.

Por las altas tasas de crecimiento de su producto interno bruto y por el relativo éxito de la actividad turística durante la década de los sesentas, se nombró a Quintana Roo como “un milagro económico”; no obstante, la realidad

denota a un estado que si bien es joven, presenta la clásica situación del norte rico y el sur reprimido, ya que tiene una alta concentración de actividades en la parte norte y apuesta por seguir especializándose en el turismo mediante su diversificación (CONABIO, 2011).

En lo que respecta a la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, gran parte de la reserva quedó despoblada (tablas 1.3 y 1.4) hasta fechas recientes, por sus condiciones biogeográficas, el aislamiento de la zona y el prolongado conflicto militar entre el gobierno mexicano y la población maya (conocido como Guerra de Castas, 1847-1901). Por lo tanto su explotación fue eventual y extensa durante el siglo XIX y las primeras seis décadas del XX, y no se establecieron asentamientos permanentes durante este periodo. Por esta razón, en la actualidad la mayor parte de la reserva es de territorio federal (97.3%) y solo el 2.7% es propiedad privada o pertenece a los ejidos ubicados al oeste de la RBSK (tabla 3). Solamente en la franja costera hay propiedades privadas que coincidieron con los ranchos copreros y las zonas de mayor potencial turístico. Las costas en las bahías son de propiedad nacional. El límite occidental de la Reserva está marcado por seis ejidos (Felipe Carrillo Puerto) (INE, 1996).

Tabla 1.3. Quintana Roo, ejidos en la RBSK

Ejidos	Extensión
Pino Suárez	10 409 ha
Chunyaxché	104 115 ha
Tres Reyes	10 550 ha
Felipe Carrillo Puerto	47 043 ha
X-Hazil	55 019 ha
Andrés Quintana Roo	6 100 ha

Fuente: INE 1996

Tabla 1.4. Censos y censos históricos de la población en la RBSK, Quintana Roo.

Bahía Ascensión		Bahía Espíritu Santo	
Localidad	Censo/ conteo	Localidad	Censo/ conteo
Mi Lu'um	Sin dato	Punta Herrero	(2005) 14 hab.
Pino Suárez	(2005) 225 hab.	Los Chiquiles	Sin dato
Houston	(2005) 2	Lagos	no habitada
Villa Destino	Sin dato	Andrea Angélica	no habitada
Casa del Niño	Sin dato	Los Tres Reyes	no habitada
Casa Godi	Sin dato	El Triunfo	no habitada
Casa de los Pelícanos	Sin dato	Mosquiteros	(2005) 3
La Lunita	Sin dato	Tampalán	Sin dato
Pedro Paila	Sin dato	Jorge Espinoza	no habitada
Paso Lágrimas	Sin dato	San Pedro	(1970) 9 hab.
Paso Juana	Sin dato	Las Palmas	(1980) 5 hab.
Boca Paila	(2005) 10 hab.	Pulticub	no habitada
El Paraíso	(1970) 5 hab.	caseta sian ka'an	(2005)2
Kaape Ha	Sin dato		
Xamach Dos	Sin dato		
Los Delfines (Xamach uno)	Sin dato		
Bahía Xamach	Sin dato		
Maya Tadeo	Sin dato		
El Retiro	Sin dato		
San Juan	(1995) no habitada		
Pesca Maya	Sin dato		
Sian Ka'an Artistas	Sin dato		
Casa del Sol	Sin dato		
JavierRojo Gómez (Punta Allen)	(2005) 277 hab.		
Playa Manatí	Sin dato		
Dos Cedritos	Sin dato		
El Ramonal	(2005) 415 hab.		
Vigía Chico	(1980)4 hab. Hoy No hab.		
Punta Pájaros	(2005) no habitada		
María Elena	(2000) 14 hab.		

Fuente: INEGI Archivo histórico por localidades.

(<http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadistica/Datos.aspx>)

1.9 Principales actividades económicas

La riqueza biológica de Quintana Roo puede apreciarse a través de una gran variedad de especies animales y vegetales que han sido parte de la historia de los grupos humanos en la Península de Yucatán. La biodiversidad es vital para el desarrollo económico, la actividad turística y la cultura regional. La historia de su utilización deja ver los retos y oportunidades para lograr un uso de los recursos que permitan la conservación de cada especie y de su hábitat, y a la vez, que genere oportunidades de desarrollo.

Actividad Agrícola. El cultivo de milpas de temporal se practica en forma esporádica, principalmente en los bordes del camino Felipe Carrillo Puerto-Vigía Chico. El método utilizado para la siembra de maíz, frijol y calabaza es el de roza-tumba-quema, pero desafortunadamente, los delgados suelos de tzakel no resisten más de dos años de cultivos e intemperización, y se degradan notablemente. Esto, y la fuerte invasión de malezas, han obligado a los campesinos a abandonar una y otra vez sus cultivos.

Entre 1930 y 1940 se inició el cultivo de coco en las costas de la Reserva. El cultivo fue próspero, hasta que los ciclones en la década de los años 50, destruyeron gran parte de las plantaciones. Posteriormente, la plaga conocida como *amarillento letal del coco*, causada por un micoplasma llegado de Florida en la década de los setenta, ha destruido la mayor parte de los cocales de la zona norte de la Reserva. De esta manera, las costas interiores de las bahías no han sido cultivadas por tratarse de terrenos inundables y pantanosos. El cultivo de la copra es una actividad en decadencia debido a que las plantaciones han sido frecuentemente destruidas por los ciclones y las enfermedades de la palma. La extracción de la copra es un proceso laborioso, los precios de la misma son bajos, y los centros de mercado están lejos. Los copreros piensan que el futuro de la zona se orientará hacia el desarrollo turístico (INE, 1996).

En 1986 y 1987 se propagó a la zona norte de Sian Ka'an la epidemia del amarillamiento letal del cocotero que afectó al 50% de las palmas. Los suelos de Sian Ka'an representan una de las fracciones más conflictivas de la Península; son suelos oligotróficos muy delgados de reciente formación, con predregosidad y rocosidad muy elevadas y son fácilmente inundables. En determinados lugares la fragilidad es extrema, debido principalmente a la intemperización tras el desmonte.

Las áreas que se abrieron al cultivo han ofrecido rendimientos muy bajos: 300 a 700 kg de maíz por hectárea y año. En el caso del ganado los índices de agostadero son de 15 a 20 ha por unidad animal. La mayor parte de las explotaciones de ambos tipos han sido abandonadas dejando tras de sí grandes áreas de vegetación degradada sobre todo cerca de los caminos.

Para lograr la productividad sostenida del suelo, será necesario hacer intensivas las prácticas agrícolas, y ello requiere de experimentación y asesoría técnica a la población local. Destaca el hecho de que Sian Ka'an no dispone de una población de tradición campesina y mucho menos ganadero. Los campesinos, que apenas suman una decena, generalmente se han instalado allí en épocas recientes y apoyan su subsistencia con otras actividades como la caza, la pesca, la corta de durmientes o el trabajo asalariado.

Explotación Forestal. La explotación más antigua en Sian Ka'an es la forestal, originalmente centrada en la actividad chiclera desde 1910. Dicha explotación fue concesionada a particulares y a partir de 1935 a los ejidos del naciente territorio federal de Quintana Roo. Paralelamente se dio la explotación de maderas preciosas como el cedro, caoba, guayacán; especies cuya existencia en la reserva están seriamente amenazadas (NOM-059-SEMARNAT-2010). La palma de Chit en su momento fue de mayor demanda para la construcción de sombras langosteras; el Chechem para durmientes y la explotación esporádica de maderas

duras tropicales como el habin y el dzaiam. Sin embargo, el potencial maderero de Sian Ka'an es pobre por la gran porción de zonas inundables y de selvas bajas.

Una especie forestal tan antigua como la historia de los mayas es el chicozapote, árbol que desde hace más de cien años se ha extraído látex, lo que ha permitido y garantizado la producción de chicle. El sureste mexicano cuenta con un entorno natural productivo de 800 mil ha para la extracción de chicle en Campeche y Quintana Roo; este último cuenta con 500 mil ha. distribuidas en tres municipios: Othón P. Blanco, Felipe Carrillo Puerto y José María Morelos; su media de aprovechamiento es de 25 árboles por ha. y el rendimiento promedio por árbol es de 0.6 kg. El ciclo de pica es de cinco a ocho años y el potencial productivo de Campeche y Quintana Roo es de 600 toneladas anuales que benefician a 2,700 familias (CONABIO, 2011).

Durante muchos años, la producción de chicle se realizó mediante esquemas de organización verticales a través de concesiones a empresas privadas que no pagaban lo suficiente a los trabajadores chicleros, o mediante formas de cooperativas que derivaron en estrategias de control político y económico de caciques y gobernantes. En 1994 se inició un proceso de reestructuración de la actividad en Quintana Roo y se creó el Plan Piloto Chiclero para promover un nuevo modelo de organización productiva y comercial con base en una consulta directa con los productores chicleros.

Se logró recuperar la importancia económica y social del chicle y despertar otra vez el interés de los productores, que vieron la posibilidad de incrementar sus ingresos mediante un sistema organizativo y financiero donde participan 40 cooperativas. Cada cooperativa destina parte de sus utilidades por la venta de chicle a fondos de previsión social, fondos de capitalización y asistencia técnica.

La experiencia del Plan Piloto Chiclero permitió que en 1998 se constituyera una empresa social, la Unión de Productores de Chicle Natural, S.P.R., y más adelante, en 2005, se transformó en el Consorcio de Productores y Exportadores

en Forestería S.C. de R.L., conocido como el Consorcio Chiclero (CONABIO, 2011).

Pesca- Cooperativas pesqueras. Los sectores más organizados entre la población de Sian Ka'an, son los pescadores y prestadores de servicios turísticos. Hasta antes de 1970, la actividad pesquera fue de consumo para los pobladores de los ranchos copreros, pero con la formación de la cooperativa de Vigía Chico, Javier Rojo Gómez (Punta Allen), la pesca se volvió comercial y aceleró el poblamiento del área. Actualmente, la pesca es la actividad más importante, ya que ocupa a un gran número de habitantes, aproximadamente 21 familias en Punta Herrero y 300 en Punta Allen, según datos recolectados en campo en 2011-2012.

El principal producto pesquero es la langosta espinosa (*Panulirus Argus*) cuyos juveniles se desarrollan en las bahías y lagunas costeras. Su talla comercial mínima es de 13.5 cm de cola; es muy apreciada en el mercado donde alcanza cotizaciones de \$15 US/kg. En su mayor parte se exporta congelada a los EUA. Los ingresos por venta de langosta suponen en total el 74% de las entradas netas anuales de la cooperativa.

Las capturas anuales en la Bahía de la Ascensión oscilan entre 50 y 80 toneladas de colas limpias (INE, 1996). Existe un porcentaje de langosta no declarada que es capturada incluso en temporada de veda por personas ajenas a las cooperativas. En la Bahía de la Ascensión se da un tipo de organización poco común en el que los fondos marinos se han dividido en terrenos de pesca entre los socios de la cooperativa, llamados campos langosteros. La pesca deportiva se practica esporádicamente como actividad ligada al turismo. Así se capturan macabí, barracuda, palometa, róbalo, y ocasionalmente el pez vela.

Desarrollo Turístico La principal influencia en la conservación a largo plazo de Sian Ka'an fue la del turismo, de manera particular, por la creación del corredor Cancún-Tulum, el cual consiste en una franja costera dedicada al turismo y cuya

extensión llega hasta el límite de la zona arqueológica de Tulum y la Reserva (CONABIO, 2011).

El inicio de las actividades turísticas en la Reserva se remonta a principios de los sesenta cuando las ruinas de Tulum comenzaron a atraer excursionistas nacionales y extranjeros. A principios de la década de los setenta, el gobierno mexicano decidió impulsar el desarrollo Cancún como polo turístico. Desde su planificación y lanzamiento como uno de los principales destinos del Caribe, las costas del norte del estado de Quintana Roo han sufrido un proceso de pérdida de dunas costeras, manglares, selvas y biodiversidad en general, ligado a un impacto negativo en los ecosistemas costeros. Esto se tradujo en el crecimiento exponencial en superficie de la Riviera Maya y en infraestructura hotelera en apenas una década (CONABIO, 2011; Castillo, 2009).

La actividad turística es la más importante para Quintana Roo, pero al mismo tiempo es la que más amenazas ha generado para la conservación de la biodiversidad, debido a distintos factores como: la modificación de los frágiles ecosistemas costeros para la construcción de hoteles y desarrollo urbano, la contaminación por aguas residuales provenientes de los grandes hoteles, los barcos de crucero, el crecimiento de las zonas urbana aledañas a los centros turísticos, los usos de pesticidas para controlar insectos, los impactos físicos directos a los arrecifes por los visitantes, colectores de recuerdos, embarcaciones, y las malas prácticas de atracó y navegación, en algunas zonas la sobre explotación pesquera y la llegada de especies invasoras como el pez león (CONABIO, 2011).

Aunado a esto, los fenómenos naturales han tenido un impacto directo y negativo sobre los ecosistemas costeros que fueron modificados en busca de un desarrollo económico, en particular los huracanes Gilberto (1988), Wilma (2005) y Dean (2007) en las últimas décadas. Los ecosistemas cuando están alterados, tienden también a ser menos resilientes, desafortunadamente, además de los

daños directos, a veces se ha aprovechado el paso de huracanes para acelerar el cambio de uso de suelo en las zonas afectadas. Incluso se han llegado a provocar incendios forestales y a destruir dunas, manglares y zonas de selva baja por reportarlas como “afectada e improductivas” para dar paso a una futura infraestructura.

Cada uno de estos fenómenos de deterioro ambiental tiene impactos sobre los sistemas naturales y sobre las actividades humanas. La crisis ambiental se forma, no sólo por los efectos que tiene cada uno de los procesos que la componen, sino además, por la acción combinada y acumulada de todos ellos sobre el entorno natural y social.

El desarrollo que coloca en primer término el crecimiento económico de corto plazo y deja de lado los efectos que este tiene sobre los recursos naturales del planeta, ha ocasionado graves desigualdades entre países y regiones y ha disminuido las posibilidades de sobrevivencia de futuras generaciones.

Además de las afectaciones a los sistemas naturales en la zona maya, otro fenómeno de gran importancia que se ha desenvuelto en busca de un desarrollo económico y que ha impactado a nivel social, principalmente por el turismo, es la llamada *transculturalización* donde se manifiesta una pérdida de identidad por parte de los pueblos mayas. Este fenómeno es más evidente en la parte norte del estado, principalmente en Cancún y en Majahual en la parte sur.

El concepto de la transculturalización se encuentra evidenciado en poblaciones que se vieron en la necesidad de vender o ceder los derechos de su patrimonio territorial y compartir su herencia cultural, e incluso adoptando nuevas ideologías. Paralelamente a este concepto, se encuentra el de la invasión cultural.

Esta consiste en la penetración de asociaciones con gran potencial económico que buscan expandir su mercado a zonas de atracción turística por múltiples beneficios ambientales; aprovechando del conocimiento tradicional y

ecológico de los pueblos nativos, imponiendo a éstos su visión del mundo, en la medida misma en que frena su creatividad inhibiendo su expansión.

Este fenómeno es evidente al querer alcanzar el desarrollo del llamado primer mundo, donde el querer imitar patrones de clase social y estilos de vida; han llevado casi a la extinción de pueblos autóctonos y la esencia de los mismos.

Como es evidente, el hecho de que la Riviera Maya cuente con un atractivo natural, lo hace vulnerable a procesos de degradación ambiental al mismo tiempo que la población crece naturalmente, o por inmigraciones a la zona en busca de fuentes de empleo; ya que esto requiere mayor demanda de servicios que a la vez dejan de manifiesto el impacto ambiental. Aunque se busca planes de manejo en las zonas mejores conservadas como el caso de la RBSK, éstas no están fuera del alcance de este desarrollo económico y turístico.

CAPITULO 2

Principales amenazas en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an.

Al hablar del nivel del mar se hace referencia a la altitud de accidentes geográficos y localidades. La unidad de medida es el metro sobre el nivel del mar (msnm), y cada país se encarga de realizar sus propias mediciones mediante observaciones mareográficas o por medio de satélites, debido a que este nivel no es uniforme en todo el mundo.

La marea es el cambio periódico del nivel del mar producido, principalmente, por las fuerzas gravitacionales que ejercen la Luna y el Sol sobre la Tierra. Se registra, cuando se filtra la rápida oscilación irregular del oleaje local, referido a un 'banco de nivel' establecido en tierra firme. En cada ciclo de marea, la 'pleamar' ocurre cuando ésta alcanza su mayor altura, y la 'bajamar' cuando llega a su nivel mínimo. Se define a la 'amplitud' de la marea como la distancia vertical entre pleamar y bajamar consecutivas. Así, en cada localidad costera, la amplitud de la marea cambia en cada ciclo y consecuentemente se observan valores extremos locales en la amplitud de la marea.

La marea es el resultado de las fuerzas gravitacionales e inerciales que actúan sobre cada porción del océano. Además del campo de fuerza gravitacional de la Tierra que lo mantiene adherido a ella, el océano siente el efecto gravitacional a distancia de los cuerpos celestes, particularmente de la Luna, por su cercanía, y del Sol, por su gran masa. Se suman a éstos las fuerzas inerciales debidas a los movimientos de rotación de los sistemas Tierra-Luna y Tierra-Sol, que giran, cada uno, en torno a un centro de masa común.

Así, cada porción de fluido del océano está sujeta a fuerzas que nunca están en equilibrio. La fuerza resultante, la suma vectorial de todas ellas, es la que

genera la marea: la ‘fuerza generadora (o generatriz) de la marea’ (Servicio Mareográfico Nacional, www.mareografico.unam.mx).

A escalas regionales, las variaciones del nivel del mar dependen de muchos factores (Fig.2.1), principalmente entre ellos están:



Fuente: Elaboración propia con base

Figura 2.1.- Factores que intervienen en el aumento del nivel del mar.

2.1.- Aumento de la temperatura en el océano

Un aumento en la temperatura del océano acelerado por el calentamiento global provoca la dilatación térmica del océano superior, con aportaciones menores pero apreciables vinculadas a la dilatación térmica del océano profundo (Capítulo 1)

Se cree que la expansión térmica es uno de los principales contribuyentes a los cambios históricos en el nivel del mar y el mayor aporte al aumento del nivel del mar en los próximos cien años. Las temperaturas de las profundidades de los océanos cambian muy lentamente; por lo tanto, la expansión térmica continuaría

por muchos siglos, aunque se estabilizasen las concentraciones de GEI en la atmósfera (IPCC, 2001).

2.2 - Ciclones tropicales

Un *ciclón tropical* es un sistema atmosférico cuyo viento circula en dirección ciclónica, esto es, en el sentido contrario a las manecillas del reloj en el hemisferio norte, y en el sentido de las manecillas del reloj en el hemisferio sur. En latitudes templadas los ciclones son referidos como *depresiones* o *ciclones extratropicales*, y el término *ciclón* se usa sólo para referirse a los *ciclones tropicales*. Estos últimos, en su etapa más intensa, son conocidos por varios nombres, según las regiones en donde ocurren, en el océano Atlántico, Golfo de México y Mar Caribe son conocidos como huracanes (CENAPRED, 2013).

La intensidad con la que los ciclones tropicales se desarrollan, de acuerdo a la escala Saffir-Simpson (Tabla 2.1), representan distintos grados de afectación a las poblaciones costeras tanto económica como socialmente (Tabla 2.2). Así mismo la estructura de algunos ecosistemas naturales como manglares, dunas costeras y arrecifes coralinos que también se ven afectados (acelerado por la presión antrópica), produciendo daños o pérdidas de nichos ecológicos, sitios de anidación y apareamiento, así como disminución de playas arenosas.

Tabla 2.1. Escala Saffir-Simpson

<u>TIPO</u>	<u>CARACTERÍSTICAS</u>
Depresión Tropical	Grupo de tormentas que se organizan con vientos de hasta 63 KM/hora; se designa como tal cuando aparece una baja presión y hay circulación de viento en el centro del grupo de tormentas.
Tormenta Tropical	Depresión que se intensifica hasta desarrollar vientos de entre 64 a 117 KM/hora. En esta fase es cuando se le asigna un nombre y el movimiento de los vientos se hace más circular.
Huracán	Con la baja de presión continua, la tormenta tropical se convierte en Huracán con vientos de 118 KM/hora.
1	Vientos de entre 118 y 153 KM/hora
2	Vientos de entre 154 y 177 KM/hora
3 (*)	Vientos de entre 178 y 209 KM/hora
4 (*)	Vientos de entre 210 y 249 KM/hora
5 (*)	Vientos de más de 249 KM/hora

Fuente: <http://www.cenapred.gob.mx>

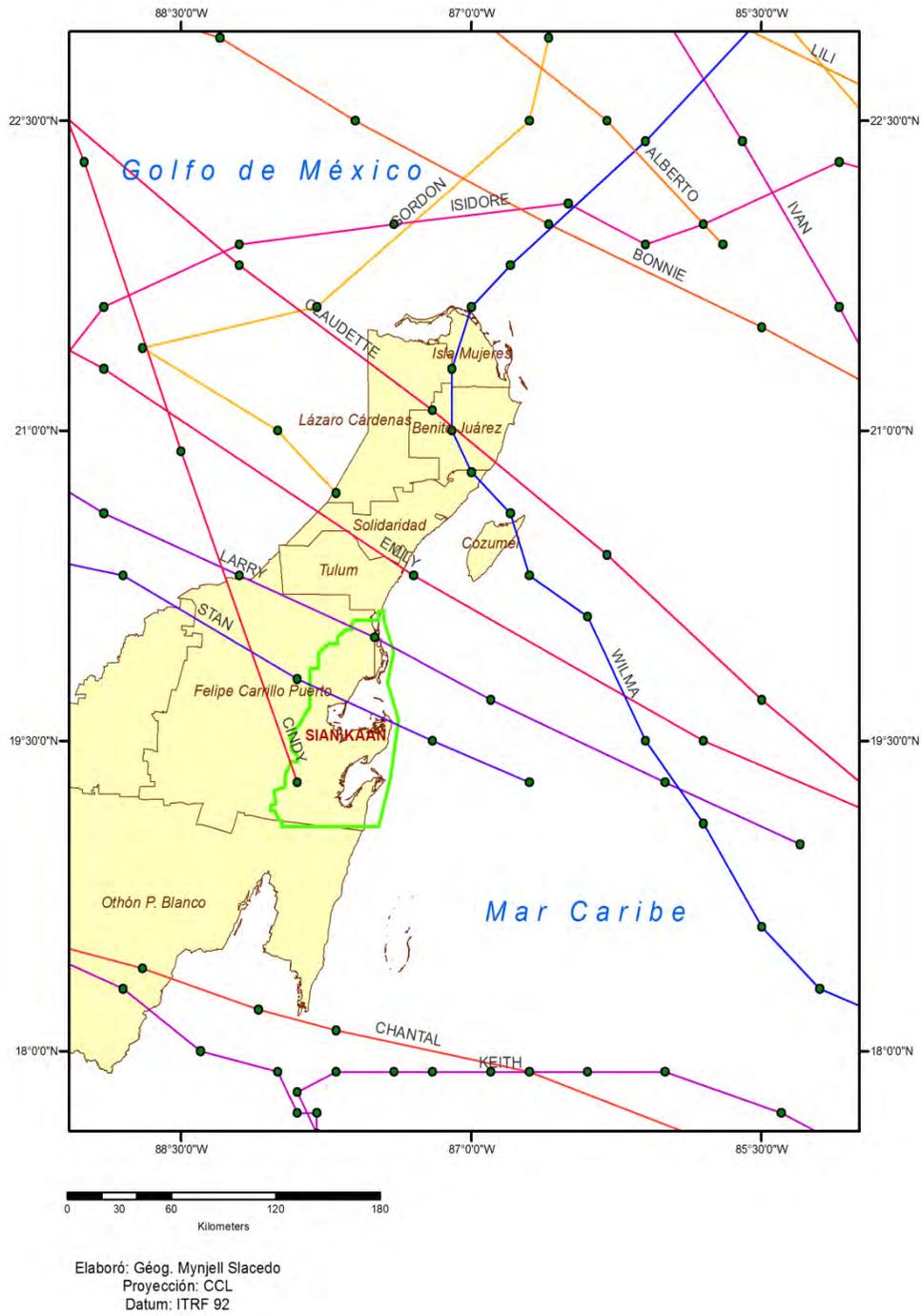
Los ciclones tropicales también están relacionados al aumento del nivel del mar, cuando al ascenso y descenso diario del nivel del mar, producto de la marea ordinaria (astronómica), se combina con la de tormenta, es mayor la sobre elevación del nivel medio del mar. Cuando el ciclón se ha alejado, el nivel del mar desciende y se restablecen las condiciones normales en el océano. La marea de tormenta es más intensa cuando los vientos se dirigen hacia la costa y los vientos del ciclón tropical que tienen dirección de tierra al océano producen un descenso del nivel medio del mar (*óp cit*).

Otros factores que contribuyen al aumento del nivel del mar es cuando los ciclones tropicales impactan la región costera, son su velocidad de desplazamiento, su intensidad, el tamaño del radio de vientos máximos y el ángulo de la pista con respecto a línea de la costa, además de las características físicas de la costa y batimetría de la región (Fig. 2.2)

Tabla 2.2.- Ciclones tropicales que han impactado a Quintana Roo (1970-2012).

Año	Nombre	Lugar de entrada	Mes del Impacto	Categoría en impacto
1970	Ella	Akumal	Septiembre	DT (H3)
1971	Chole	Chetumal	Agosto	DT
	Edith	Chetumal	Septiembre	TT(TT)
1972	Agnes	Yucatán, Quintana Roo	Junio	DT
1973	Brenda	Cancún	Agosto	DT(H1)
1974	Carmen	Punta Herradura	Septiembre	H4
1975	Eloise	Puerto Morelos	Septiembre	TT
1979	Henriette	Puerto Morelos	Septiembre	DT
1980	Allen	Quintana Roo	Agosto	H3
	Hermine	Sacxan	Septiembre	TT (TT)
1982	Alberto	20 Km al Norte de Holbox	Junio	DT
1988	Gilberto	Puerto Morelos	Septiembre	H5(H4)
	Keith	Cancún	Noviembre	TT
1990	Diana	Chetumal	Agosto	TT(H2)
1993	Gert	Chetumal	Septiembre	TT(H1)
1995	Roxanne	Tulum	Octubre	H3(DT)
	Opal	Bahía Espíritu Santo	Septiembre	DT
1996	Dolly	Felipe Carrillo Puerto	Agosto	H1(H1)
1999	Katrina	A 45K m NO Chetumal	Octubre	DT
2000	Gordan	Tulum	Septiembre	DT
	Keith	Chetumal	Septiembre	TT(H1)
2001	Chantal	Chetumal	Agosto	TT
2002	Isidoro	Telchac, Yuc	Septiembre	H3
2003	Claudette	25 SSW Cancún	Julio	TT(DT)
2005	Cindy	10 Km Oeste Felipe Carrillo Puerto	Julio	DT
	Emily	20Km Norte Tulum	Julio	H4(H3)
	Wilma	Cozumel-Playa del Carmen	Octubre	H4
2007	Dean	Puerto Bravo	Agosto	H5(H2)
2008	Dolly	Laguna Nichupé	Julio	TT(TT)
2009	Ida	80 Km al Este de Cancún	Noviembre	H1
2010	Alex	90 Km al SO Chetumal	Julio	TT(H2)
	Karl	15 Km al NE de Chetumal	Septiembre	TT(H3)
	Richard	155 Km al E-SE de Cd. del Carmen , Campeche	Octubre	DT
2011	Rina	30 Km al O de Cozumel	Octubre	TT
2012	Ernesto	Mahahual	Agosto	H1

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional (<http://smn.cna.gob.mx>)



Fuente: Elaboración propia con base en <http://smn.cna.gob.mx> (información histórica)

Figura 2.2.- Trayectoria de huracanes en el Mar Caribe y Golfo de México

2.3.- Marea de tormenta

La marea de tormenta es una sobrelevación del nivel medio del mar (de más de 1.0 m) en la costa. Ésta se produce por el viento que sopla en dirección normal a la masa continental. El máximo ascenso del mar ocurre cuando a la marea de tormenta se le suma la habitual (astronómica). Como al incremento del nivel medio del mar se le agrega el oleaje que está produciendo el viento, no es obvio percatarse de la existencia de dicha sobrelevación (CENAPRED, 2001). Sin embargo, a ello se debe que las olas impacten con mayor intensidad sobre las infraestructuras costeras dañándolas e incluso, destruyéndolas.

La marea de tormenta es la manifestación menos obvia de un ciclón para la población, en general, y a la vez es la que mayor número de muertes produce, ya que su efecto principal es la inundación de las zonas costeras bajas.

En zonas donde existe una diferencia significativa entre marea baja y marea alta, las mareas de tormenta son especialmente perjudiciales cuando se producen en el momento de una marea alta. Caetano *et al.* (2009) analizaron dos situaciones de mareas de tormenta y sus efectos en relación al Huracán “Dean”, que en 2009 arribó en el Atlántico (Fig. 2.5 y 2.6) Se consideraron dos situaciones de mareas de tormenta: una simulación, tomando el nivel de referencia del mar actual (0 m) y la simulación con el nivel de referencia a futuro (1m) para ver los posibles impactos que causaría en las zonas costeras (Fig. 2.3). Para cada simulación se realizaron, además, simulaciones donde los procesos de marea, oleaje, vientos y presión fueron analizados separadamente para evaluar los impactos individuales de cada proceso (Fig. 2.4). Algunos productos de dicha investigación se muestran a continuación:

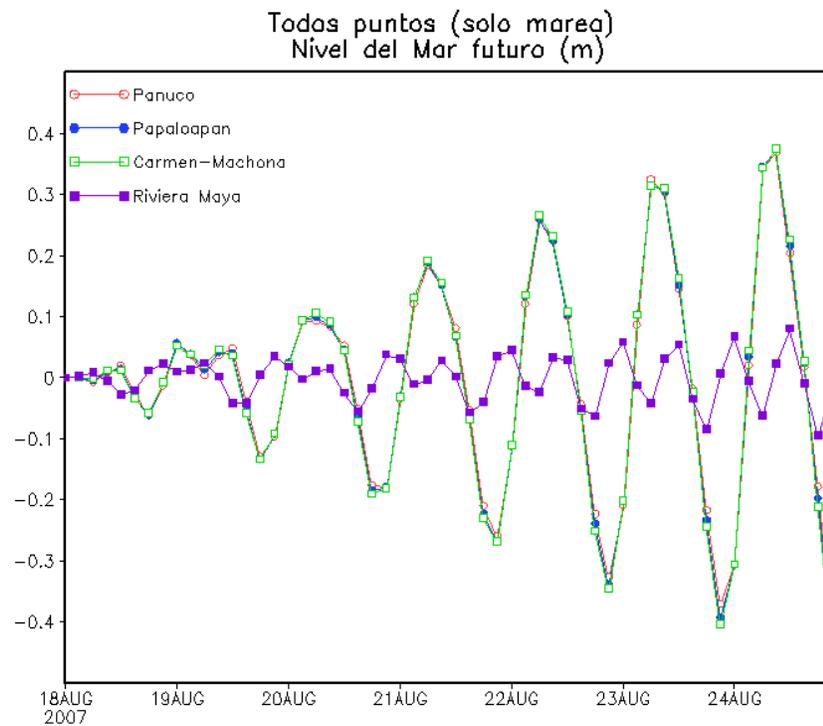
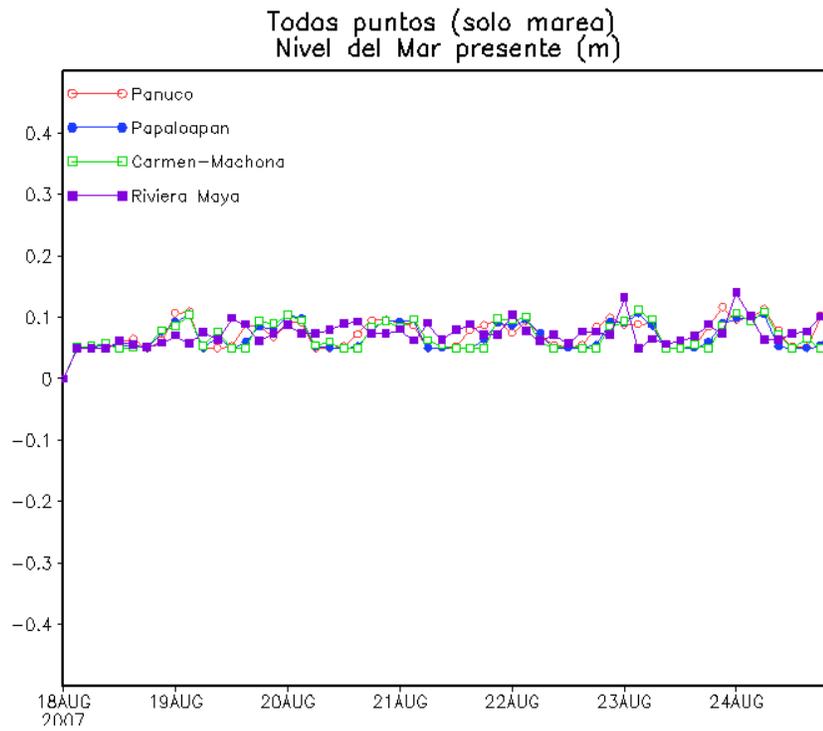


Figura 2.3 Serie temporal de la marea (m) para tiempo presente y futuro (nivel del mar con incremento de 1 metro) (Caetano et al., 2009).

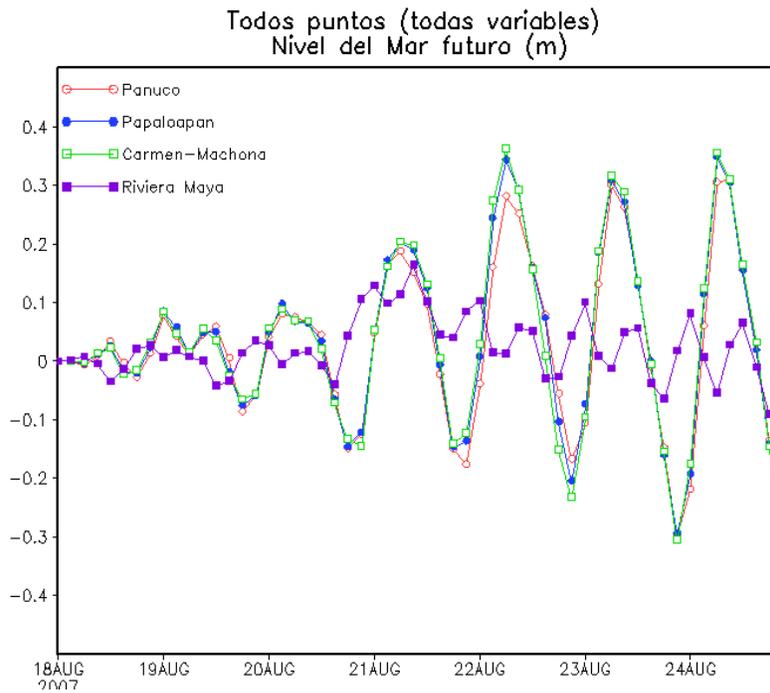
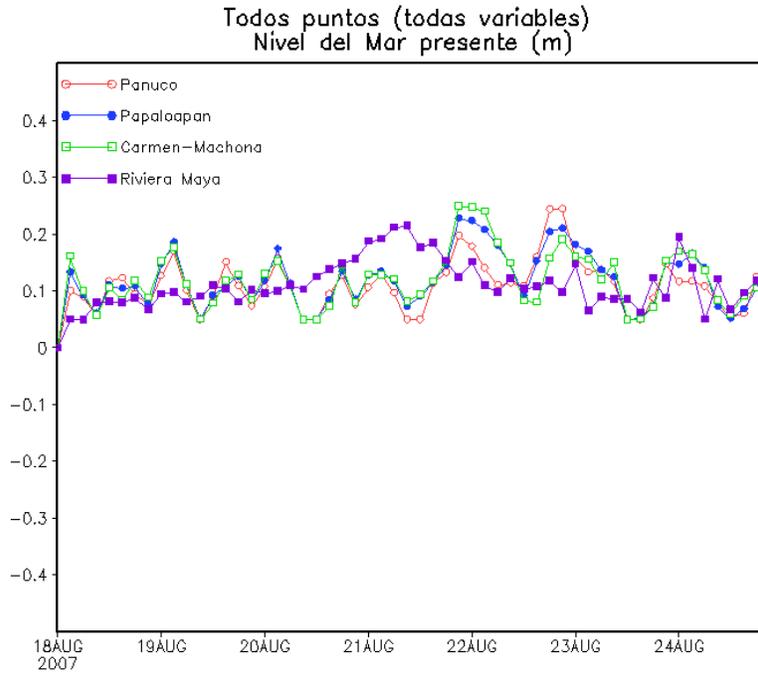
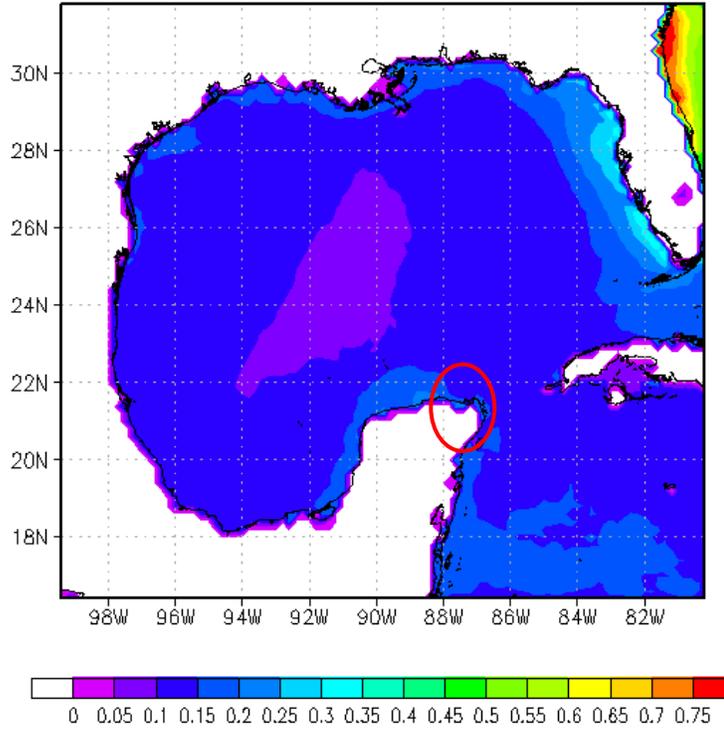


Figura. 2.4 Serie temporal de la marea (m) para tiempo presente y futuro (nivel del mar con incremento de 1 metro), considerando todos los forzantes; marea, oleaje, vientos y presión. (Caetano et al., 2009).

Nivel del mar (m) maximo - Mare



Nivel del mar (m) maximo - mare +1m

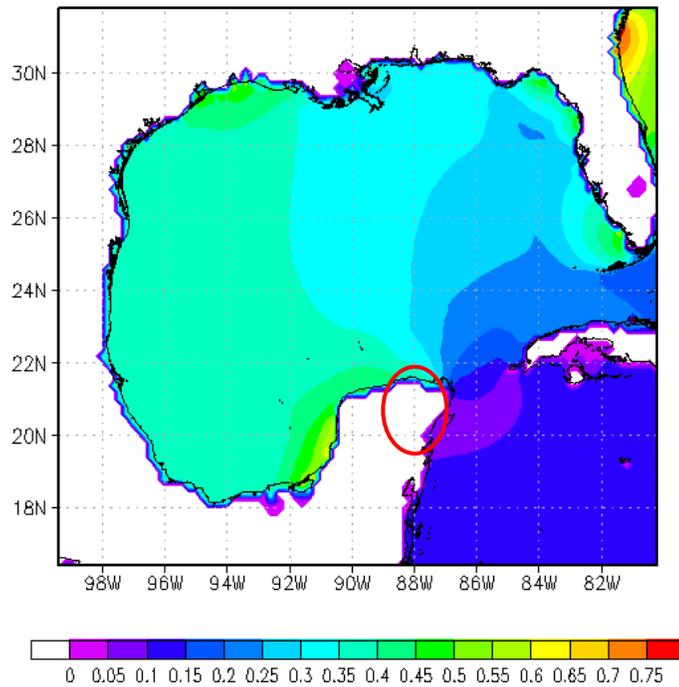
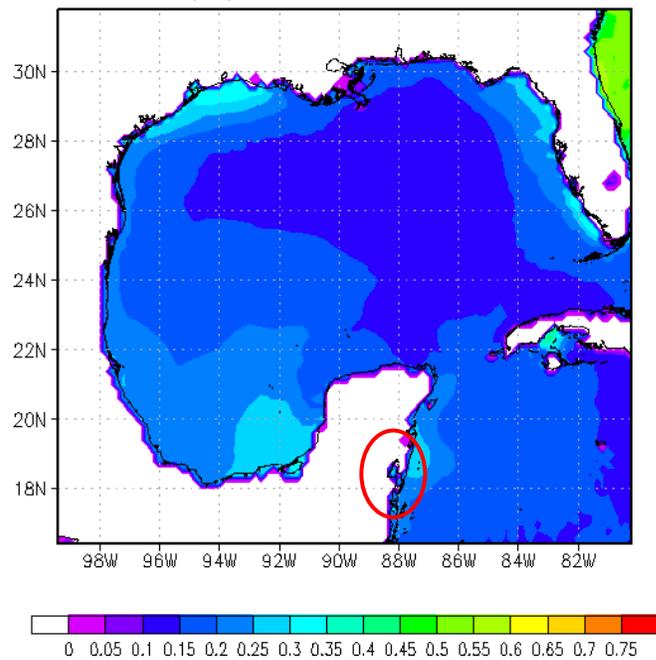


Fig. 2.5 Distribución del nivel máximo del mar en el presente y futuro para el periodo del evento extremo Dean, donde solamente es considerado el efecto de marea. (Caetano et al., 2009).

Nivel del mar (m) maximo - Todas Variables



Nivel del mar (m) maximo - Todas Variables +1m

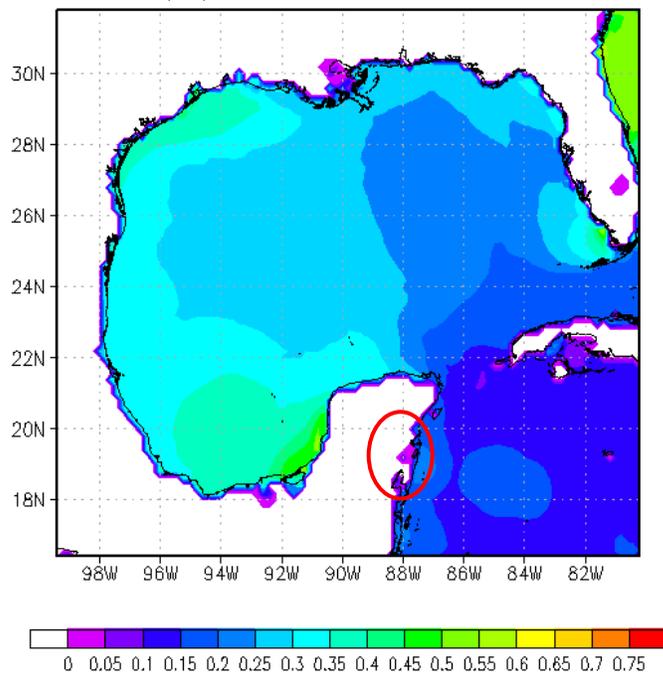


Fig. 2.6. Distribución del nivel máximo del mar en el presente y futuro para el periodo del evento extremo Dean. (Caetano et al., 2009).

2.4.-Oleaje

Cuando el viento pasa sobre la superficie del agua, la fuerza de fricción ocasiona que se formen ondas. La altura del oleaje se define como la distancia vertical que existe entre el punto más alto de la ola (cresta) y su punto más bajo (valle). Los factores que determinan la altura del oleaje son la fuerza del viento, la distancia que mantiene ese viento y su duración (CENAPRED, 2013). El oleaje en el océano puede ser causado por diferentes tipos de factores, desde el paso de embarcaciones hasta fenómenos, tales como terremotos submarinos. Sin embargo, la causa más común del oleaje es el viento.

Por la gran intensidad de los vientos y lo extenso de la zona en que actúan, las olas pueden impactar de modo importante a la zona costera. Las estructuras en tierra, cercanas al mar quedan expuestas al oleaje al ascender el nivel medio del mar por la marea de tormenta y, puede acarrear gran cantidad de arena de la costa hacia otros sitios, con lo cual se disminuyen las playas.

2.5.-Clima y actividad tectónica.

Los aumentos del nivel del mar en la península de Yucatán están relacionados con el clima y la actividad tectónica del periodo Cuaternario. En el primer caso, la alternancia de épocas de glaciación y deshielo corresponde a descensos y aumentos del nivel del mar, respectivamente, lo que es mejor conocido para la última glaciación que culminó hace aproximadamente 18 000 años (Lugo, *et al.*, 1992).

La glaciación que marca la etapa final del Pleistoceno, en el océano representó un descenso en su nivel, en promedio de 110 metros. El fin de la glaciación hace 18 000 años, provocó un ascenso en el nivel del mar, inundando sobre todo las amplias planicies de la costa atlántica. Además, debe considerarse la influencia de la actividad neotectónica (estudio de los movimientos y deformaciones de la corteza terrestre, que son actuales o recientes en el tiempo geológico.) que ha provocado el levantamiento en forma basculada, de mayor

intensidad en el sur, lo que origina sistemas de fractura orientados al norte y al noreste.

La estructura geológica de la superficie y el subsuelo, demuestra que la plataforma que constituye la península actual inició su emersión sobre el nivel del mar durante el Oligoceno y Mioceno en la porción meridional. El resto se levantó gradualmente a partir del Plioceno, y en el Cuaternario el ascenso continuó al norte y hacia la periferia.

Según Lugo y colaboradores (1992), los estudios geológicos más detallados de la península de Yucatán son de Butterlin (1958), Bonet (1963), López y Ramos (1975); donde indican que la plataforma de rocas sedimentarias mesozoicas y cenozoicas presenta un grosor de incluso más de 3500 m, descansando sobre un basamento paleozoico. Encima de éste se inicia la columna con rocas jurásicas, reconocidas en el subsuelo profundo de la porción centro-septentrional de Belice. El Cretácico forma parte de toda la plataforma, en especial con la formación llamada Evaporitas Yucatán.

El espesor de las Evaporitas Yucatán demuestra que éstas tuvieron su origen en dos cuencas principales. La primera en el sur de la península y con extensión hacia Guatemala, donde el grosor de más de 2000 m refleja un prolongado hundimiento (subsistencia) que se reduce gradualmente hacia el norte, siendo el espesor de unos 1000 m hacia el centro de la península y menor que 500 m en el oriente de la misma. Las isopacas (puntos de igual espesor) indican un hundimiento más intenso (basculamiento) de sur a norte en la parte sudoccidental y el otro en sentido nororiental en la otra región de la península.

De acuerdo con los factores mencionados pueden, asociarse impactos relacionados al cambio climático y calentamiento global, los más destacados se mencionan a continuación:

El IPCC (2007) establece algunas proyecciones sobre el aumento del nivel del mar estimadas para el año 2100, a escala global, que van del orden de 1 a 2

mm/año, por lo que posiblemente para ese año el aumento podría ser mayor a 88 cm con respecto al actual.

En la temperatura promedio mundial también se esperan cambios que van de los 1.4° C a los 5.8° C para el 2100, relacionadas a las concentraciones de gases de efecto invernadero como el CO₂ en la atmósfera. Estas proyecciones indican alteraciones en la estructura y función de los ecosistemas, en las interacciones ecológicas y desplazamientos de ámbito geográfico de las especies, con consecuencias predominantes negativas para la biodiversidad y para los bienes y servicios ecosistémicos.

Se cree que entre un 20 y un 30 % aproximadamente de las especies vegetales y animales estudiadas hasta la fecha estarán probablemente expuestas a un mayor riesgo de extinción si los aumentos del promedio mundial de temperatura exceden entre 1.5° y 2.5° C.

Las costas estarían expuestas a mayores riesgos, y en particular a la erosión, por efecto del cambio climático y aumento del nivel del mar. Este efecto se vería exacerbado por la creciente presión ejercida por la presencia humana sobre las áreas costeras. De aquí al decenio de 2080 padecerían inundaciones todos los años por efecto del aumento del nivel del mar millones de personas más que en la actualidad.

La situación sanitaria de millones de personas resultaría afectada, ya que agravaría la malnutrición y el número de defunciones, enfermedades y lesiones causadas por fenómenos meteorológicos extremos; aumentaría la carga de enfermedades diarreicas; crecería la frecuencia de enfermedades cardiorrespiratorias debido al aumento de las concentraciones del ozono en niveles bajos de las áreas urbanas por efecto del cambio climático y se alteraría la distribución espacial de ciertas enfermedades infecciosas.

Las industrias, asentamientos y sociedades más vulnerables son, en términos generales, las situadas en llanuras costeras y planicies propensas a las crecidas fluviales, cuya economía está estrechamente vinculada a recursos

sensibles al clima, y otras ubicadas en áreas propensas a fenómenos meteorológicos extremos, especialmente allí donde los procesos de urbanización son rápidos

2.6.- Aumento proyectado del nivel del mar para el siglo XXI.

Según el informe de evaluación del IPCC (2001), el rango de valores de aumento del nivel del mar promediados mundialmente para el periodo 1990-2100 está representado mediante líneas y regiones sombreadas. Las proyecciones del 4IE del IPCC publicadas en 2007 (límite de confianza: 90%) están representadas mediante barras verticales a la altura de 2095: la barra magenta es la horquilla de proyecciones de los modelos, y la barra roja representa esa misma horquilla ampliada para incorporar la posible contribución adicional, no muy bien cuantificada, de una respuesta dinámica de los bancos de hielo de Groenlandia y de la Antártida al calentamiento mundial.

En la figura 2.7 , la flecha en rojo indica que no cabe excluir valores más elevados, aunque los conocimientos sobre estos efectos son demasiado limitados para poder evaluar su probabilidad o para aportar una estimación óptima de una cota superior de aumento del nivel del mar.

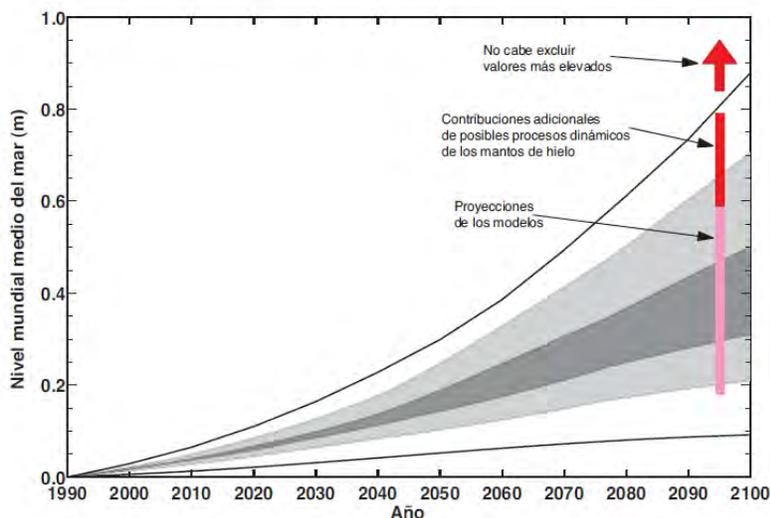


Figura 2.7. Proyección de aumento del nivel del mar según el IPCC.

El sombreado oscuro representa la envolvente promedio de los modelos respecto de todos los escenarios de gases invernadero considerados, el sombreado claro representa la envolvente de todos los modelos respecto del conjunto de escenarios, y las líneas exteriores incorporan un margen adicional de incertidumbre respecto de los procesos tierra-hielo)

Fuente: UNESCO-COI, 2010

Los glaciares y casquetes de hielo (excluyendo las regiones polares) contienen una cantidad limitada de hielo (en términos aproximados, menos de 40 cm de aumento equivalente del nivel del mar si se deshelaran en su totalidad), por lo que su contribución al aumento del nivel del mar es limitada (UNESO-COI, 2010). Sin embargo, la dilatación térmica del océano proseguirá durante siglos, incluso después de que se estabilicen las concentraciones de gases invernadero en la atmósfera, debido a la lentitud de la transferencia de calor de la superficie al océano profundo. UNESO-COI (2010) también señala que el aumento del nivel del mar dependerá de la concentración de gases invernadero y de las temperaturas de la atmósfera; las simulaciones mediante modelos climáticos parecen indicar una elevación del orden de 0,5 m por °C de calentamiento mundial.

El aumento del nivel del mar es más perceptible durante los episodios extremos (períodos en que el nivel del mar es superior al promedio). Subsiste la incertidumbre sobre si el calentamiento mundial acrecentará la frecuencia de las tempestades. Es probable que las alteraciones que se experimenten varíen regionalmente. Si las regiones polares se calientan más que los trópicos, la disminución de la diferencia de temperaturas entre el ecuador y los polos podría dar lugar a un menor número de tempestades de menor intensidad en latitudes medias, y a un aumento del número e intensidad de las tempestades en latitudes altas. En el cuarto informe de evaluación (4IE) (IPCC, 2007) se concluían modelos climáticos futuros indicando un desplazamiento hacia los polos de las trayectorias de las tempestades si aumentan las temperaturas.

2.7.- Estimaciones de Impactos esperados para el Mar Caribe y Golfo de México.

Algunas fuentes como la Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (SEMARNAT, 1997), March *et. al* (2011); presentan algunos impactos esperados para la región del Mar

Caribe y Golfo de México, entre ellos el incremento del nivel del mar de 4 a 9 mm anuales, un aumento de temperatura media anual para el 2100 de 2.4° a 2.7° C. también la temperatura del océano en los próximos 50 años podría aumentar de 1° a 4° C, aunado al cambio en las corrientes y el oleaje.

También se estima que la disminución progresiva de la precipitación media anual será del 6 al 9% en los próximos 100 años (March *et al.*, 2011). Ortiz y Méndez (1999) estimaron dos niveles de inundación por aumento de nivel del mar en la RBSK, el 97% está representado por casi 585 Km² hasta el nivel de un metro y se distribuyen bordeando la bahía a través de una faja de unos 500 metros de anchura aproximadamente. Cabe mencionar que sobre estas áreas se reconoce un escurrimiento subsuperficial con afloramientos numerosos. El segundo es el nivel proyectado a dos metros tiene un área de riesgo potencial poco significativa si se compara con el nivel anterior y esta es de 19.36 Km² representando un 3% de anchura. Ambas representarían 604.36 Km² de área vulnerables a inundación por aumento del nivel del mar en la reserva.

En comparación con estos datos, el Instituto Nacional de Ecología, hoy INECC, (citado en March I. et al., 2011) ha señalado los siguientes impactos: con 1 metro de elevación del nivel un área de afectación de 585 km² y de hasta 500 m tierra adentro. Puntualmente en los esteros puede llegar a alcanzar hasta 32 Km. tierra adentro; y con 1 a 2 m de elevación, un área adicional de afectación de 18 km² y de hasta 29 km tierra adentro. Aun así ambas estimaciones comparten datos muy próximos, lo que permite establecer límites de vulnerabilidad por inundaciones para los pobladores de la RBSK.

También se prevé que la temperatura a finales de siglo se incrementará de 2° a 4° C en la región del Caribe y Golfo de México, y el periodo significativo iniciará a partir del 2037, así como las ondas de calor se duplicarán en frecuencia y su intensidad será superior en relación con las actuales entre dos y tres grados centígrados en relación con las actuales (Bello et al, 2009)..

Los periodos secos serán más prolongados, superiores a seis días por año (Bello *et al*, 2009), así mismo, se ha proyectado para la gran parte de México, una disminución en el balance de la humedad atmosférica (lluvia menos la evaporación potencial). Si bien puede ocurrir una reducción en las precipitaciones promedio, las precipitaciones extremas (y por lo tanto inundaciones) pueden aumentar.

2.8.- Aumento del nivel del mar en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an.

Los principales estudios sobre vulnerabilidad por cambio climático y aumento del nivel del mar en el Mar Caribe y Golfo de México son los de Ortiz y Méndez (1999), Bello *et al*. (2007), *Caetano et al*. (2009), March *et al*. (2011) y Landa *et al*. (2010).

Se identificaron en los estudios de "*Escenarios de vulnerabilidad por ascenso del nivel del mar en la costa mexicana del Golfo de México y el Mar Caribe*" de Ortiz y Méndez (1999) y "*Adaptación a los impactos por cambio climático en los humedales costeros del Golfo de México*" en *Sitio piloto Sistema Lagunar Boca Paila (Punta Allen)*, Bello *et. al* (2009) algunas amenazas como el aumento del nivel del mar asociado a las mareas de tormenta y el paso de huracanes en la Bahía de Ascensión.

Ortiz y Méndez (1999), reconocieron cinco zonas susceptibles al ascenso del nivel del mar a través del reconocimiento geomorfológico del tipo de costas mediante la identificación de los componentes naturales y el arreglo de su distribución, en función de la distancia al mar y de entradas marinas. Del arreglo, disposición y geometría de los límites o contactos entre las unidades geomórficas, descifraron la morfología de los contornos de transición y el efecto de borde por mecanismos de inundación, salinización de tierras y agua, y los procesos de acumulación sedimentaria o de erosión que marcan y señalan la dirección del

proceso o impacto y, con ello, el sentido de la migración o expansión de límites de la zonificación correspondiente. Los niveles obtenidos fueron proyectados de manera aproximada, para conocer el arreglo y distribución espacial de áreas de peligrosidad lo que les permitió evaluar la magnitud de su extensión.

Para identificar poblaciones costeras vulnerables al aumento del nivel del mar en la RBSK en el presente trabajo, se tomaron como referencia las estimaciones realizadas por Ortiz- Méndez (1999) sobre al aumento de nivel del mar para el 2100. Para ello se utilizó el modelo de elevación digital (DEM) del estado de Quintana Roo, con una resolución de 90 metros. Dicho modelo se clasificó de acuerdo a los niveles de inundación sugeridos de 1 metro (585 km²) y 2 metros (19.36 km²). La fig 2.8. muestra el mapa final con los asentamientos poblacionales semi y permanentes, que representan principalmente campamentos pesqueros, y cooperativas turísticas (puntos verdes), así también se muestra el patrón de inundación relacionada a la gama de colores amarilla, naranja y rojo.

Un segundo modelo de zonas vulnerables al aumento del nivel del mar con un DEM de la US Geological Survey (USGS), (fig. 2.9), permitió reconocer y comparar el patrón de inundación, a escala regional, con el obtenido anteriormente.

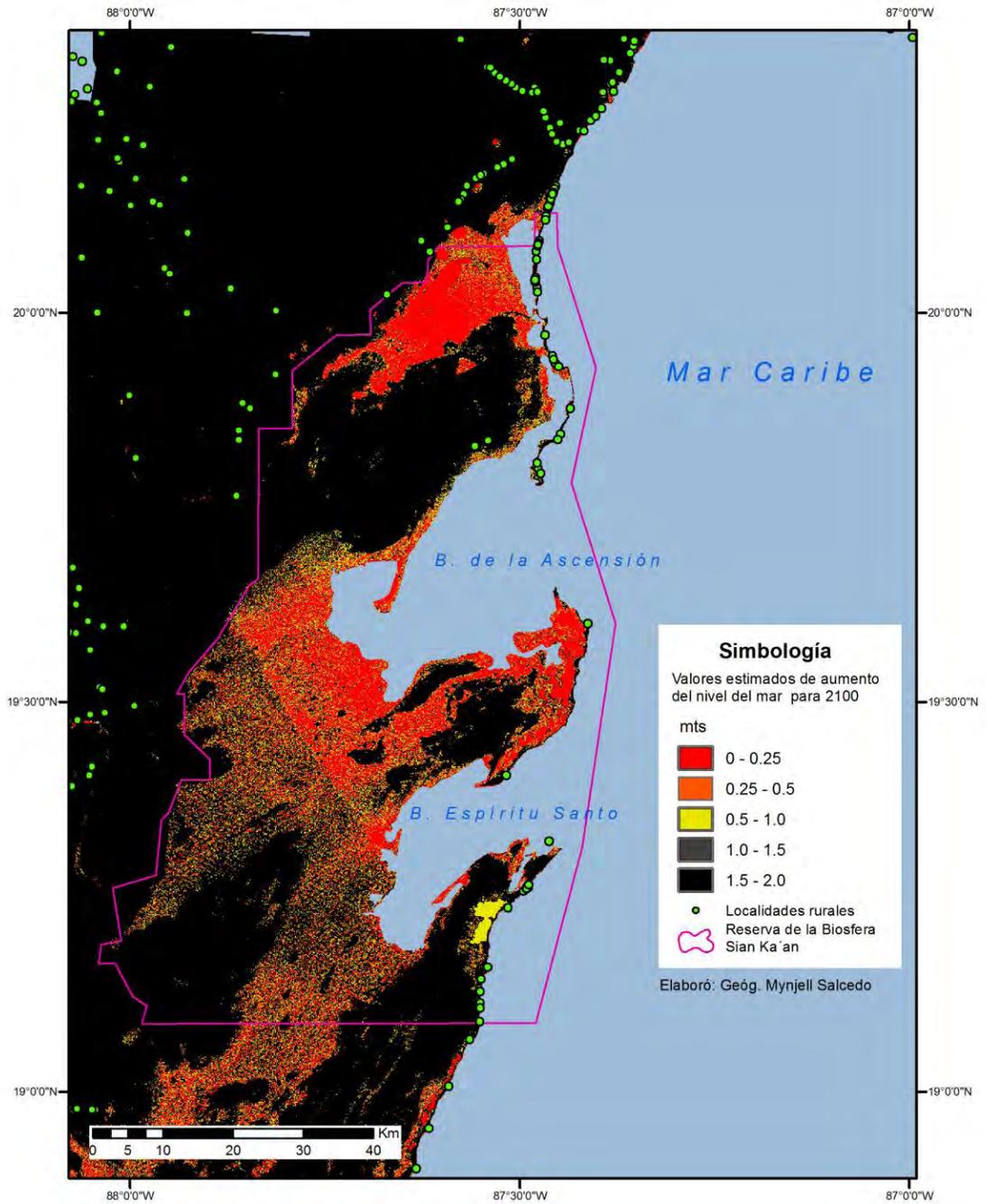
Con base a estos modelos fue posible identificar el tipo de vegetación que será expuesta a inundaciones, los cuales serán principalmente selva mediana subcaducifolia, selva mediana subperennifolia, selva baja subcaducifolia, manglar, tular y dunas costeras.

Aunque muchas comunidades vegetales están en constante exposición al agua salina, no todos tienen el mismo grado de tolerancia hacia ella, por ello, éstas deben ajustar su sistema interno para lograr adaptarse al cambio de inundación.

Si se observa el polígono de la reserva, se infiere que mas de la mitad de la zona está expuesta a inundación, lo que significaría que las comunidades de flora

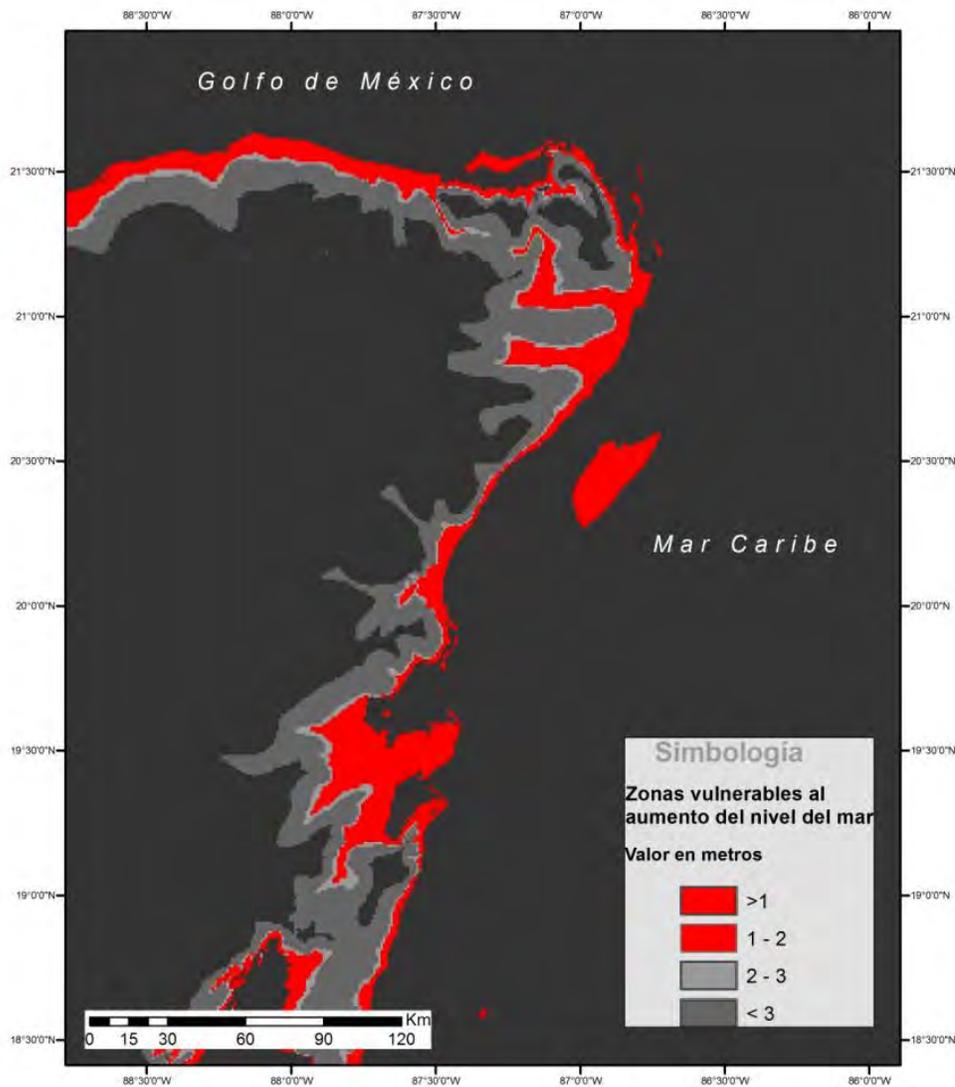
y fauna que conforman dicha reserva verían afectado su metabolismo (cambios físicos y químicos). El estrés al que podían estar expuestas marcaría la tendencia de sobrevivencia y adaptación o a la extinción de algunas especies, aunque es muy probable que muchas de ellas, en este momento ya estén adaptándose a dichos cambios, sobre todo a los más evidentes como son la temperatura y precipitación.

Las poblaciones humanas asentadas en la costa tendrán que desarrollar medidas de adaptación para no afectar su estabilidad social y económica. Así que los modelos vulnerabilidad al aumento del nivel del mar pueden tender a variar su grado de afectación, ya que la vulnerabilidad se construye socialmente y esto dependerá de la capacidad de organización de sus pobladores para afrontar las amenazas que se presenten.



Fuente: Modificado de Ortiz y Méndez, 1999.

Figura 2.8.- Localidades en riesgo por el aumento del nivel del mar en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, Quintana Roo. Con base en Ortiz y Méndez (1999)



Fuente: US Geological Survey

Figura 2.9.- Zonas de riesgo al aumento del nivel del mar en Mar Caribe y Golfo de México.

En general, los modelos permiten tener una delimitación espacial del posible aumento del nivel del mar, sin embargo, la resolución espacial de 90 metros del modelo de elevación digital (DEM) no permite tener una precisión detallada de las zonas en riesgo a inundaciones. El INEGI ahora cuenta con DEM's con una mejor resolución espacial (30 metros) a nivel nacional, pero al

aplicar la clasificación según los niveles de inundación, el patrón resultante es muy poco creíble debido a las formas muy geométricas marcadas en dicho modelo. Por eso es necesario recordar que en cualquier modelo de simulación siempre existirán incertidumbres, pero aun así estos modelos dan un panorama próximo a los acontecimientos estimados.

CAPITULO 3

Vulnerabilidad social y su evaluación

Una población es vulnerable cuando es muy probable que experimente situaciones negativas en respuesta de un evento climático, económico, político, social, religioso, etc., esto sugiere que el concepto de vulnerabilidad sea muy flexible de acuerdo a la situación que experimente una sociedad en determinado tiempo y espacio.

El objetivo de evaluar la vulnerabilidad social es permitir que la capacidad del sistema absorba perturbaciones al mismo tiempo que mantiene su misma estructura básica y funcional (resiliencia), la capacidad de auto-organizarse y su capacidad de adaptarse al estrés y al cambio.

Algunos autores, como Gallopin (2006) (citado en IUCN, 2010) considera a la vulnerabilidad como un antónimo de resiliencia. Aunque permanecen algunos alcances por debatir acerca de la semántica; en la práctica, el concepto de vulnerabilidad es visto como indicador inverso de la resiliencia.

Para identificar el grado de vulnerabilidad social en una comunidad es necesario reconocer los modos de vida a las que está sujeto el bienestar social. Por tal motivo, este capítulo se enfoca principalmente a la actividad más importante para las comunidades en Punta Allen y Punta Herrero: pesca.

Se destaca la problemática social y los actores clave involucrados en el manejo de la RBSK, así como la descripción de las comunidades mencionadas en relación a los resultados obtenidos de las visitas realizadas en campo.

3.1- Punta Allen

Dentro de la Reserva sobre la costa caribeña de Quintana Roo, a unos 40 km al sur de Tulum, se encuentra la comunidad pesquera de Javier Rojo Gómez, mejor conocida como Vigía Chico, en Punta Allen (Fig 3.1). Esta localidad es el asentamiento más importante de la reserva con 433 habitantes en 2002 (Ludger, 2010) y tiene una marcada infraestructura, puesto que cuenta con centros de educación indígena, Casa de Salud, Delegación Municipal, agua, servicio de drenaje, luz, línea telefónica, calentadores de baño, calefacción, internet, así como televisión por cable. Existe también una sencilla planeación en sus edificaciones, cuenta con banquetas y sus casas están construidas con materiales resistentes. También es perceptible infraestructura enfocada al turismo como centros de atención turística, restaurantes y pequeños hoteles.

Además de su privilegiada ubicación, la singularidad de esta aldea es su éxito comercial. Desde que se fundó, en 1968, ha sido el líder regional en la captura de langosta espinosa (*Panulirus Argus*), ya sea en toneladas totales o en el tamaño de langostas capturadas. La cooperativa de Vigía Chico se dedica desde sus inicios a la captura de langosta, cangrejo moro y escama como macabí, picuda, huauchinango, pulpo y mero. La cooperativa esta conformada actualmente por 84 socios y opera con 45 embarcaciones con motor fuera de borda. Un hecho notable de esta comunidad es que la riqueza generada por la industria está bien distribuida entre los pescadores de las cooperativas.

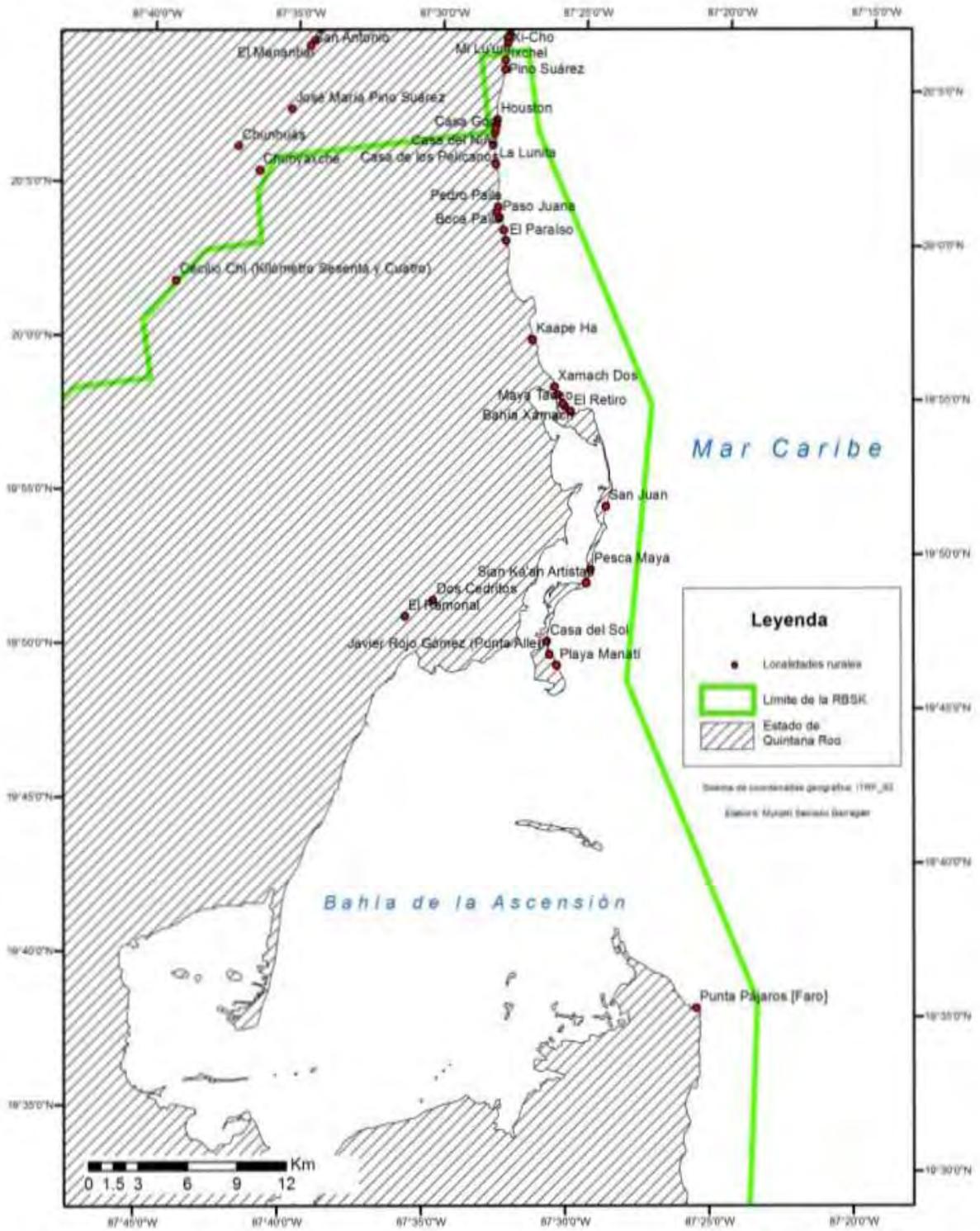
En los años 30's el Gobierno Federal otorgó derechos exclusivos de pesca de langosta y otras especies lucrativas a cooperativas pesqueras. En los 60's, pescadores de la cooperativa de la isla de Cozumel migraron a tierra firme y se establecieron en Punta Allen con la intención de capturar langosta. En 1968, debido a la distancia de la isla, 49 pescadores formaron su propia cooperativa llamándola Vigía Chico. Esta cooperativa tiene una concesión pesquera para la extracción de langosta en Bahía de Ascensión; y las cooperativas de Cozumel y José María Azcorra en la Bahía de Espíritu Santo. La población actual de Punta

Allen supera los 400 habitantes, de los cuales aproximadamente 100 de ellos son pescadores (Rodríguez, 2010).

En los años 60's el único contacto con el resto de la población era por medio de embarcaciones, donde principalmente un grupo de cubanos que se acercaban a la costa de Quintana Roo comercializaban lo que podían con los habitantes en aquella época. De estas visitas los lugareños aprendieron a utilizar refugios para las langostas, que llamaron "sombras langosteras" o "casitas cubanas" que son una especie de refugio para las langostas, lo que les permitía que éstas no fueran depredadas en estadíos juveniles y así asegurar la población hacia la adultez de las misma; para posteriormente, ser capturadas mediante redes de manera artesanal. Otra técnica empleada en países como Nicaragua, son las llamadas "nasas amigables" (WWF-PROARCA/APM, 2004), que consisten en cajones con rejas de madera cuya abertura y separación permite que las langosta de menor tamaño (mínimo 22 cm) puedan escapar.

Don Antonio Pereira, fundador de la cooperativa en Punta Allen, Quintana Roo en México, fue el primero en experimentar con "sombras langosteras", armándolas de palma de Chit. Pero al decretarse la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an en enero de 1986, se prohibió la tala de esta palma, y sus habitantes tuvieron que experimentar nuevas opciones que les permitieran seguir capturando langostas (Rodríguez, 2010).

Hoy en día las sombras langosteras se producen con materiales muy resistentes como el cemento, lo que les asegura mayor durabilidad por el oleaje debajo de la Bahía.



Fuente: Elaboración propia con base en Sistema de Disponibilidad de Productos Geográficos Digitales, INEGI

Figura 3.1.-Localidades en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, Bahía de la Asención.

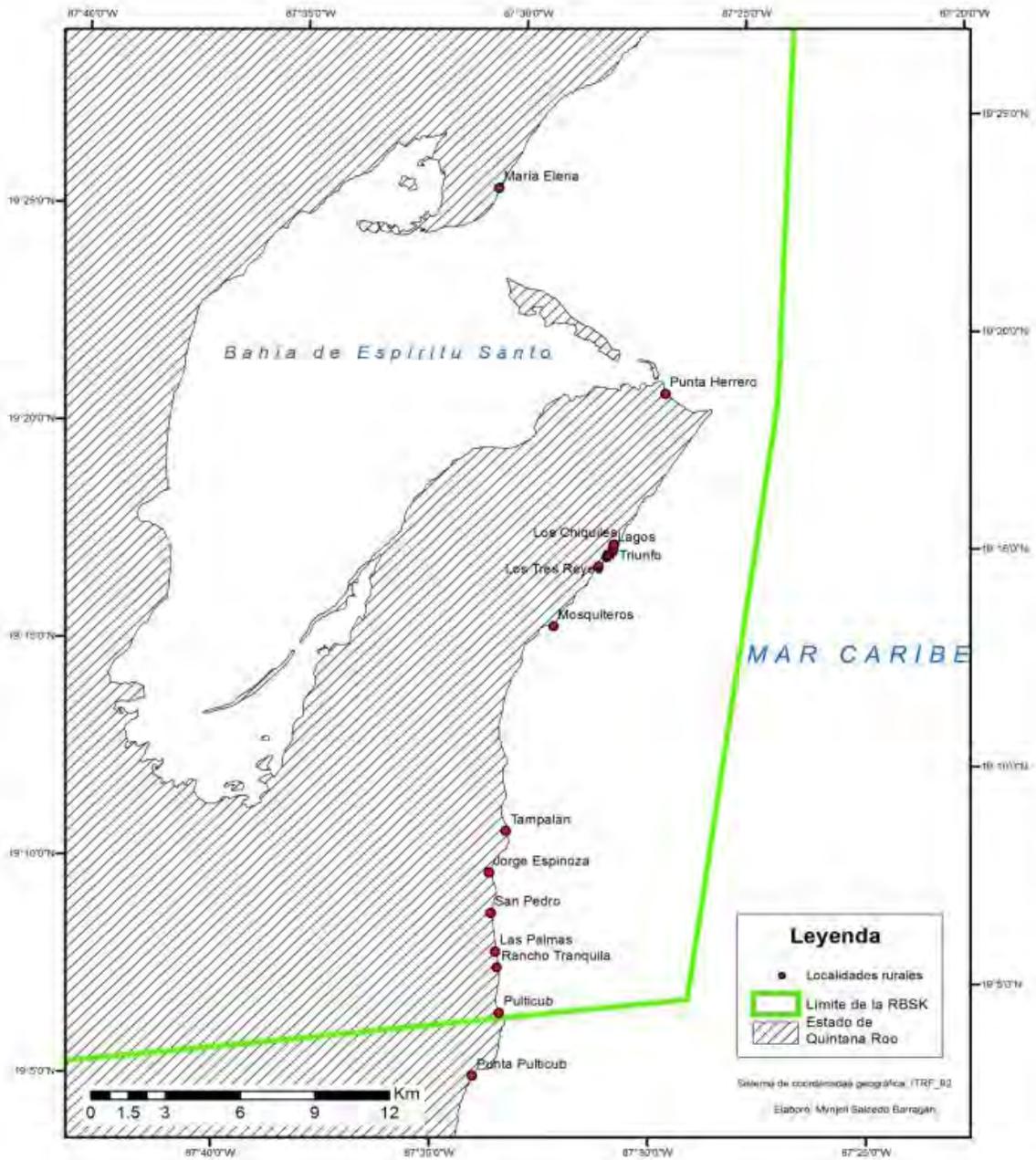
3.2.- Punta Herrero

Al igual que Javier Rojo Gómez, la comunidad de José María Azcorra es otra de las cooperativas que operan dentro de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an ubicada en Punta Herrero en la Bahía de Espíritu Santo (Fig.3.2). Fundada en 1983 esta comunidad proveniente de la ciudad de Chetumal y Cozumel principalmente, tuvo sus inicios con 60 socios, sin embargo actualmente, sólo quedan 22 de sus miembros.

Esta localidad es pequeña en población y su infraestructura es austera pero autosuficiente. Las cabañas del campamento pesquero José María Azcorra están contruídos principalmente de la madera que la CONANP autoriza a la población para reutilizar de que aquellos árboles que fueron derribados por los huracanes. Cuentan con servicio de drenaje, luz y cisterna de agua que abastece a la población.

La cooperativa de pescadores cuenta con 18 embarcaciones de motor, las cuales utilizan para pescar especies como: *palometa*, *macabi*, *picuda*, *rubias*, *cabrilla*, *huauchinango*, *rayas*, *pulpo*, *mero* y *camarón* entre otras. A pesar de la riqueza de sus especies dentro de la bahía de Espíritu Santo, el principal recurso pesquero está representado por la langosta espinosa. Al igual que la cooperativa de Javier Rojo Gómez, Banco Chinchorro y Cozumel; José María Azcorra practica la pesca sustentable, reconocida tanto nacional como internacionalmente por su arte de pesca.

Los asentamientos en la zona son de carácter semi-permanente. Las instalaciones son utilizadas sólo para fines de trabajo, sobre todo cuando termina la temporada de veda de langosta espinosa, iniciando la fecha de captura del 1° de julio al 28 de febrero (SCPP José Ma. Azcorra). Es en esta época de año cuando puede presenciarse la mayor actividad pesquera de la zona. Los integrantes de cada familia participan en este arte de captura, en el que cada uno tiene un rol importante que desempeñar, desde lo administrativo hasta la parte técnica.



Fuente: Elaboración propia con base en Sistema de Disponibilidad de Productos Geográficos Digitales, INEGI

Figura 3.2.-Localidades en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, Bahía de Espíritu Santo.

Normalmente los hombres salen desde temprano hacia las sombras langosteras, ubicadas a 100 metros de distancia, a partir de ahí, hasta el límite de 1km Bahía adentro. El trabajo físico es arduo, razón por la cual las mujeres preferentemente participan en la parte administrativa, así como apoyo en horas de comida para sus familiares.

Se dividió el área del fondo arenoso y somero dentro de las Bahías de Ascensión y Espíritu Santo en la RBSK con tecnología GPS para establecer los campos langosteros asignados a cada pescador miembro de las cooperativas. De manera que cada socio utiliza sólo sus campos, su arte de pesca y reglas de uso.

Los pescadores capturan la langosta buceando a pulmón, levantan la sombra langostera, y después, usando las redes de tipo cazamariposas llamados “jamos”, capturan langostas, lo que les permite seleccionar solo aquellas que cumplen con la talla mínima establecida por los acuerdos en la marca colectiva *Chakay* de las Reservas de la Biosfera Sian Ka’an y Banco Chinchorro (al menos 13.5 cm de cola) y regresar al mar a las hembras ovígeras sin lastimarlas.

México, Nicaragua y Brasil han adoptado acuerdos para gestionar la pesquería de langosta del caribe, uniendo esfuerzos para impulsar líneas de acción y procurando criterios para la recuperación, mantenimiento y uso racional de éstas poblaciones (WWF-PROARCA/APM, 2004).

Algunos acuerdos son las temporadas de veda que consisten en la suspensión de actividades de extracción de langosta, en algunos casos, como en México se incluyen también especies como el caracol rosado, pulpo y camarón. También entre cooperativas se desarrolla un plan de erradicación de la pesca y comercialización de langosta de talla ilegal.

Entre las cooperativas de la Reserva de la Biosfera Sian Ka’an y las de la Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro, conforman un total de seis cooperativas (Vigía Chico, Pescadores de Cozumel, José María Azcorra, Langosteros del Caribe, Andrés Quintana Roo y Pescadores de Banco Chinchorro), las cuales están organizadas comercialmente en una empresa integradora que comercializa

parte de la captura de langosta capturada bajo la Marca Colectiva “Chakay” (Ley Cooper y Quintanar, 2010). Esta es única en su tipo, ya que representa una indicación geográfica ligada a las reservas de la Biosferas Sian Ka’an y Banco Chinchorro; empleando a más de 400 familias de pescadores a través de dichas cooperativas.

Las reglas de uso acordadas por los pescadores han sido registradas ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Intelectual asignada parte de su producción a Integradores de Pescadores de Quintana Roo para que esta realice la venta de manera directa (Rodríguez 2010). El proceso para generar la Marca Colectiva fue promovido por Razonatura, una organización de la sociedad civil que trabaja de manera cercana con los pescadores.

Las cooperativas están inmersas también en un proceso para certificar su pesquería por el Marine Stewardship Council (MSC). El detallado proceso de evaluación para obtener este prestigioso certificado internacional, ha sido facilitado desde hace un par de años en esta y otras pesquerías por Comunidad y Biodiversidad, AC. (COBI), organización mexicana especializada en conservación costera y marina.

La MSC certifica pesquerías sustentables en diferentes partes del mundo. En México, solo la pesquería de langosta realizada por cooperativas pesqueras de Baja California en el Pacífico Noroeste está certificada por MSC.

Esta certificación evalúa tres principios de la pesquería: 1) debe asegurar un stock saludable, 2) el impacto sobre el ecosistema debe ser mínimo; y 3) el manejo debe estar respaldado por un sistema de gobernanza y políticas públicas claras; así como asegurar la vigilancia, el cumplimiento de las reglas y un proceso responsable de toma de decisiones.

Los pescadores junto con la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Razonatura y COBI, han trabajado juntos con el objetivo compartido de dar valor agregado, desde el punto de vista comercial de la langosta, resaltando

por un lado su origen proveniente de áreas naturales protegidas, y de las prácticas de pesca cuidadosas del ambiente y la especie.

La langosta espinosa del Caribe es uno de los recursos biológicos más importantes dentro del Sistema Arrecifal Mesoamericano. De los recursos pesqueros, esta especie es la que alcanza mayor valor en el mercado. Debido a su abundancia y amplia distribución, es la principal fuente de ingresos para un gran número de pescadores. Sin embargo, esta misma situación aunada a la compleja problemática de la pesca furtiva ha ocasionado su sobrepesca en el Caribe. En la tabla 3.1, se presentan algunos datos disponibles de captura para los municipios de Tulum y Felipe Carrillo Puerto. Para ambos municipios la mayor captura de langosta se presenta efectivamente en los meses de julio y agosto. Con la presencia de huracanes la captura tiende a disminuir. En la tabla 3.2 se muestra una relación de captura-huracanes, en el 2006 no hay registro de un impacto por huracán en estos municipios. Las ganancias más altas obtenidas para el caso de Tulum fue de \$ 12, 401, 538.48, en comparación con un año de huracán como en 2010 (huracán Alex, Karl y Richard) sus ganancias disminuyeron a \$ 5, 504,671.00. Es muy probable que exista una relación entre la disminución de la población de langosta con el efecto de marea de tormenta, y oleaje. Aún así la disponibilidad de datos no es suficiente en este caso para determinar el patrón de ganancias por captura y eventos meteorológicos.

La mayoría de los estudios (WWF Centroamérica, 2006; WWF-PROARCA, 2004; Ley Cooper y Quintanar, 2010) coinciden en que la langosta espinosa es una metapoblación, por las dinámicas propias de la especie, cuya distribución y asentamiento de larvas, juveniles y adultos dependen de diversos factores físicos (como corrientes y temperaturas), biológicos (migraciones temporales y comportamientos reproductivos) y ambientales (ecosistemas aptos para las diferentes etapas del ciclo de vida), lo cual impone dificultades en su manejo.

Tabla 3.1. Captura de langosta espinosa <i>Panulirus Argus</i> en Tulum y Felipe Carrillo Puerto				
Tulum	Mes	Peso vivo	peso Desembarque. (Kg)	Valor de la producción (pesos)
2006	enero	3,176.00	1,592.00	476,114.56
	febrero	1,551.00	843	228,236.76
	marzo	1,575.00	850	232,203.25
	julio	34,655.00	33,943.00	4,534,035.84
	agosto	16,667.00	15,005.00	2,241,500.00
	septiembre	9,670.00	9,247.00	1,135,900.79
	octubre	5,112.00	4,284.00	643,961.88
	noviembre	14,678.00	8,699.00	2,343,810.40
	diciembre	3,710.00	1,855.00	565,775.00
		90,794.00	76,318.00	12,401,538.48
Tulum	enero	2,707.00	1,781.00	393,263.65
2007	febrero	8,154.00	5,219.00	1,344,691.72
	marzo	282	141	50,376.48
	julio	44,932.00	44,858.00	5,831,788.64
	agosto	9,666.00	9,008.00	1,317,500.74
	septiembre	10,041.86	5,511.93	1,758,071.46
	octubre	7,449.00	5,953.00	1,123,800.91
	noviembre	3,334.00	3,175.00	447,771.60
	diciembre	7,662.00	6,828.00	1,316,951.52
		94,227.86	82,474.93	13,584,216.72
Tulum	enero	336	168	68,236.56
2008	febrero	3,135.66	2,685.83	470,905.49
	marzo	2,351.00	1,700.00	399,622.28
	abril	700	350	142,159.50
	julio	30,991.00	30,556.00	4,058,979.64
	agosto	25,420.92	24,640.96	5,382,215.40
	septiembre	1,519.94	759.97	308,677.01
	octubre	8,269.00	7,931.00	1,115,947.23
	noviembre	3,900.00	2,108.00	768,585.88
	diciembre	–	–	–
		76623.52	70899.76	12,715,328.99
Tulum	enero	6,186.00	3,093.00	1,297,770.00
2009	febrero	5,810.00	2,905.00	1,304,070.00
	marzo	16	8	3,120.00
	abril	700	350	142,159.50

	julio	30,026.00	29,449.00	3,705,749.00
	septiembre	5,567.00	2,967.00	929,141.00
	noviembre	7,346.00	3,673.00	1,174,676.00
		55,651.00	42,445.00	8,556,685.50
Felipe Carrillo Puerto	enero	2,783.00	2,487.00	503,420.00
COL. J. ROJO G. (P.ALLEN)	febrero	6,967.00	5,825.00	1,269,060.00
2010	julio	33,845.00	33,390.00	5,581,165.00
	agosto	19,003.66	18,475.83	3,137,025.00
	septiembre	12,890.90	12,182.95	2,412,935.00
		75,489.56	72,360.78	12,903,605.00
Tulum	abril	14,075.00	13,362.00	1,837,805.00
2010	octubre	17,742.30	10,580.88	2,055,436.00
	diciembre	13,702.00	8,468.00	1,611,430.00
		45,519.30	32,410.88	5,504,671.00
Felipe Carrillo Puerto	enero	2,737.00	3,033.00	536,345.00
COL. J. ROJO G. (P.ALLEN)	febrero	5,821.00	6,959.00	1,267,940.00
2011	julio	33,108.00	33,171.00	5,804,925.00
	agosto	17,895.00	18,302.00	3,566,081.00
	septiembre	6,108.25	6,234.50	1,239,965.00
	octubre	8,245.00	8,330.00	1,594,305.00
	noviembre	4,296.00	4,901.00	973,894.00
	diciembre	306	312	41,310.00
		78,516.25	81,242.50	15,024,765.00
Tulum	febrero	180	180	23,706.00
2011	julio	3,259.00	3,259.00	429,210.30
		3439	3439	452,916.30

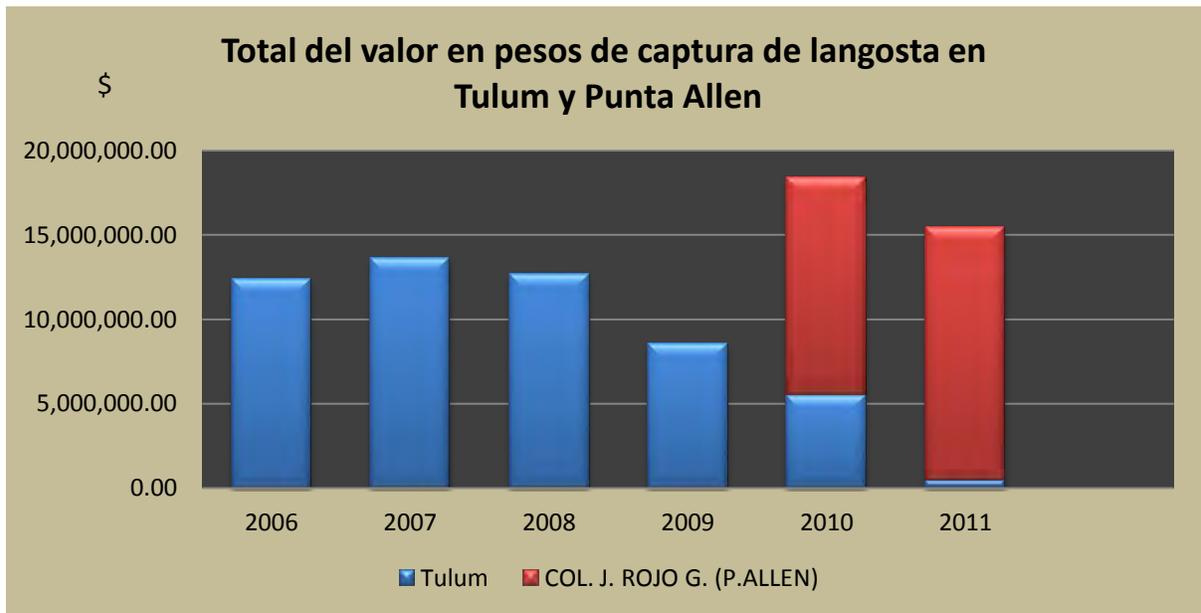
Fuente: <http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx>

No todos los países aplican medidas de conservación para dicho recurso, ni conocen el estado de salud de sus pesquerías. En las reservas se ha planteado realizar monitoreos y registros de datos de la población que abarquen el ciclo de vida desde la colecta de larvas, pasando por el estadio juvenil, hasta la madurez de langostas para entender mejor la dinámica local.

Tabla 3.2. Relación de captura de *Panulirus Argus* con eventos de Huracanes.

	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Tulum	12,401,538.48	13584216.72	12715329	8556685.5	5504671	452916.3
COL. J. ROJO G. (P.ALLEN)					12903605	15024765
huracanes		Wilma	Arthtur,Dolly	Ida	Alex, Karl,Richard	Rina

Fuente: http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/consulta_especifica_por_produccion



Fuente: <http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx>

Figura 3.2. Total de valor en pesos de captura de langosta en Tulum y Punta Allen.

3.3.- La langosta espinosa (*Panulirus argus*).



Langosta espinosa (<i>Panulirus Argus</i>)	
Reino	Animalia
Filo	Arthropoda
Subfilo	Crustacea
Clase	Malacostraca
Orden	Decapoda
Suborden	Pleocyemata
Infra orden	Palinura
Familia	Palinuridae
Género	Panulirus
especie	P. argus
Nombre nominal	Panulirus argus
(Lozano <i>et. al</i> , 1993; Sosa <i>et. al</i> (2008).	

La langosta espinosa (*Panulirus argus*) presenta un rango de distribución amplio en la costa Atlántica occidental, desde Río de Janeiro, Brasil hasta Beaufort, Carolina del Norte, incluyendo la cuenca del Caribe. Es una especie béntica que habita en regiones someras, como zonas de manglar y de pastos marinos, aunque en sus etapas adultas llegan a estar hasta profundidades de 100 metros, estando asociadas a arrecifes coralinos y fondos rocosos.

Durante su ciclo de vida presenta cinco etapas, que son: Huevo, Larva filosoma, Puelurus, Juvenil y Adulto (WWF Centroamérica, 2006; Ley Cooper Quintanar, 2010).

El macho adhiere un espermatóforo con apariencia de parche en la parte inferior del cefalotórax de la hembra. La mayor parte de la reproducción ocurre durante los meses de la primavera, cuando las hembras producen varios grupos de huevos durante la temporada de reproducción. Una langosta hembra grande puede liberar hasta 2 millones de huevos. En promedio, un número tan bajo como uno, podría llegar a la adultez.

Después de fertilizar los huevos, la hembra los transporta en los pequeños vellos (pleópodos) bajo su abdomen hasta que incuba. Cada uno de los huevecillos se llena de agua y se expanden hasta que se rompe la membrana y se separa la nueva larva de langosta.

Después de incubar, las larvas de filosomas transparentes (cuerpo en forma de hoja) pueden transportarse por varios cientos de millas por corrientes del océano. Los filosomas que viven 6-12 meses en estado planctónico, presentan once estadíos larvarios. Durante los cuales pueden alejarse cientos de kilómetros de la población madre. Este estado larval ocurre normalmente entre los 6-8 meses y llega a medir 1.5 mm. Los filosomas pasan por una metamorfosis al periodo postlarval puérulus y transitan del océano abierto hacia los hábitats de crianza cerca de la orilla (primordialmente una macroalga llamada Laurencia) (WWF, 2006) .

Después de una semana, las postlarvas transparentes toman la apariencia de una langosta adulta en miniatura (juveniles). El patrón de franjas y bandas de color crean una interrupción y proveen un camuflaje a las langostas jóvenes de la visión de los depredadores. Las langostas jóvenes viven dentro de Laurencia hasta que alcanzan un tamaño de aproximadamente 45-65 mm de largo. Los estadíos juveniles son divididos en “juvenil temprano” que incluye individuos de 15-50 mm de longitud de cefalotórax, posteriores al asentamiento de los puérulus cuya forma y pigmentación es una transición entre postlarva y “juvenil tardío” este ultimo estadío comprende a los individuos de 1-3 años de edad y de 40-80 mm de longitud de cefalotórax (LC). Los subadultos comienzan a mudarse a los arrecifes de corales y rupturas en las rocas, donde a menudo se encuentran en grupos grandes durante el día. Los juveniles tempranos se mantienen aislados, presentan un comportamiento críptico y se alimentan en áreas restringidas, mientras que los juveniles tardíos son gregarios, fácilmente visibles y ocupan un área más amplia de alimentación (WWF, 2006).

Las agresiones intra e interespecíficas en la búsqueda de madrigueras puede forzar a los juveniles tempranos a convertirse en habitantes transitorios de los refugios. La mortalidad natural de esta langosta se debe principalmente a la depredación, y cuando los individuos son forzados a resguardarse en refugios inadecuados pueden ser pueden estar sujetos a una mayor depredación. Es en

esto donde reside la importancia del uso de las “casitas o sombras langostas”, que aumentan el espacio del refugio disponible

3.4.- Identificación de actores sociales y conflictos regionales y locales

Mediante entrevistas, y técnicas de muestreo de “bola de nieve” se identificaron los actores sociales más relevantes dentro de la RBSK. Esta metodología fue utilizada por Ludger, en 2010, (Fig. 3.3), en su estudio de gobernanza ambiental, en su caso particular de Sian Ka’an. Ellos al tomar en cuenta las diferencias de su radio de acción, poder relativo e intereses en el uso de recursos naturales identificaron cuatro grandes grupos de actores en la RBSK: a) Sector Gubernamental e instituciones supranacionales, b) Organizaciones no gubernamentales ambientalistas (ONGA), c) población local, d) sector turismo y turistas. Diez instituciones federales pertenecen al Sector Gubernamental (sin tomar en cuenta sus dependencias regionales en el Estado), cinco dependencias estatales y dos municipios. Además Naciones Unidas está involucrada indirectamente en el manejo de la RBSK, a través de apoyos dentro del marco de los programas “Hombre y Biosfera” a cargo de la Organización de las Naciones Unidas por la Educación la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

Esta situación compleja se explica a través de la relevancia política de la reserva tanto a nivel nacional como internacional. Por otra parte, su alta biodiversidad, buen estado de conservación y vocación turística despertaron el interés en distintas instituciones gubernamentales para controlar o influenciar, de una u otra manera, el uso de los recursos.

En el plano federal y estatal se pueden identificar dos grupos de actores: a) las instituciones gubernamentales que persiguen la conservación de los recursos

naturales y la biodiversidad, y b) las dependencias que primero promueven el desarrollo socioeconómico. Dentro del primer grupo el actor más influyente es la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) junto con sus dependencias desconcentrados; Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp), Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (Profepa), Comisión Nacional Forestal (Conafor). Sus objetivos centrales son la conservación de los recursos naturales y el cumplimiento de las normas ambientales. Estas disponen de recursos financieros provenientes de diferentes programas del gobierno federal.

La secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente del estado de Quintana Roo (Seduma), en cambio, sólo puede ejercer su función normativa fuera de la reserva. Además de que sus recursos políticos y de información están más reducidos. En cambio, las instituciones federales que fomentan primordialmente el desarrollo socioeconómico y el aprovechamiento de los recursos naturales son en orden de importancia: Fondo Nacional de Fomento al Turismo (Fonatur), la Secretaría de Agricultura, Ganadería Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa), la Secretaría de Desarrollo Social (Sedesol), la Secretaría de transporte y Comunicaciones (SCT). En el nivel estatal, realizan actividades en el entorno de la reserva la Secretaría de Desarrollo Turístico (Sedetur), la Secretaría de Desarrollo Agropecuario Rural e Indígena (Sedari), la Secretaría de Desarrollo Económico (Sede) y la Secretaría de Infraestructura y Transporte (Sintra).

El grupo de las ONG's está constituido por cuatro organizaciones, tres de ellas tienen su base en Estados Unidos: World Wide Fund for Nature (WWF), y The Nature Conservancy (TNC), Rare Conservation y la World Conservation Union (IUCN por sus siglas originales en inglés); cinco son mexicanas: Amigos de Sian Ka'an (ASK), Ecociencia, el Centro Ecológico de Sian Ka'an (Cesiak), Herencia de Punta Allen y Carrillo Portenses para el Desarrollo Integral de la Zona Maya (Cpu). Con excepción de la iniciativa local Cpu que abarca un grupo de residentes

inconformes con el establecimiento de la reserva y ejerce presión sobre la Conanp para que autorice desarrollo turísticos sobre la franja costera del Municipio Felipe Carrillo Puerto, el conjunto de las ONG relativamente homogéneo en cuanto a sus intereses y acciones; sus programas son generalmente diseñados para mejorar el bienestar de la población local a través del desarrollo sustentable de los recursos naturales ; pretenden promover la aceptación de la reserva en sí, y de las normas ambientales relacionadas con su existencia. Aunque todas las ONG disponen de ciertos recursos económicos, morales y de información, su distribución es sumamente desigual (Ludger, 2010), mientras que WWF, TNC y RARE Conservation son organizaciones profesionales que cuentan con un presupuesto considerable, actual a nivel mundial, gozan de prestigio internacional y llevan a cabo programas específicos, las ONG locales sólo llevan a cabo actividades en la RBSK y su entorno inmediato, no cuentan con un personal profesional suficiente ni con financiamiento continuo.

La población local se divide en dos grupos: los miembros de las cooperativas pesqueras y turísticas legalmente reconocidos (incluyendo sus familiares), que habitan en la franja costera de la RBSK, y los demás residentes que no pertenecen a ninguna organización; los últimos viven, en su mayoría, en el entorno inmediato de la reserva. Dentro del primer grupo, los más influyentes con los de la Cooperativa de Producción Pesquera (CPP) Vigía Chico de Punta Allen, ya que es la organización social legalmente reconocida más antigua de la reserva. Su alto nivel de coherencia les permite manifestar sus intereses frente a la Conanp y las ONGA; al mismo tiempo les proporciona una posición negociable fuerte.

Los miembros de las cooperativas turísticas de Punta Allen disponen de recursos económicos y sociales, controlan el monopolio de la ofertas de servicios turísticos en la parte más atractiva de la reserva. Sus competidores, la Cooperativa Pesquera de Muyil y (al noroeste de la reserva) y la Cooperativa Pesquera-Turística de Punta Herrero cuentan con menor potencial turístico, o se

ubican en zonas menos accesibles. En términos generales, las organizaciones aceptan las restricciones ambientales, ya que esto les ha permitido asegurar el derecho exclusivo de ciertos usos de los recursos naturales. En cambio, la población no organizada de Punta Allen, Muyil, María Elena, Punta Herrero, así como los ejidos colindantes al oeste de la reserva, no se beneficia de la misma manera del turismo ni de la pesca de langosta. Además por no ser formalmente organizada y/o legalmente reconocida, recibe menos apoyo económico por parte de las instituciones gubernamentales y las ONG, lo cual es de esperarse que no estén de acuerdo con las restricciones de la reserva, de manera que esta situación los pone como “antagonistas” para las cooperativas organizadas, debido a las actividades ilícitas que se llegan a realizar como caza eventual, recolección de plantas comestibles, cultivo de maíz, incendios forestales provocados, tala clandestina, y por supuesto, pesca y captura ilegal de langosta espinosa en la zona marítima de la reserva, que es considerada como la mayor problemática social de la zona.

Finalmente, el sector turismo comprende, aparte de las cooperativas ya mencionadas las operadoras turísticas con concede en la Riviera Maya que ofrecen excursiones a Punta Allen y Muyil: los propietarios (foráneos y locales) de hoteles y restaurantes así como los turistas nacionales e internacionales; todos ellos son considerables recursos económicos y de información. Aunque todos los prestadores de servicios persiguen principalmente intereses económicos, los propietarios que radican en la RBSK se sienten más comprometidos a respetar las reglamentaciones ambientales que los actores sin vínculo con la región.

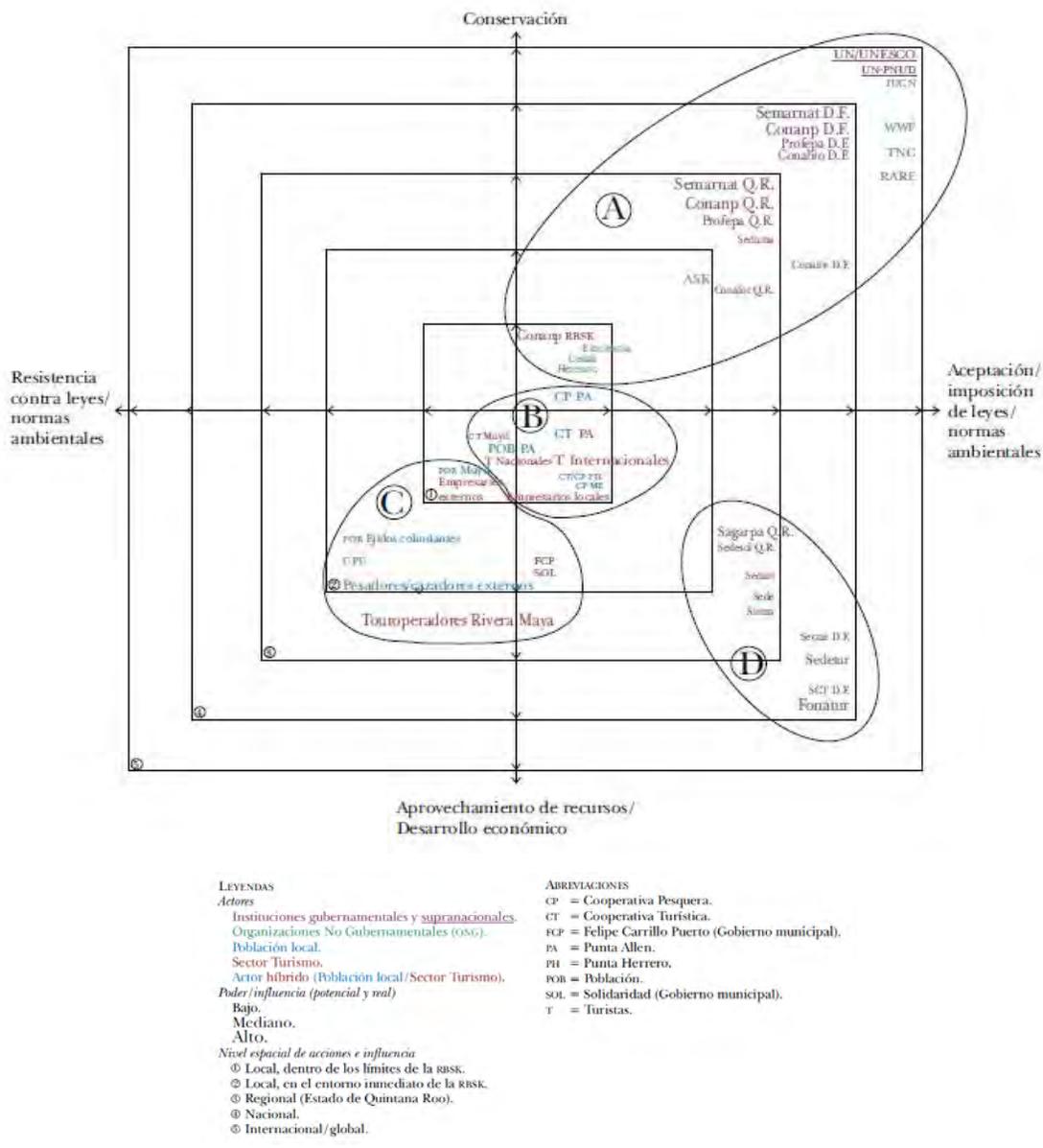


Figura 3.3 Espectro de actores en la Reserva de la Biosfera Sian ka'an.

Fuente: Ludger 2010.

Las elipses determinan grupos con ciertos intereses en común. El conjunto de actores "A" se compone de las instituciones gubernamentales y supranacionales encargadas de la protección ambiental así como una serie de ONGA representadas en la parte superior derecha. Estos pretenden convencer u

obligar a los actores inmediatamente afectados por las restricciones (sobre todo la local) a aceptar las normas ambientales, usando sus principales recursos de poder político, físico y de información. Los actores del conjunto “B” (población local organizada, población no organizada de Punta Allen), incluyendo los prestadores de servicios turísticos, así como turistas nacionales y extranjeros) son influenciables ya que están sujetos al poder político de las instituciones gubernamentales y/o bien dependen – por lo menos en parte- de los recursos económicos y de la información de las ONGA, sobretodo de las organizaciones internacionales. Sin embargo, estos actores tienen varias opciones para resistir a la presión e incluso presionar a los actores del conjunto “A”.

Esta situación es potencialmente conflictiva, ya que los actores de ambos conjuntos (“A y B”) pueden movilizar sus “armas” de poder social y moral en cualquier momento para imponer sus intereses.

Los actores que conforman el grupo “C” (la población no organizada de Muyil y los ejidos colindantes, la ONG Carrillo Portenses para el Desarrollo Integral de la Zona Maya, las autoridades municipales de Felipe Carrillo Puerto y Solidaridad, los pescadores, cazadores forasteros, operadoras turísticas y empresarios turísticos externos) tienen más opciones de escapar de la influencia de los actores conjunto “A” , puesto que la mayoría no radica en los límites de la reserva y no depende de los recursos naturales para su subsistencia, es más móvil e independiente en sus acciones, cabe destacar que es el grupo que menos acepta las restricciones de la reserva, pues su atención se centra más en al aprovechamiento económico de los recursos naturales, recurriendo a su poder económico, social y de información.

Finalmente, las instituciones gubernamentales del grupo “D” no están involucradas directamente con el manejo de la reserva. Tampoco realizan acciones de mayor alcance dentro de sus límites. No obstante, sus actividades-orientadas primordialmente hacia el fomento del desarrollo económico y a la

facilitación de la infraestructura necesaria- pueden repercutir seriamente en su entorno inmediato. En este sentido las instituciones más influyentes son la Fonatur, y en menor medida, Sedetur, ambas están fomentando el desarrollo turístico tanto en la Riviera Maya como en la Costa Maya, haciendo uso de su poder político y de información.

Capítulo 4

EVALUACIÓN DE CAPACIDAD ADAPTATIVA EN COMUNIDADES COSTERAS.

(RESULTADOS)

Para realizar una evaluación cualitativa de la capacidad adaptativa como elemento de vulnerabilidad social se recurrió a varias metodologías para identificar patrones de comportamiento social que incluye la percepción del riesgo y habilidad para hacer frente al cambio climático, principalmente.

Los estudios de caso en las localidades de Javier Rojo Gómez (Punta Allen) y José María Azcorra (Punta Herrero) se realizaron mediante matrices cualitativas de vulnerabilidad, las cuales están basadas en encuestas aplicadas en campo a los campamentos pesqueros dentro de la reserva.

La matriz de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, (FODA), también permitió visualizar aspectos ya identificados en las encuestas (Tabla 4.3). Otros modelos como el Modelo de fuerzas motrices presión-estado-impacto-respuesta, completó e panorama de vulnerabilidad al aumento del nivel del mar de ambas comunidades (Fig. 4.1 y 4.2).

4.1- Estudio de Caso: Punta Herrero, Reserva de la Biosfera Sian Ka'an.



Identificar la vulnerabilidad de los diferentes componentes del sistema socio-económico es el primer paso para minimizar impactos asociados al cambio climático. Hay tres elementos que permiten identificar la vulnerabilidad en los sistemas sociales y naturales. Estos son el factor de **Exposición, Sensibilidad y la Capacidad de Adaptación** (CA). Esta última es posible valorarla mediante la *evaluación de la capacidad adaptativa*, la cual puede ser mediante dos vías: una a nivel individual y la otra en comunidad (IUCN, 2010).

Respecto a la primera, se realizó una actividad de evaluación de capacidad adaptativa individual en la localidad de pescadores José María Azcorra dentro de la RBSK. El objetivo fue identificar las fortalezas y debilidades de cada individuo respecto al tema del aumento del nivel del mar, principalmente, así como temas socio-económicos-ambientales en general. Se encuestaron a once pescadores disponibles de los veintidós que integran dicha cooperativa. El cuestionario base tomó como referencia la metodología propuesta por la IUCN (2010) donde se consideraron algunos indicadores para evaluar la capacidad adaptativa como un elemento de evaluación de la vulnerabilidad social en poblaciones costeras (Tabla 4.1).

Los criterios de evaluación se relacionan con una escala de porcentajes en las coincidencias de las respuestas obtenidas en los cuestionarios, aplicados así mismo se estableció esta percepción en tres grupos: **Alta, Media y Baja**. Los resultados fueron representados en una matriz de capacidad adaptativa donde se exponen los principales indicadores evaluados cualitativamente en la población

Nivel de capacidad Adaptativa.	
ALTO Mas del 75% de coincidencias en las respuestas	
MEDIO Mas del 50% pero menos del 75% de coincidencias en las respuestas	
BAJO Menos del 50% de coincidencias en las respuestas	

Para categorizar dicha evaluación se consideró la inclinación porcentaje final de acuerdo a la categoría sobresaliente.

1.- En relación a la percepción del riesgo, el 100% de los encuestados respondió no estar enterados a las estimaciones en relación al aumento del nivel del mar para fin de siglo. Esto indica que la Capacidad de Adaptación a en este aspecto será **Bajo**. No será posible adelantarse a los cambios futuros si no se tiene la información necesaria para adaptarse. Sin embargo en cuestiones de riesgo, respecto a temporadas de ciclones tropicales la población está bien organizada, conocen bien los fenómenos meteorológicos, cómo afectan a su comunidad y sus bienes. La experiencia les ha dado las herramientas necesarias para saber actuar a tiempo, así mismo cuentan con un plan de acción, lo que les permite minimizar ciertas pérdidas.

2.- El 72% de los encuestados presentan un apego a su ocupación, lo cual indica que su capacidad adaptativa es **Baja**, este porcentaje está relacionado con el factor edad, puesto que la mayoría de los pescadores alcanzan una edad promedio de 48 años. Este factor representa una limitación para experimentar otras alternativas de trabajo, puesto que el rendimiento físico se vería limitado a ciertas actividades. A pesar de ello, la actividad pesquera es sinónimo de identidad

cultural, y transmitirla de generación en generación es un orgullo para los habitantes de la comunidad.

Por otra parte, el 18% restante corresponde a elementos jóvenes, los cuales ven viables otras opciones de trabajo en caso de ser necesario cambiar de oficio para apoyarse económicamente. Por lo general, estos integrantes cuentan con estudios de nivel preparatoria y tienen intenciones de seguir una carrera universitaria en la ciudad de Chetumal, esto les ofrecería nuevas perspectivas para adaptarse a los cambios como lo es el aumento del nivel del mar. Por lo general, los integrantes jóvenes también se ven involucrados en actividades relacionadas con el turismo. Esto indicaría que su capacidad adaptativa podría proyectarse como **Alta** para este sector.

3.- El 64% de los encuestados manifiestan su interés para considerar el desarrollo de otras habilidades para hacer frente al cambio. Sin embargo el 36% indica no tener interés. Estos resultados podrían ser un poco contradictorios, ya que el apego a la ocupación es muy alto. Lo cual podría deducirse que es muy probable que los pescadores estén dispuestos a experimentar opciones siempre y cuando esté relacionado con los recursos marinos. Su capacidad adaptativa estaría en un rango **Medio**.

Otros factores que hay que considerar es la parte emocional (capacidades) y económica de los pescadores. Durante las entrevistas se dejó ver que la comunidad no cuenta con una estabilidad financiera lo suficientemente sólida para afrontar cambios e inversiones respecto a infraestructura, capacitación y tecnología para afrontar amenazas como lo es el aumento del nivel del mar.

4.- El 73% de los encuestados manifestó tener un interés en adaptarse a los cambios. Esta respuesta es evidente ya que los socios de la cooperativa cuentan con un programa de pesca sustentable de langosta escamosa y escama en general, la cual involucra a las cooperativas de pescadores de Cozumel, Banco Chinchorro y Sian Ka'an. Acuerdos como son las temporadas de veda y los métodos de captura son respuesta al interés en adaptarse a las nuevas

circunstancias ambientales y la preocupación por mantener en buen estado sus recursos naturales. Aunque este paso es a escala local, deja de manifiesto que la población está dispuesta a adaptarse a cambios (restricciones en la captura de especies) para poder verse beneficiados de los recursos marinos. Podría decirse que la población tiene una Capacidad **Media- Alta** de Adaptación.

5.- El 90% de la población encuestada evidencia tener un buen conocimiento de su entorno y recursos naturales. Por lo tanto este factor es muy positivo lo que les brinda una capacidad adaptativa **Alta** para la comunidad. Conocer el medio en el que se desenvuelven les permite saber aprovechar de manera sustentable los recursos con los que cuenta la población. El 10% restante corresponde a los integrantes jóvenes, que no conocen a la perfección las especies animales y vegetales, pero si cuentan con la información necesaria para saber cómo y qué especies pueden aprovechar. El conocimiento que ellos van adquiriendo se manifiesta con las experiencias vividas, tradiciones culturales y las enseñanzas transmitidas de generación en generación.

6.- El acceso a la tecnología representa una capacidad adaptativa **Baja**, pues a pesar de que el 45% cree tener acceso, las oportunidades de aplicarlas son muy remotas. El acceso a dichas tecnologías se presenta con la oportunidad de los cursos impartidos por instituciones gubernamentales, asociaciones civiles y ONG's los cuales no son muy frecuentes al año. Un ejemplo de ello es el manejo de GPS, utilizado para la delimitación de los campos langosteros.

La comunidad también cuenta con pequeños generadores de luz impulsados por energía eólica. Este es un claro ejemplo de que con el apoyo de otras tecnologías y técnicas de manejo, se puede tener un buen estilo de vida, económico y amigable con el ambiente.

7.- Respecto a la equidad de género el 82% de los entrevistados, al parecer, no tienen problemas. Las mujeres por lo general desempeñan actividades administrativas, aun así no tienen inconvenientes en apoyar en la actividad de la pesca, sin embargo, el género masculino prefiere que sean ellos quienes

desempeñen los trabajos más pesados, puesto que dicha actividad requiere de mayores esfuerzos físicos. Con respecto a esto, las probabilidades de adaptarse podrían ser de **Medias a Altas**.

8.- El 81% de los entrevistados tiene un gran apego al lugar de trabajo, lo cual era de esperarse, puesto que en este tipo de actividades, los pobladores desde muy pequeño aprenden a depender del lugar. Esto representa un aspecto negativo. Puesto que habrá una muy probable negación para dejar el lugar en caso de una contingencia por amenazas de variabilidad climática. Por lo tanto su capacidad de adaptarse podría ser **Baja**.

Tabla 4.1.- Matriz de capacidad adaptativa en Punta Herrero, RBSK.

MATRIZ DE CAPACIDAD ADAPTATIVA													
Indicador	N° de Entrevistados	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	100 %
		1	Percepción del riesgo	Red	Red								
2	Apego a la ocupación	Red	Red	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Yellow	Red	Yellow	72
3	Habilidad para hacer frete al cambio	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Yellow	Red	Yellow	Yellow	36
4	Nivel de interés en adaptarse al cambio	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Yellow	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	27
5	Conocimiento del medio ambiente	Green	Green	Yellow	Green	90							
6	Acceso a la tecnología	Red	Red	Yellow	Yellow	Red	Yellow	Yellow	Red	Yellow	Red	Yellow	45
7	Percepción de equidad	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Green	Yellow	Green	18
8	Apego al lugar	Red	Red	Yellow	Red	Red	Red	Red	Yellow	Red	Red	Red	81
9	Estatus financiero	Red	Red	Red	Yellow	Red	Yellow	Yellow	Red	Red	Red	Yellow	63
10	Habilidad de planear, aprender y organizarse	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	100

Fuente: elaboración propia con base en IUCN, 2010

9.- El estatus financiero, dentro de la cooperativa de pescadores es **Media-Baja**, puesto que el 63% manifiesta que en casos de desastres necesitan del apoyo brindado por el gobierno (FONDEN). Esto supondría que la comunidad no podría solventar los gastos de pérdidas por sí mismos.

10.- El 100% de los entrevistados afirman no tener problemas para organizarse dentro de la cooperativa, y muestran interés por aprender nuevas técnicas para su trabajo. Sin embargo, el apego al oficio y al lugar no les permitirá llevar al 100% una adaptación si aumentara el nivel del mar. Por lo tanto se capacidad de adaptación en este aspecto podría considerarse **Medio**.

4.2- Estudio de caso: Punta Allen, Reserva de la Biosfera Sian Ka'an.



La evaluación de la capacidad adaptativa en comunidad se realizó mediante entrevistas a los principales líderes de la cooperativa de pescadores “Javier Rojo Gómez” en Punta Allen en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, Quintana Roo. Se entrevistó a manera de plática al Presidente de vigilancia de la cooperativa, Rafael Pérez; al Secretario de vigilancia, Roger Ancona; y a un socio de la cooperativa que lleva más de 47 años desempeñando el oficio de pescador, José Luis Pereira.

La entrevista incluyó temas como el manejo de los recursos naturales, organización comunitaria, los roles que desempeñan los socios, técnicas de operación y los acuerdos para llevar a cabo la pesca sustentable, así como temas acordes al cambio climático y su percepción del riesgo al aumento del nivel del mar y eventos meteorológicos (huracanes). También se incluyeron temas sobre el manejo de tecnologías, acceso a la información climática y capacitaciones, entre otros.

Para agilizar la información se ha realizado un análisis cuya metodología propone la IUCN (2010) para evaluar la capacidad de adaptación al cambio climático. Esta incluye indicadores cuyo objetivo además de la capacidad de adaptación como un elemento de evaluación de vulnerabilidad social, es identificar fortalezas y debilidades de la comunidad para establecer oportunidades y amenazas a largo plazo al los que podría estar expuesta la comunidad.

La información generada en relación a las entrevistas se muestra mediante una matriz de percepción en la cual se evalúan las respuestas usando como referencia los criterios establecidos en la Estrategia de Cambio Climático para Áreas Protegidas, CONANP (2010) y PECC (2009-2012), donde se establecen

aspectos de desarrollo y fortalecimiento de capacidades en los actores locales para favorecer una mayor resiliencia y reducir la vulnerabilidad (Tabla 4.2).

De acuerdo a lo mencionado, se consideró una capacidad adaptativa **Alta** a aquellas respuestas que cumplan con los requerimientos establecidos en los documentos anteriores para inducir a una adaptación participativa. Así mismo, se consideró como **Media**, a las respuestas que pretenden estar encaminadas hacia una adaptación, pero por falta de medios o personal para llevarse a cabo, no están consideradas como exitosas, y finalmente se consideró como **Baja** capacidad adaptativa aquellas respuestas en relación a temas en los que la población desconoce la información referente a ciertos riesgos.

Tabla 4.2.- Matriz de indicadores para determinar la capacidad adaptativa en la comunidad Punta Herrero, RBSK

INDICADORES	Alta	Media	Baja
Capacidad para experimentar y aprender			
Capacidad para organizarse			
Evaluación comunitaria (económico, natural, social, físico y capital humano)			
Flexibilidad (social, cultural, político, económico, ambiental)			
Relaciones de género			
Las instituciones ambientales y las normas sociales			
Cultura de la corrupción			
Mercados			
Información climática			
Información del riesgo al aumento del nivel del mar			
Percepción del riesgo en temas relacionados al cambio climático			
Conocimiento de las ventajas que ofrece un ANP			

Conocimiento de los riesgos en la comunidad y técnicas de adaptación		Yellow	Red
Desarrollo de capacidades del personal de las anp y otros actores estratégicos locales y regionales para la atención a desastres.		Yellow	
Sistema de defensa costera para todas las infraestructuras y los sistemas humanos, que asimile una elevación del nivel del mar.			Red

Fuente: elaboración propia con base en IUCN, 2010

La capacidad para adaptarse al cambio estará en función de cuán informada y capacitada está una población respecto a los riesgos a los que están expuestos, para ello es necesario identificar la (s) amenaza (s).

Sobre todo la cooperativa Javier Rojo Gómez en la RBSK, evidencia la falta de información climática, aumento del nivel del mar y los posibles impactos económicos, humanos y ambientales que el problema del aumento del nivel del mar les acarrearía a futuro según las estimaciones realizadas por Ortiz y Méndez (1999). Por otra parte, la población conoce muy bien los planes de acción en épocas de huracanes, y tienen un programa de protección civil para resguardarse de estos eventos. La infraestructura en la localidad es de alguna manera resistente, en comparación con otras localidades de pescadores dentro de la reserva, como lo es el caso de la cooperativa José María Azcorra en Punta Herrero, cuya infraestructura es más sencilla.

Por una parte la comunidad está interesada en el tema ambiental, conoce los beneficios que les proporciona la reserva mediante la conservación de especies y la importancia de respetar los acuerdos institucionales y locales. Una de las desventajas que tiene la comunidad es la falta de capacitación teórica y práctica constante por parte de las instituciones gubernamentales en el manejo de tecnologías climáticas.

En general la capacidad de adaptación es Media, la cual podría verse beneficiada con una mejor infraestructura y capacitación para con la comunidad. Así mismo sería favorable hacerles llegar la información mediante talleres de Introducción a temas como el aumento del nivel del mar y cambio climático en general. Esto les daría mejores herramientas y alternativas a las futuras generaciones para combatir las amenazas mediante la adaptación participativa en comunidad.

Tabla 4.3.- Matriz de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA) en la RBSK.

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<p>Área Natural Protegida: puede ser manejado para asistir la mitigación y adaptación hacia el cambio climático. Las ANP son la estrategia de manejo más efectiva para evitar el cambio de uso del suelo y lograr la permanencia de los ecosistemas.</p> <p>Iniciativas por parte de los actores involucrados: la población tiene interés por mantener las funciones del ecosistema en buen estado al mismo tiempo que se ve beneficiado por los servicios ambientales que el ecosistema le ofrece, además de que su economía depende de las especies de importancia comercial que habitan en el ANP.</p> <p>Elaboración de información científica: a pesar de que los estudios de cambio climático, específicamente sobre el aumento del nivel del mar y vulnerabilidad en la RBSK son insuficientes, ha surgido un interés por parte de las instituciones privadas y públicas en buscar una medida de adaptación ante las amenazas del cambio climático en esta zona.</p> <p>Instrumentos e información científica publicada sobre temas relacionados al cambio climático y al aumento del nivel del mar: se cuenta con mucha información científica, así como estudios piloto y metodologías previas para llevar a cabo medidas de adaptación. Mucha de</p>	<p>Falta de capacitación en el manejo de programas y metodologías actualizadas por parte de las instituciones: mucho del personal de las instituciones públicas y privadas relacionadas a la investigación a veces no están actualizados para proponer soluciones e interpretar resultados. A lo cual, sino se comienza a actualizar en contenidos y tecnología, el aporte de éstos podría ser insuficiente.</p> <p>Infraestructura: en ambas comunidades la infraestructura para contrarrestar los impactos por fenómenos naturales es insuficiente, en parte por el hecho de ser una ANP lo que los limita en este aspecto, y esto podría llevarlos a pérdidas económicas e incluso humanas.</p> <p>Falta de continuidad en datos climáticos: será necesario actualizar instrumentación, así como ampliar redes de monitores de mareas, estaciones climáticas, y por supuesto incrementar el personal que opere la información.</p> <p>Falta de vinculación institucional: la información generada por las instituciones podría ser retroalimentada si hubiese una buena vinculación entre instituciones y concluir con programas de importancia regional como las estrategias de adaptación local y regional que permitan generar líneas de acción y propuestas en temas de cambio climático.</p>

<p>esta información está disponible en los principales portales del gobierno e instituciones privadas y ONG's.</p> <p>Generación de escenarios de cambio climático a escala regional: permite realizar proyecciones a futuro de los posibles riesgos para adelantarse e idear medidas de adaptación.</p> <p>Ubicación geográfica: le permite gozar de ecosistemas de atractivo turístico, el cual si se maneja de manera responsable y adecuada podría impulsar el crecimiento económico equitativo con sus pobladores.</p> <p>Conocimiento del lugar: este es un aspecto de suma importancia, ya que si se conoce bien como funciona el sistema, será más fácil buscar otras alternativas para el desarrollo de actividades económicas para la población sin perder el compromiso de la sustentabilidad.</p> <p>Participación en comunidad: la organización de las comunidades brindará una mejor capacidad de adaptación.</p>	
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<p>Publicación de mapas de riesgo: al evaluar la vulnerabilidad en una sociedad respecto a las amenazas, se tiene la ventaja de realizar cartografía de riesgos por inundación, lo cual es una buena herramienta para actualizar medidas de adaptación.</p> <p>Adaptación comunitaria: al presentar a la población afectada los riesgos a los que se está expuesto con evidencias físicas, será más fácil concientizarlos para que en comunidad establezcan soluciones.</p> <p>Preservación de la biodiversidad: el manejo</p>	<p>Intolerancia fisiológica de algunas especies: algunas especies podrían reducir su población al no poder adaptarse a los nuevos posibles cambios de salinidad del agua, temperatura, inundación, etc. Esto podría afectar las actividades económicas respecto a las especies de importancia comercial.</p> <p>Solvencia económica por parte de los pobladores: si no se cuenta con el suficiente apoyo económico para invertir en las localidades respecto a infraestructura adecuada, talleres de capacitación y mejor tecnología, el éxito de la</p>

sustentable de los recursos ha sido una acción que ha permitido el restablecimiento de poblaciones de especies de importancia comercial como la langosta espinosa.

Actualizar el programa de manejo de la RBSK: es necesario actualizar el contenido de los programas de manejo de áreas Naturales Protegidas, donde se incluya un apartado de cambio climático, cartografía y avances en las estrategias de adaptación al cambio climático.

Difusión de información climática: respecto a las propuestas obtenidas en los distintos estudios de caso, será muy significativo hacerles llegar dicha información a los habitantes de las localidades afectadas por eventos climáticos para concientizar las problemáticas ambientales.

Adaptación basada en ecosistemas: es una aproximación metodológica y de gestión que integra el uso de la biodiversidad y servicios ecosistémicos, lo cual puede generar beneficios económicos.

Resiliencia: la resiliencia de la biodiversidad puede mejorarse si se reducen los *factores de cambio directo* (la biodiversidad de una región dada es afectada directamente por la población humana mediante actividades diversas de impacto inmediato), en combinación con un manejo sustentable.

Fortalecer el Sistema de Información Geográfica de las instituciones en general:

Ya que será una herramienta que oriente la toma de decisiones sobre procesos de mitigación y adaptación al cambio climático.

Coordinación de políticas, estrategias y

adaptación se vería muy bajo.

programas con instituciones Gubernamentales federales y estatales y grupos de la sociedad civil: Esto facilitará el despliegue de procesos de adaptación en áreas naturales protegidas.	
---	--

Fuente: Elaboración propia basada en March et. al. 2011

Punta Allen

En general esta localidad presenta menor grado de vulnerabilidad, ya que el desarrollo económico sobretodo turístico y pesquero le han permitido mejores inversiones en infraestructura, ya que cuenta con materiales más resistentes de construcción y así como servicios de comunicación, tanto para sus propios pobladores como para sus visitantes. Hay una buena organización y preocupación por el manejo de los recursos naturales (RN), ya que de ello depende la mayoría de su economía.

Sin embargo esos beneficios podrían ser perjudicados por las amenazas climáticas como lo es el aumento del nivel del mar. El cual es un tema nuevo para esta población lo que la hace mayormente vulnerable, a pesar de que evidencian los cambios en la línea de costa. Otro aspecto a considerar, es que esta localidad de pescadores y prestadores de servicios turísticos reside muy cerca de la zona de trabajo, y al aumentar el nivel del mar según las estimaciones, también afectaría sus bienes materiales lo cual también pondría en riesgo su integridad física. Por lo tanto, será necesario talleres informativos para los pobladores, así como las propuestas de mejores inversiones en infraestructura y programas de adaptación y una probable propuesta de reubicación para evitar la exposición a los impactos.

Punta Herrero

La cooperativa de pescadores en Punta Herrero en comparación con Punta Allen es más pequeña en población, y sus habitantes sólo ocupan la zona cuando la veda se levanta y pueden capturar especies de importancia comercial, como es el caso de la langosta escamosa, pulpo y camarón. La comunidad en su mayoría es originaria de Chetumal, lo cual indica que la vulnerabilidad sólo se presentará en los campamentos pesqueros, que está expuesta al mar.

Al igual que Punta Allen estos pobladores desconocen los impactos y pérdidas que podría causar el aumento del nivel del mar, tanto ecológica como económicamente. También evidencian los cambios en la línea de costa, sobre todo en temporadas de huracanes.

La comunidad no cuenta con un fondo sólido propio contra desastres, por lo tanto, dependen de apoyos por parte del gobierno (FONDEN). Se ha planteado un desarrollo turístico con alcances internacionales, pero la falta de mejores servicios podría frenar este proyecto.

Aún así las futuras generaciones podrían mejorar estas circunstancias con una mejor información, apoyo y capacitación para construir medidas de adaptación.

Instituciones gubernamentales, privadas y ONG´s

Par el caso de las instituciones gubernamentales, privadas, ONG y asociaciones civiles, siempre será indispensable un mayor vínculo interinstitucional.

Mejores y constantes capacitaciones en tecnologías como son los sistema de información geográfica y de igual manera reforzar técnicas de interpretación de datos y cartografía.

La falta de personal de vigilancia y apoyo en la administración de la reserva no es suficiente.

Será necesario un monitoreo constante respecto a la etología de las especies para identificar medidas de adaptación.

Involucrarse mas con los pobladores de la RBSK será de suma importancia para comprender sus necesidades.

4.3. Modelo FPEIR aplicado a las localidades Javier Rojo Gómez y José María Azcorra en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an.

El modelo de fuerzas motrices-presión-estado-impacto-respuesta (FPEIR) se fundamenta en la evolución secuencial de las fuerzas motrices, que ponen en riesgo a las poblaciones debido al aumento del nivel del mar como principal amenaza.

El aumento del nivel del mar, el calentamiento global, la dilatación térmica, las mareas de tormenta, y las planicies costeras que tienden a inundarse, desatan una presión en el medio ambiente que dan lugar a una serie de cambios físicos, biológicos, económicos y sociales.

Las presiones al medio físico modifican directamente el metabolismo de muchas especies de flora y fauna, muchas de ellas tendrán que adaptarse a los cambios en el medio ambiente, estos cambios podrían ser las variaciones temperatura, precipitación, e incluso a la salinidad del agua marina, que probablemente causen ciertas migraciones de especies a lugares de mejor confort.

Los impactos económicamente, se manifestarían en la disminución de ingresos. Aunque por naturaleza, Sian Ka'an cuenta con gran potencial turístico, las zonas de mayor atracción también podrían verse afectadas por inundaciones

costeras, como consecuencia, la disminución de ingresos económicos sería evidente.

La respuesta que se esperaría por parte de la población, ante tales eventos estaría enfocada a la adaptación, principalmente la basada en las comunidades (ABC) donde más que autónoma, de manera anticipada y participativa se evitarían pérdidas humanas y materiales significativas.

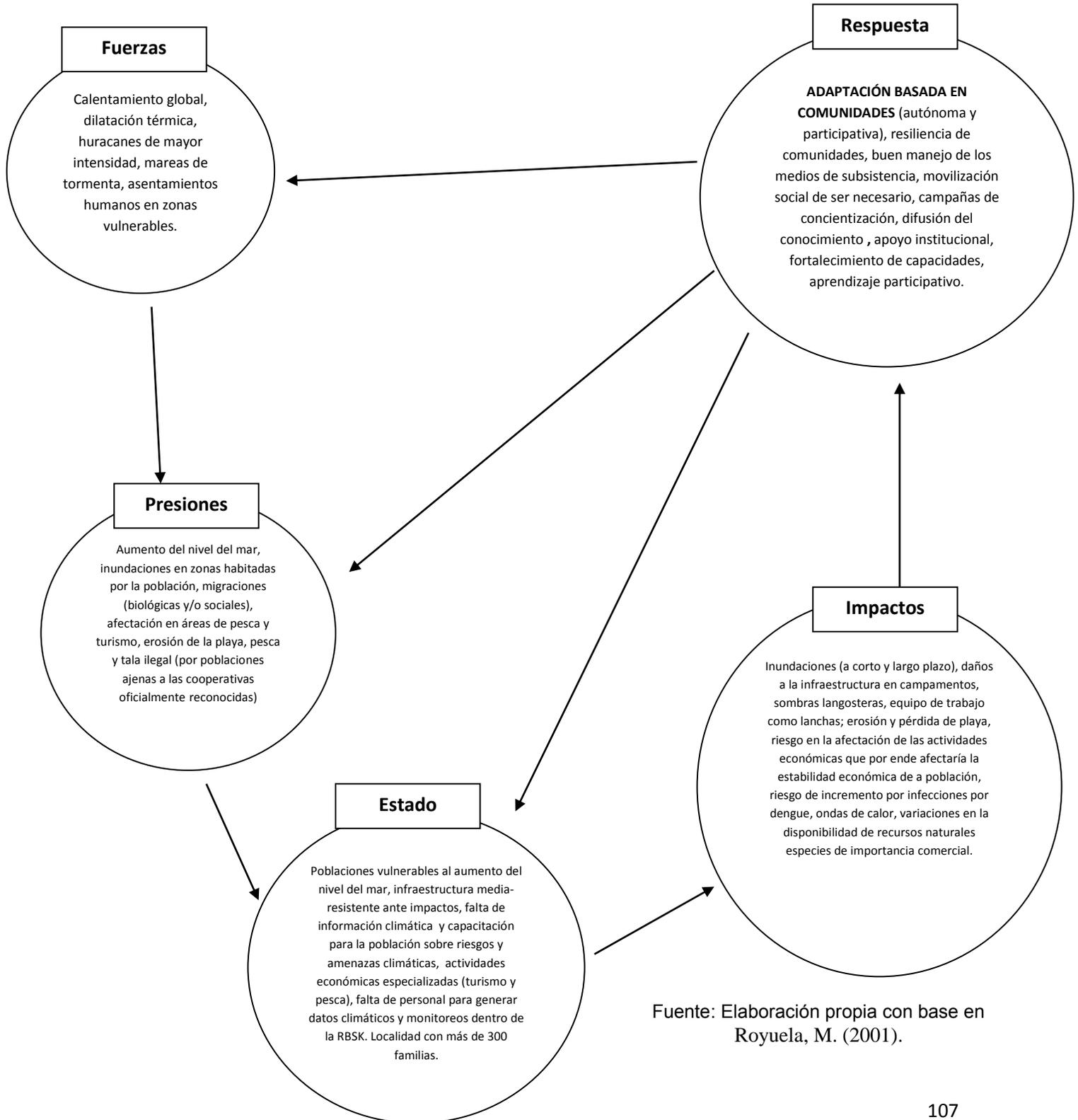
Las implementaciones de medidas de adaptación permitirían a las comunidades el manejo adecuado y sustentable de los bienes de subsistencia a través de campañas de concientización tomando como referencia experiencias de otros países en circunstancias parecidas.

La difusión de información climática, el apoyo de las instituciones de gobierno, privadas y ong's fortalecerán las capacidades de adaptación en comunidad.

Los diagramas FPEIR muestran para cada localidad las fuerzas motrices relacionadas a la amenaza de aumento del nivel del mar, las presiones en dichas localidades tienden a variar de acuerdo a la estructura social de cada una de ellas.

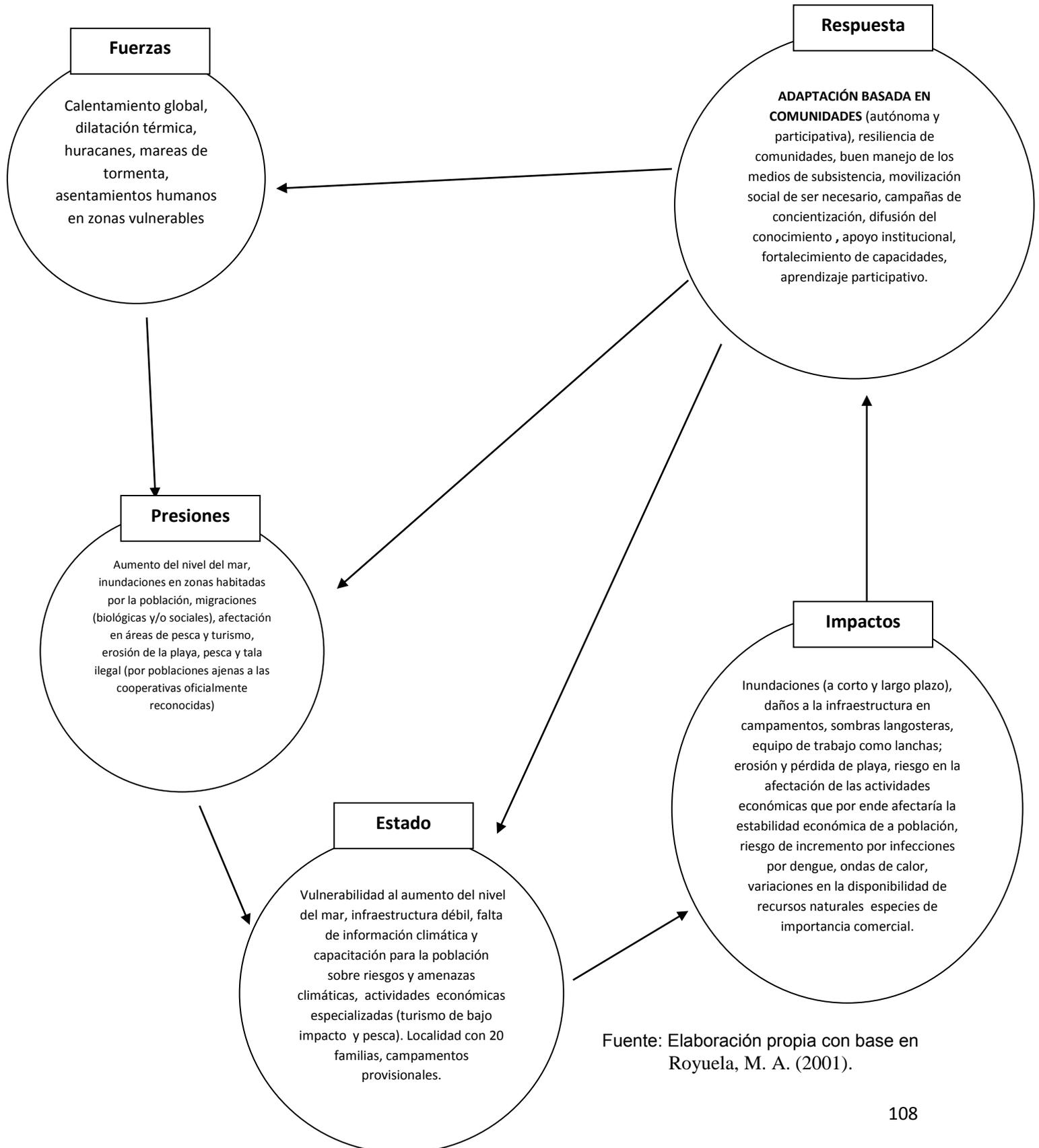
Se esperaría que las presiones en ambas localidades fuesen semejantes, debido a que comparten los mismos factores desencadenantes en la región, sin embargo el impacto tendería a variar por las condiciones económicas que se presentan en dichas localidades. La disparidad existente entre Punta Allen y Punta Herrero, hará que la adaptación de desarrolle a pasos diferenciados, puesto que los medios preventivos y de reconstrucción con los que contaría cada localidad es totalmente desigual.

Figura 4.1. Modelo FPEIR aplicado a la vulnerabilidad al aumento del nivel mar, localidad Javier Rojo Gómez en la RBSK



Fuente: Elaboración propia con base en Royuela, M. (2001).

Figura 4.2. Modelo FPEIR aplicado a la vulnerabilidad al aumento del nivel del mar, localidad José María Azcorra en la RBSK



Fuente: Elaboración propia con base en Royuela, M. A. (2001).

4.4. Adaptación basada en comunidades

La Adaptación Basada en Comunidades (ABC) es una estrategia enfocada en la resiliencia de las comunidades y ecosistemas para enfrentar los impactos del cambio climático.

El éxito de cualquier adaptación considera el capital natural, al mismo tiempo que fortalece la resiliencia de los medios de subsistencia y contribuye a los beneficios medioambientales. Así como menciona March y colaboradores (2011) en la llamada Adaptación Basada en Ecosistemas (ABC) que utiliza los servicios ecosistémicos como parte de una estrategia integral de adaptación para auxiliar a las comunidades a enfrentar impactos por cambio climático, resaltan la importancia de equilibrar los procesos ecológicos, la biodiversidad y los ecosistemas, junto con las poblaciones humanas. Ambas estrategias, están orientadas a la resiliencia de las comunidades para enfrentar el cambio climático.

Estos procesos de adaptación específicos a la realidad local deben ser planificados cuidadosamente, con una perspectiva a largo plazo e incluyendo las necesidades de los distintos sectores.

La adaptación basada en comunidades implica un gran desafío, ya que en muchas ocasiones no se cuenta con información detallada sobre riesgos o amenazas climáticas a escalas locales, esto limita la planeación de acciones de prevención teniendo en cuenta patrones de ocurrencia de eventos con evidencias físicas y confiables.

De esta manera, aquí se realiza un primer acercamiento de adaptación basada en comunidades en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, Quintana Roo, tomando en cuenta algunas metodologías propuestas por la International Union for Conservation of Nature (IUCN) en su "Un Marco para la Adaptación Social al Cambio Climático", el "Manual de Capacidad y Vulnerabilidad Climática (CVCA)" propuesta por CARE de Perú, y finalmente el Tutorial de Aprendizaje en línea "Planificación de la Adaptación al Cambio Climático de Base Comunitaria (ABC) "

de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

Las metodologías propuestas en conjunto permiten planear ejercicios participativos con las comunidades para identificar los principales puntos de vulnerabilidad social y diseñar iniciativas de adaptación al cambio climático.

Uno de los factores más importantes que condicionan la capacidad adaptativa de los individuos, hogares y comunidades es el acceso y control sobre los recursos naturales, humanos, sociales, físicos y económicos (Tabla 4.4). Para la RBSK se identificaron los siguientes:

Tabla 4.4.- Medios de subsistencia para la RBSK

Medios de Subsistencia para la RBSK	
Humanos	Asociaciones de Cooperativas pesqueras y turísticas (Familia de los socios y la población económicamente activa), nivel educativo (en la mayoría de los socios es nivel básico), conocimiento sobre los recursos naturales (manejo sustentable), la fuerza de trabajo de los habitantes así como el conocimiento de fenómenos naturales (huracanes, mareas de tormenta).
Sociales	Relaciones de familia (conocimiento y oficios heredados como la pesca y turismo), afiliación a Cooperativas pesqueras y turísticas reconocidas oficialmente), la buena organización para emplear programas de manejo de recursos naturales.
Físicos	Infraestructura (campamentos pesqueros, servicio de drenaje, luz y cisterna de agua), vehículos (camionetas y lanchas de motor fuera de borda), sombras langosteras, bodega y equipo de empaque para langostas destinadas a exportación nacional e internacional.

Naturales	Acceso al mar (pesca y medio de transporte)
Financieros	Fondo de Desastres Naturales (FONDEN), ingresos locales del turismo y pesca.

Fuente: Elaboración propia con base en <http://www.fao.org/climatechange/67624/es/>

En la reserva de la biosfera Sian Ka'an, el uso de los recursos naturales está condicionado debido a su estatus de área natural protegida. Además de que los medios de subsistencia varían de una comunidad a otra.

Punta Allen, como ya se ha visto, cuenta con una mejor infraestructura, servicios de educación, salud, desarrollo turístico, mejor organización participativa entre cooperativas pesqueras y turísticas. Estas fueron las primeras en ser fundadas oficialmente en la zona, por lo tanto tienen una ventaja organizativa de casi 20 años en comparación con Punta Herrero cuya población es pequeña y con menos recursos económicos para su desarrollo. Sin embargo ambas están expuestas a inundaciones debido a huracanes, y mareas de tormenta que impacta ambas comunidades.

Para reducir la vulnerabilidad se debe fortalecer la capacidad adaptativa, y en ciertos casos reducir la exposición o sensibilidad a los impactos climáticos. Así que se busca la promoción de estrategias de medios de vida resilientes al clima en combinación con la diversificación de los ingresos o el fortalecimiento de la capacidad para la planificación.

Cuando ocurren eventos que causan un desastre en alguna comunidad se recurre al enfrentamiento de dicho impacto, esto se refiere a una acción a corto plazo orientado a la supervivencia, que no es continuo y es motivado por una crisis. Una adaptación está orientada a la seguridad de los medios de vida a largo plazo, es un proceso continuo con resultados sostenibles y utiliza los recursos de manera eficiente. Implica planificación combinando conocimiento y estrategias que la misma comunidad emplea, más la información científica. Esta última adquiere una importancia debido a sus efectos precautorios.

Un ejemplo de ABC se desarrolla en la región centro-norte de Vietnam ubicada en ruta regular de las tormentas ciclónicas, por lo tanto, son particularmente vulnerables a los fenómenos meteorológicos extremos (huracanes, inundaciones y aguas estancadas).

Durante la temporada de lluvias, de septiembre a diciembre, los agricultores dejarían sus tierras en barbecho debido a la excesiva agua estancada. Así que un método eficaz para esta población fue el cultivo de la flor de loto en bancos levantados que puede ser implementado durante la temporada de lluvias en las tierras bajas del país. De otro modo, los agricultores dejarían esa tierra en barbecho.

Los cultivos en bancos elevados son un método tradicional de adaptación local tradicional de las zonas inundables de la región. Este método de cultivo implica un drenaje del agua en exceso a través de pequeños canales que favorecen las condiciones del suelo.

La implementación de dispositivos de drenaje y la instalación sistemática de los bancos requirió una planificación nivel comunitario. Los principales beneficiados son los pequeños agricultores y las empresas locales, ya que ofrecen puestos de trabajo e ingresos adicionales a los hogares durante la temporada de lluvias

En Belice también se ha realizado un estudio piloto en Villa Palencia y San Pedro, donde no solo se enfocan a los riesgos por cambio climático, sino también trabajan con las comunidades en la realización de estrategias de adaptación al cambio climático. Con éstos análisis se conocen mejor sus formas de vida, (social, cultural, económico, institucional, etc.,).

La metodología empleada consiste principalmente en la representación visual de problemas, amenazas y riesgos dentro de las comunidades “Problem tree”. Seguido de una “Time Line” o línea del tiempo donde se identifican los cambios históricos significativos en la comunidad y cómo éstos enfrentan los problemas así como las soluciones que proponen. Esto permite la generación

histórica enfocada a la comunidad permitiendo hacer proyecciones de eventos naturales considerando la parte social. Y finalmente, identificar lugares estratégicos “Mapping” de protección.

En Bangladesh también se han realizado estudios de ABC, llevando a cabo seminarios introductorios sobre temas de vulnerabilidad por cambio climático. Los participantes intercambian conocimientos realizando una retroalimentación de conceptos, medidas de adaptación y practicas sustentables dentro de las villas.

Con base a las metodologías aplicadas fue posible identificar algunos puntos clave que podrán desarrollar las comunidades de la RBSK a manera de taller con la ayuda de instituciones gubernamentales, académicas, ONG´S entre otros, para establecer fortalezas y debilidades, lo que permitirá en comunidad con ayuda de especialistas determinar las mejores opciones para adaptarse a la variabilidad del clima como lo es el aumento de nivel del mar.

De esta manera se han considerado una serie de pasos, que a través de las metodologías ya empleadas en el presente trabajo, permitirán aportar un avance en la implementación de medidas de adaptación el la RBSK (Tabla 4.5).

Tabla 4.5. Pasos sugeridos en la implementación de una medida de adaptación basada en comunidades (ABC) para la RBSK.

1.- Determinar el alcance y la profundidad del análisis.
Este permitirá identificar y comprender las dinámicas de la vulnerabilidad para los diferentes grupos sociales, esto incluye reunir información, analizar datos, así como también puede aplicarse un método de muestreo
2.- Reunir equipo.
Se requerirá personal capacitado para la utilización de información científica sobre el clima así como conocimiento tradicional. Realización de análisis institucionales y políticos, facilitación de procesos participativos, entrevistas cualitativas y habilidad para escribir.

3.- Equilibrar la investigación con el aprendizaje

La idea es que el aprendizaje esté orientado a la acción mediante el cual las comunidades puedan identificar compromisos a favor de la adaptación.

4.- Herramientas analíticas.

Antes de comenzar a trabajar en comunidad, es importante conocer el panorama global. Por lo general se dispone de información científica sobre el cambio climático y las principales amenazas dentro de la reserva. Ello puede ayudar a identificar que situaciones de estrés relativos al mar que pueden afectar a las comunidades. Es importante saber con que información se cuenta y reorganizarla de tal manera que sea interesante, relevante y fácilmente entendida por las comunidades.

5.- Mapeo institucional.

Identificar qué instituciones (gubernamentales y no gubernamentales) se dedican a la investigación, planificación e implementación de la adaptación, cuáles son las instituciones más importantes que pueden facilitar o limitar la adaptación y cuáles tienen capacidad para monitorear y analizar la información sobre los riesgos climáticos actuales y futuros.

6.-Análisis de políticas.

Las políticas sectoriales de agua, agricultura, salud, infraestructura y desarrollo económico, pueden facilitar o limitar la adaptación. La integración de asuntos de cambio climático es éstas políticas pueden asegurar que ella contribuya a la capacidad adaptativa.

7.- Entrevistas a actores clave.

Es de gran utilidad hablar con actores clave que puedan proporcionar información y hacer un análisis de la implementación de políticas relevantes.

8.- Modos de vida resilientes.

Aquí es importantes identificar si se dispone de proyecciones climáticas a escala local, cuáles son los impactos identificados, así como los pronósticos de cambio climático para la RBSK.

Es necesario saber si las instituciones locales tienen acceso a información sobre los riesgos actuales y futuros, y qué grupos o sectores económicos son más vulnerables al cambio climático.

9.- Reducción de riesgos de desastre.

Identificar las principales amenazas climáticas y no climáticas que enfrenta la región. Esto ayudará a determinar parcialmente si existe la probabilidad de que estas amenazas puedan cambiar con el transcurso del tiempo como resultado del cambio climático.

10.- Identificación de alarmas tempranas.

Es necesario identificar si se han instaurado sistemas de alerta temprana funcionales a nivel local y si el gobierno tiene la capacidad para responder a desastres.

11.- Analizar la información generada.

Generada la información, es necesaria su revisión a través de personal calificado, lo que permitirá identificar vacíos que pudieron haberse pasado por alto. Es posible que se requiera entrevistas complementarias o mayores investigaciones así como discusiones.

Comparar los resultados de los diferentes grupos de la comunidad ayuda a comprender mejor la vulnerabilidad diferencial. De esta manera, una vez que se ha analizado la información de determinadas comunidades, podría ser provechoso que los equipos que trabajaron en diferentes comunidades se reúnan para identificar tendencias, temas comunes y diferencias.

12. Validación el análisis

Después que se ha finalizado el análisis preliminar de los datos se recomienda exponer el análisis a los grupos focales de la comunidad para asegurar que las conclusiones estén correctas y presentar los resultados a un grupo comunitario más numeroso y a las organizaciones locales para facilitar el diálogo sobre los asuntos que han sido planteados por grupos específicos, que podrían tener implicaciones para otros grupos.

13.- Mecanismos para difundir la información.

Planificar el mecanismo de difusión de estrategias propuestas, ya sea a manera

de talleres, difusión impresa, audio, etc., de acuerdo a las necesidades de cada localidad.

Para ello se requiere identificar si hay asignación de recursos para la ejecución de dichas estrategias dirigidas a la adaptación por cambio climático, sí es que hay, cuál es el presupuesto y de dónde provienen dichos recursos.

Fuente: Elaboración propia

De esta manera, mediante la aplicación de estos pasos, se pretende que la comunidad esté más consciente de la problemática ambiental y las amenazas a los que están expuestos como comunidad costera, lo que permitirá poner en marcha estrategia que les permitan adaptar sus modos de vida de una manera sustentable a corto, mediano y largo plazo.

5.- DISCUSIÓN

Antes de que la mayor parte de las ANP fueran declaradas como tales, en ellas ya existían grupos humanos habitando y utilizando legalmente sus recursos. De acuerdo con el INEGI en el territorio de las cerca de ANP que cuentan con algún decreto, 279 de ellas contaban con la presencia de asentamientos humanos (Bezaury y Gutierrez; 2009), tal es el caso de la RBSK cuyo decreto fue expedido el 20 de enero de 1986. Según datos del programa de manejo de la RBSK (1992), para ése entonces la densidad poblacional en la reserva era de 0.16 habitantes por Km² y el porcentaje de terrenos utilizados por la actividad humana era del 0.85 por ciento.

Socialmente las ANP juegan un papel muy importante en la contribución y búsqueda de la adaptación basada en comunidades, ya que su protección, buen manejo ecosistémico y de gestión sostenible, ayudan a las poblaciones a reducir impactos por desastres naturales debido a eventos climáticos extremos. En este sentido Bezaury y Gutierrez (2009) mencionan que las estrategias de conservación de la biodiversidad que no contemplen un uso sustentable de los recursos naturales por las poblaciones humanas serán, estrategias de adaptación condenadas al fracaso. Así que las prácticas para lograr la conservación efectiva se deben plantear mediante un modelo basado en la necesidad de proveer bienes y servicios a su creciente población.

A nivel mundial las ANP almacenan más de 15% del total de carbono capturado en los ecosistemas terrestres, March y colaboradores (2011) destacan que el carbono capturado en los hábitats costeros y marinos es enterrado en los sedimentos provenientes de los manglares, marismas salobres y pastos marinos, por lo que permanece almacenado por milenios, a diferencia del carbono capturado por la vegetación terrestre que permanece almacenado solamente por décadas o siglos.

De igual forma, March y colaboradores (2011) hacen referencia al reconocimiento del valor de las áreas naturales protegidas debido a que

constituyen una mejor alternativa para que los ecosistemas se vayan ajustando a las nuevas condiciones climáticas. Si bien se esperaría que muchas especies que toleran un espectro de condiciones muy amplio fueran resilientes, también se esperaría que muchas especies ajustaran sus áreas de distribución hacia zonas que les proveen condiciones favorables.

Otro aspecto a destacar es el papel que juegan las comunidades que habitan las ANP, ya que están tomando mayor relevancia y reconocimiento por el grado de participación en éstas. Así que la dinámica social implica una serie de necesidades y desarrollos sociales y económicos que determina un grado de organización con instituciones gubernamentales e instituciones privadas y ONG para el beneficio en común, pero cuya prioridad es el mantenimiento y conservación del ANP.

Sin embargo, cabe resaltar las percepciones e intereses que mueven a los actores involucrados, Ludger (2010) destacan que los actores deben estar de acuerdo, al menos en términos generales respecto a las necesidades, las causas y la severidad de un problema ambiental determinado. De igual manera debe haber acuerdos donde se reconozca que ciertos actores poseen derechos legítimos o capacidad de intervención para dar respuestas a los problemas, tales como restricción de recursos y actividades económicas.

Uno de los problemas mas suscitados en la mayoría de las ANP a nivel nacional es la inconformidad social de las comunidades que no se benefician directamente del manejo y aprovechamiento de los recursos, de esta manera estos actores desarrollan estrategias de resistencia de acuerdo con la distribución de poder y bienes de subsistencia. Aunado a esto, el creciente desarrollo turístico representa otra problemática que amenaza el equilibrio ecológico de la zona, sobre todo en la franja costera norte (Riviera Maya) y en menor medida en la Costa Maya, al sur de la reserva en la franja costera entre Majahual y Xcalak.

El desarrollo económico en México, y en particular en Quintana Roo se ha caracterizado por marcadas desigualdades territoriales y sectoriales que se

manifiestan en la marginación de una gran porción poblacional con profundas desigualdades en infraestructura, servicios públicos, ingreso per cápita, grado de escolaridad y calificación laboral, así como en la excesiva concentración económica y poblacional en las grandes zonas metropolitanas y el dominio creciente de las actividades terciarias en la generación de empleo.

Laguna (2010) hace referencia a la transformación de la economía del estado de Quintana Roo menor a dos décadas, del sector primario al terciario, donde el desarrollo turístico del territorio ha pasado a determinar el cambio en la distribución y estructura sectorial de la población, el empleo y el ingreso. Ello acompañado de una mayor discriminación por zonas o regiones, que se agudizó mostrando un sistema territorial con fuerte polarización norte-sur.

La misma autora destaca la actividad pesquera como un ejemplo de un desarrollo diferenciado tanto estructural como diferencial. Por una parte, la pesca del camarón y algunos otros reducidos segmentos de este sector económico son dominio del capital intensivo monopolizado; mientras que por otra parte, el resto del sector pequero opera con características artesanales de bajo perfil tecnológico, que queda reducido a un margen de acumulación que en la mayoría de los casos se aproxima a la subsistencia.

El tipo de turismo dominante (sol y playa) hace que las principales ciudades del Estado se localicen en las costas del Caribe mexicano, en su porción noreste: Cancún, Cozumel, Playa del Carmen e Isla Mujeres. Chetumal, la capital de Estado, es el único centro urbano de más de 100 mil habitantes que se ubica al extremo sur y no tiene en la actualidad como actividad principal el turismo.

Esta diferenciación también la presenta la RBSK por la existente polarización entre sus dos comunidades incluidas en este estudio, por una parte la localidad Javier Rojo Gómez en Punta Allen (en la Bahía Asención, al norte), primera cooperativa reconocida de pescadores que se fundó dentro de la reserva.

Esta zona tiene la mayor concentración poblacional dentro del ANP, y es aquí donde fluye la mayor actividad turística y pesquera. Punta Allen es una parada obligatoria dentro de los tours internacionales por el atractivo turístico y el buen estado que evidencia la reserva. Además de llevar acabo el ecoturismo como una estrategia de conservación.

El turismo que llega a esta comunidad, donde si bien no es a gran escala, si se compara con la magnitud que tiene Cancún, Cozumel o Playa del Carmen, sí cuenta con la infraestructura necesaria para atender los servicios demandados por los visitantes.

Respecto a la actividad pesquera, Punta Allen es una de las localidades más importantes en cuestión de captura y exportación nacional e internacional de langosta escamosa (*Panulirus Argus*) dentro de la región. Los pobladores de esta cooperativa tienen ciertas restricciones para el aprovechamiento de esta especie. Sin embargo, su producción se ha logrado colocar en un estatus de calidad y competencia permitiéndoles tener su propia marca colectiva certificada internacionalmente por Marine Stewardship Council (MSC) denominada *Chakay*.

Por otra parte, la comunidad José María Azcorra localizada en Punta Herrero (Bahía de Espíritu Santo, al sur), representa una diferenciación espacial y sectorial respecto a Punta Allen. La configuración local evidencia la falta de infraestructura adecuada para albergar un turismo de alto rendimiento y más fructífero, razón por la cual, la pesca sigue siendo la actividad más importante de esta comunidad.

Las discrepancias sociales y espaciales dentro de la RBSK dará pauta para adecuar conforme a las necesidades de cada localidad a los programas piloto para enfrentar amenazas a los que serán expuestos dichas comunidades en un futuro a mediano y largo plazo.

La adaptación basada en ecosistemas (ABE) forma parte de una de las estrategias integrales de adaptación para ayudar a las comunidades a adaptarse a

los efectos adversos del cambio climático. Esta está enfocada en el manejo sustentable, conservación y restauración de ecosistemas que proveen de servicios a la comunidad.

Este tipo de adaptación (ABE) permite dar un paso más allá en el aspecto de cambio climático a través de la “Adaptación Basada en Comunidades” (ABC) la cual es una estrategia que permitirá desarrollar la capacidad de adaptación de riesgos por cambio climático de las comunidades expuestas con fines precautorios.

La Estrategia de Cambio Climático para Áreas Protegidas (2010) define la adaptación como el ajuste de los sistemas humanos, que se hace en respuesta a los cambios e impactos actuales y futuros del cambio climático en las ANP y otras áreas de conservación a fin de reducir su vulnerabilidad.

Esta adaptación basada en comunidades, podrá ser anticipatoria si se produce antes de que puedan observarse los efectos del cambio climático, y planificada si se produce como consecuencia de la decisión deliberada de políticas basada en una conciencia de riesgos asociada al cambio. Sin embargo la adaptación más evidente en la reserva de la biosfera Sian Ka’an es la llamada adaptación autónoma que se produce en respuesta a las amenazas a medida que se desarrollan. Ésta puede observarse en épocas de ciclones tropicales, donde los campamentos pesqueros tienden a emigrar a otras zonas para evitar pérdidas humanas y materiales en el menor grado posible.

La mayoría de los procesos de adaptación específicos a la realidad local debe ser planificada cuidadosamente con una perspectiva a largo plazo e incluyendo las necesidades de los distintos sectores.

Los medios de subsistencia representan la base de recursos de las comunidades, por lo tanto, el acceso a la riqueza económica, la tecnología, la información, las capacidades humanas, las infraestructuras, las instituciones y la equidad determinan su capacidad de adaptación

El cambio climático y la variabilidad del clima tendrán impactos sobre la disponibilidad de estos medios de subsistencia y su acceso por parte de la población. Charles (2012) hace referencia a los modos de vida y bienestar en comunidades, donde enfatiza los cinco tipos de capital o medios de subsistencia (el capital físico, social, humano, natural y financiero), considerados también por la FAO en su taller de ABC. Estos son relacionados con la reducción de la vulnerabilidad e incremento de la adaptación y resiliencia de los hogares.

Actualmente se están desarrollando algunas medidas de adaptación en términos de participación comunitaria para la elaboración de estrategias de ABC; países como Belice, Perú y Bangladesh están implementando seminarios teóricos-prácticos para introducir a la población en temas de cambio climático y adaptación social enfocados el manejo de sus recursos, mezclando la información científica con los conocimientos adquiridos por la población.

El monitoreo y la protección de ambientes marinos, así como de especies altamente relacionadas con los medios de subsistencia, turismo y pesca son temas de interés de conservacionistas para implementar estrategias de adaptación al cambio climático en zonas costeras (WWF, 2007).

Estos monitoreos y seminarios permiten identificar patrones de experiencias vividas por las comunidades, lo que indica que un gran porcentaje de la población dentro de las comunidades depende de los recursos naturales para sustentar a sus familias. La idea de estos seminarios es asegurar historias para compartirlas al público de manera mundial y local para hacer frente al cambio climático.

Bood (2008) menciona algunas de las metodologías empleadas en el proceso de adaptación comunitaria; e incluye la realización de un “árbol de problemas” donde se representa visualmente las amenazas y riesgos dentro de las comunidades; una línea del tiempo donde registra cambios históricos dentro de la población, (aquí puede incluirse la desaparición de algunos campamentos pesqueros en Sian Ka’an, así como la disminución de su población originaria en busca de mejores oportunidades de vida), finalmente, la cartografía que les

permite identificar lugares estratégicos para la protección de la población en cuestión de infraestructura y servicios básicos.

Con estas metodologías, es posible planificar algunos talleres para introducir a la población en temas de cambio climático y variabilidad climática para identificar medidas de adaptación especialmente en temas relacionados con el aumento del nivel del mar.

6.- CONCLUSIONES

Para establecer estrategias de adaptación al cambio climático es necesario primero identificar las amenazas como el aumento del nivel del mar a corto, mediano y largo plazo dentro de la RBSK. Posteriormente, a través de modelos de simulación y proyecciones a futuro, será posible establecer zonas de riesgo y resguardo para las comunidades afectadas.

Es de suma importancia tener en cuenta el grado de incertidumbre en las proyecciones y modelos a corto y mediano plazo, ya que éstos permiten tener propuestas de acción ante una emergencia por amenaza climática, sin embargo, a largo plazo el nivel de incertidumbre tenderá a aumentar y a variar debido a que los avances tecnológicos benefician más a eventos próximos, aun así los modelos de simulación y proyecciones de aumento del nivel del mar a nivel regional y local a mediano y largo plazo son de mucha importancia a la hora de establecer propuestas para la adaptación en comunidad.

Los grupos de trabajo multidisciplinarios permiten la organización de información de importancia a nivel local para identificar riesgos climáticos en las comunidades de la RBSK. Generar información con ayuda de la misma población e instituciones gubernamentales y privadas favorecerá la retroalimentación de conocimientos relacionados a estrategias de adaptación.

Con los modelos de simulación de aumento del nivel del mar para la RBSK se puede deducir que el polígono que conforma la reserva se verá modificado debido al grado de inundación tierra adentro. Lo cual conllevaría a que los campos langosteros también tengan que ser reubicados así como áreas destinadas al ecoturismo.

La adaptación basada en comunidades es una oportunidad para implementar medidas de adaptación al aumento del nivel del mar, aunque es una iniciativa poco desarrollada, las experiencias existentes en países como

Bangladesh, Perú y Guatemala permitirá implementar ideas sobre talleres dentro de la RBSK para establecer acuerdos en comunidad a favor del beneficio social a su adaptación, en ocasiones podría ser necesario ajustar estilos de vida que incluyan a las mismas actividades económicas y sitios de trabajo dentro de la reserva.

Las estrategias de adaptación en México están más enfocadas al aspecto biológico, aunque sí mencionan la importancia de la participación social, no están totalmente desarrollados para implementar estrategias de adaptación social a nivel local. La Guía de para la elaboración de programas de adaptación al cambio climático en Áreas Protegidas de la CONANP, se acerca mucho en su metodología para implementar estrategias de adaptación a nivel social, lo cual le confiere una gran importancia para desarrollar ideas a la hora de implementar talleres participativos.

Finalmente la combinación de metodologías permitió llevar a cabo una evaluación cualitativa de las dos comunidades en la RBSK, lo que permitió percibir que aunque existe una desigualdad en ambas localidades respecto a su infraestructura, servicios, y grado de dependencia a los recursos naturales; también son vulnerables a inundaciones debido a la topografía que presenta la península de Yucatán, y si la identificación de escenarios a futuro permiten delimitar zonas afectadas por el aumento del nivel del mar, los pobladores tendrán la oportunidad para mejorar aspectos de planeación en busca de adaptación en comunidad.



**RESERVA DE LA
BIOSFERA SIAN KAÁN**
ANEXO FOTOGRAFICO DE CAMPO

Gracias a su ubicación, la reserva de la Biosfera Sian Ka'an, disfruta de elevados niveles de diversidad y endemismos.

La biodiversidad marina se complementa con la terrestre por sus ecosistemas y biotas diferentes, y ambas le confieren a México una posición destacada dentro de los países megadiversos.

La reserva protege un gran número de especies animales gracias a los tipos de vegetación de selvas, pantanos, lagunas, lagunas costeras y ambientes marinos. La alta incidencia de endemismos sugiere que ésta porción de la península es un distrito biogeográfico diferente al de las llanuras mesoamericanas adyacentes, Veracruz-Tabasco y El Petén guatemalteco.

La fauna del estado de Quintana Roo es típicamente Neotropical y pertenece a la Provincia Yucatanense (INE, 1992).



Vista desde el Centro de Visitantes en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an.



Mangle rojo



Zonas inundables



Muyil, zona arqueológica



Dentro de la Reserva, sobre la costa caribeña de Quintana Roo, a unos 40 km al sur de Tulum, se encuentra la comunidad pesquera de Javier Rojo Gómez, mejor conocida como Vigía Chico en Punta Allen.

Esta localidad es el asentamiento más importante dentro de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, y alberga a más de 400 habitantes de los cuales, aproximadamente 100 de ellos son pescadores.

Vigía Chico, cuenta un centro de educación indígena, centro de salud, servicio de agua, drenaje, luz, teléfono, internet, televisión por cable, entre otros.

Además de su privilegiada ubicación, la singularidad de ésta comunidad es su éxito comercial. Desde que se fundó en 1968 ha sido el líder regional en la captura de langosta espinosa (*Panulirus argus*).



Localidad Punta Herrero, en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, Quintana Roo.

La comunidad de José María Azcorra es otra de las cooperativas que operan dentro de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an ubicada en Punta Herrero en la Bahía de Espíritu Santo. Fundada en 1983 esta comunidad proveniente de la ciudad de Chetumal, y Cozumel principalmente, tuvo sus inicios con 60 socios, sin embargo actualmente, sólo quedan 22 de sus miembros.



Campamento pesquero





Técnica de captura de langosta



Sombras langosteras

Comunidad de pescadores en RBSK.



Sombras langosteras



8.- REFERENCIAS

- Aguirre M. 2002. Los sistemas de indicadores ambientales y su papel en la información e integración del medio ambiente. I Congreso de Ingeniería Civil, Territorio y Medio Ambiente. España. 26 pp.
- Bezaury J; D. Gutierrez. 2009. Áreas Naturales Protegidas y desarrollo social en México. En: CONABIO. *Capital natural de México. Estado de conservación y tendencias de cambio*. 2-9: 385-431.
- Bood, N. 2008. *Community level climate change vulnerability assessment*. 16 pp.
- Bello J., et al., Gómez L., et al., Magaña V., et al., Graizbord B., y Rodríguez P. 2009. *Sistema Lagunar Boca Paila (Punta Allen)*. En: Buenfil J. (ed.). Adaptación a los impactos del cambio climático en los humedales costeros del Golfo de México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales-Instituto Nacional de Ecología. 2:546- 568.
- Caetano E; J. Méndez y C. Domínguez. 2009. Adaptación de humedales costeros del Golfo de México ante los impactos del cambio climático. (Documento Técnico). Banco de México-Universidad Autónoma Metropolitana. México 60 pp.
- Care Perú. 2010. Manual para el análisis de capacidad y vulnerabilidad climática. Lima, Perú. 52 pp.
- Castillo. 2009. Urbanización, problemas ambientales y calidad de vida urbana. Universidad de Quintana Roo. Universidad de Quintana Roo (UQROO). México 240 pp.
- Castillo V; E. Orozco y D. Velázquez. 2010. Chetumal en planificación turística del siglo XXI: fundamentos subyacentes, contextos y retos. En: Ciudades, urbanización y metropolización. Universidad de Quintana Roo (UQROO). México. pp. 101-113.
- Charles A. 2012. People, oceans and scale: governance, livelihoods and climate change adaptation in marine social–ecological systems. *Curr Opin Environ Sustain*, 4:1–7
- CDB. Convenio sobre la Diversidad Biológica 2007. Cambio Climático y Diversidad Biológica. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático- Convenio de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación. Noruega 48 pp.

- CENAPRED. Centro Nacional de Prevención de Desastres 2001. Diagnóstico de peligros e identificación de riesgos de desastres en México. Atlas Nacional de Riesgos de la República Mexicana. Secretaría de Gobernación. México D.F. 231 pp.
- CENAPRED. Centro Nacional de Prevención de Desastres 2013. Ciclones tropicales, serie Fascículos. Versión electrónica. México D.F. 55 pp.
- CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad 2011. Riqueza biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación. CONABIO. México. 2:81pp.
- CONANP. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas 2010. Estrategias de Cambio Climático para Áreas Protegidas (ECCAP). CONANP-SEMARNAT. México. 25p.
- Conde, C. 2006. *México y el cambio climático global*. México: Dirección General de Divulgación de la Ciencia. Universidad Nacional Autónoma de México. 28 p.
- Conde, C; y S. Saldaña 2007. Cambio climático en América Latina y el Caribe: Impactos, vulnerabilidad y adaptación. *Ambiente y Desarrollo*. Santiago de Chile. 23-2 (23 – 30).
- Downing, T; Patwardhan, A. 2005. *Evaluación de la Vulnerabilidad para la Adaptación al clima*. En: Marco de políticas de adaptación al cambio climático. Desarrollando Estrategias, Políticas y Medidas. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Ottawa, Canadá pp. 67-97.
- Echeverría, Y; March, I; H. Cabral. 2011. Guía para la elaboración de Programas de Adaptación al Cambio Climático en Áreas Protegidas (Versión 1.0). Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, The Nature Conservancy, Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, A.C., México. *Serie Estrategias de Adaptación al Cambio Climático en Áreas Protegidas de México*. No. 5, 39 p.
- García, G; Graniel, E. (s/f) Geología de la Península de Yucatán. Contexto físico. Revista Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. 3p.
- INE. Instituto Nacional de Ecología 1992. Reservas de la Biosfera y otras Áreas Naturales Protegidas de México . Instituto Nacional de Ecología. México D.F. 314 pp.
- INE. Instituto Nacional de Ecología. 1996. Programas de Manejo Áreas Naturales Protegidas No. 3, Reserva de la Biosfera Sian Ka'an. Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAT. México D.F. 45 pp.

- INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía 2010. Principales resultados de censo de población y vivienda. Quintana Roo. INEGI. Aguascalientes, Ags. México 89 pp.
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía 2011. Perspectiva estadística. Quintana Roo. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes, Ags. México 84 p.
- IPCC. Panel Intergubernamental del Cambio Climático 2001. *Tercer Informe de Evaluación. Cambio Climático*. Naciones Unidas: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático-Organización Meteorológica Mundial-Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. IPCC, Nairobi, Kenia. 94 pp.
- IPCC. Panel Intergubernamental del Cambio Climático 2007: *Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 114 pp.
- IUCN. International Union for Conservation of Nature. 2010. A Framework for Social Adaptation to Climate Change. Sustaining Tropical Coastal Communities and Industries. Gland, Switzerland. 44 pp.
- Laguna. 2011. *“Desigualdades espaciales y sectoriales en el estado de Quintana Roo”*. Ciudades, urbanización y metropolización. Cuerpo académico de Geografía y Geomática, UQROO.
- Landa, R; B. Ávila y M. Hernández. 2010. Cambio Climático y Desarrollo Sustentable para América Latina y el Caribe. Conocer para Comunicar. British Council-PNUD México, Cátedra UNESCO-IMTA, FLACSO México. México D.F. 140 pp.
- Ley Cooper K; E Quintanar. 2010. Chakay. Marca colectiva con identidad de origen de las cooperativas de Quintana Roo. CONABIO. Biodiversitas. México. 90:10-15.
- Ley General de Cambio Climático (06/junio/2012) en Diario Oficial de la Federación. México. 44 pp.
- Lozano E.; P. Briones, y F. Negrete. 1993. Occurrence and seasonal variations of spiny lobsters, *Panulirus argus* (Latreille), on the shelf outside Bahía de la Ascension, Mexico.

- Ludger B. 2010. Gobernanza ambiental, actores sociales y conflictos en las Áreas Naturales Protegidas mexicanas. Universidad Nacional Autónoma de México-Instituto de investigaciones sociales. Revista mexicana de Sociología México. 72- 2:283-310.
- Lugo J; J. Aceves y R. Espinasa. 1992 Rasgos geomorfológicos mayores de la Península de Yucatán. Instituto de Geología. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. 10-2:143-150.
- Magaña V. 2004. El cambio climático global: comprender el problema. En Martínez J; A.F. Bremauntz y P. Osnaya (eds.) Cambio climático: Una visión desde México. Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAT-INE pp 15-27.
- Magaña, V; J.M. Méndez; R. Morales y C. Millán 2004. Consecuencias presentes y futuras de la variabilidad climática y el cambio climático en México. En Martínez J; A.F. Bremauntz y P. Osnaya (eds.) Cambio climático: Una visión desde México. SEMARNAT-INE. Pp. 201-211.
- March, I; Cabral, H; Echeverría, Y; Bellot, M; y J.M. Frausto (eds.) 2011. Adaptación al Cambio Climático en Áreas Protegidas del Caribe de México. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, The Nature Conservancy, Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza. México. *Serie Estrategias de Adaptación al Cambio Climático en Áreas Protegidas de México*. No. 1, 109 pp.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo. 78 pp.
- Olivo, M; A. Martín; S. Vidal y A. Soto. 2010. Vulnerabilidad al incremento del nivel del mar. Medio socioeconómico: Área Cabo Codera-Laguna de Tacarigua, Estado Miranda, Venezuela. Terra. 26-39 (59-75).
- Ortiz, M; y A. Méndez. 1999. Escenarios de vulnerabilidad por ascenso del nivel del mar en la costa mexicana del Golfo de México y el Mar Caribe. Investigaciones geográficas. Universidad Nacional Autónoma de México. 39: 68-81.
- PECC. Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012. DOF 28/ /08/2009. Comisión Intersecretarial de Cambio Climático. 118 pp.

- PNUD. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo 2005. Marco de Políticas de Adaptación al Cambio Climático: Desarrollando estrategias, políticas y medidas. PNUD ,Ottawa, Canadá. 274 pp.
- _____ (s/f) Repercusiones por ascenso del nivel del mar en el litoral del Golfo de México. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. 13p.
- Rodríguez D. 2010. Cooperativas pesqueras de Sian Ka'an y Banco Chinchorro, ejemplo de pesca sustentable parte 1. CONANP. México. 4 p.
- Royuela, M. (2001). Los Sistemas de Indicadores Ambientales y su Papel en la Información e Integración del Medio Ambiente. Primer Congreso de Ingeniería Civil, Territorio y Medio Ambiente.1231-1256 pp.
- SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 1997. Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de la Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. México D.F. 150 pp.
- Sosa E., M. Liceaga; J. Seijo. 2008 The Punta Allen lobster fishery: current status and recent trends. |Case studies on fisheries self-governance. Pesquerías Artesanales, El Colegio de la Frontera Sur-Unidad Chetumal, CINVESTAV-Unidad Mérida y Universidad Marista de Mérida. Pp. 149-162.
- Trabuck E. y Lutgens F. 2005. *Glaciares y glaciaciones*. En: Ciencias de la Tierra. Una introducción a la Geología física. Pearson Pentice Hall. Madrid. Pp 526-533.
- UNEP-WCMC. 2008. Sian Ka'an, Yucatan. Mexico. World Heritage Sites. Protected Areas and World Heritage. United Nations Environment Programme-World Conservation Monitoring Centre. 9 pp.
- UNESCO-COI. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura- Comisión Oceanográfica Intergubernamental 2010. Aumento y variabilidad del nivel del mar. Resumen para responsables de políticas. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura-Comisión Oceanográfica Intergubernamental. Francia. 12 pp.
- WWF Fondo Mundial para la Naturaleza Centroamérica. 2006. Langosta espinosa. Programa ecorregional arrecife mesoamericano. Fondo Mundial para la Naturaleza Centroamérica. 2p.

WWF. World Wildlife Fund for Nature 2007. Mesoamerican Reef: Enabling Community Adaptation to climate change. Communications Program WWF Central America.

WWF. World Wildlife Fund for Nature 2010. Natural Solutions. Protected areas. Helping people cope with climate change. Published by IUCN-WCPA, TNC, UNDP, WCS, The World Bank and WWF. UK. 130 p.

WWF-PROARCA/APM. Fondo Mundial para la Naturaleza-Programa Ambiental Regional para Centroamérica 2004. Cadena de comercialización de la Langosta espinosa. San Francisco de Dos Ríos, Costa Rica. 12 p.

PÁGINAS ELECTRÓNICAS CONSULTADAS

Atlas nacional de riesgos. CENAPRED. <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx>

Conapesca http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/consulta_especifica_por_produccion

FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 1974 <http://www.fao.org/nr/land/suelos/clave-para-las-unidades-de-suelos-de-la-fao-1974/es/>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. INEGI. <http://www.inegi.org.mx/>

Servicio Mareográfico Nacional.SMN. <http://www.mareografico.unam.mx/Mareografico/>

Tutorial de aprendizaje en línea "Planificación de la Adaptación al Cambio Climático de Base Comunitaria (ABC)". Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. FAO. <http://www.fao.org/climatechange/67624/es/>

USGS <http://www.usgs.gov/> US Geological Survey. Maps, Imagery, and Publications.