

Medidas de Adaptación al Cambio Climático en Humedales del Golfo de México

(Síntesis)

Coordinador

Víctor Magaña

Editores

Víctor Magaña, Leticia Gómez, Carolina Neri, Rosalba Landa, Cuauhtémoc León, Brenda Ávila



Medidas de Adaptación al Cambio Climático en Humedales del Golfo de México

(Síntesis)

Coordinador
Víctor Magaña

Editores

Víctor Magaña, Leticia Gómez, Carolina Neri, Rosalba Landa,
Cauhtémoc León, Brenda Ávila

Versión Preliminar

2011



Instituto Nacional
de Ecología



Banco Mundial



Gobierno de Japón



Universidad Nacional
Autónoma de México



Casa abierta al tiempo

Universidad Autónoma
Metropolitana

CEGAM, S.C.

Centro de Especialistas en
Gestión Ambiental

Instituciones financiadoras

Banco Mundial

Centro de Especialistas en Gestión Ambiental

Instituciones participantes

Instituto Nacional de Ecología

Universidad Autónoma Metropolitana

Universidad Nacional Autónoma de México

Versión Preliminar

Diseño y formación editorial

Brenda Ávila

Fotografías panorámicas:

CONABIO-SEMAR (2008). Fotografías aéreas digitales (panorámicas), de la región del Golfo de México. Tomadas por Joanna Acosta en el marco del proyecto de manglares, desarrollado por la CONABIO y con el apoyo de SEMARNAT.

Coordinadores de la continuación del proyecto piloto de *Adaptación Nacional Integrado: para Fortalecer la Capacidad de Recuperación de los Humedales Costeros del Golfo de México al Cambio Climático*

Dr. Baldemar Méndez Antonio (UAM)
Dr. Cuauhtémoc León Diez (Consultor independiente, CEGAM)
Dr. David A. Salas de León (ICMyL, UNAM)
Dr. Eduardo Vega López (FE, UNAM)
Dr. Ernesto Caetano dos Santos (CCA-UNAM)
Dra. Leticia Gómez Mendoza (FFyL, UNAM)
Dr. Víctor Magaña Rueda (CCA-UNAM)

Colaboradores:

M.G. Alma Mendoza (IG, UNAM)
Dr. Agustín Felipe Breña Puyol (UAM Iztapalapa)
L.C.A. Boris Vladimir Comi (CCA-UNAM)
Geóg. Carmen Castro Merino (FFyL, UNAM)
M.C. Carolina Neri (CCA-UNAM)
M.C. Cecilia Lartigue Baca (Instituto de Ingeniería, UNAM)
L.C.A. Christian Domínguez (CCA-UNAM)
Biol. Daniel Ocaña Nava (Consultor independiente)
M.C. Daniela Cruz Pastrana (CCA-UNAM)
M.C. David Zermeño (CCA-UNAM)
Lic. Enrique Salinas (Consultor ambiental)
M.C. Erasmo Flores Valverde (UAM-Azcapotzalco)
Dr. Eugenio Gómez Reyes (UAM-Iztapalapa)
Ing. Gustavo Vázquez (CCA-UNAM)
M.C. Jacinto Buenfil (Consultor independiente)
Dr. Julio Goicoechea (UAM- Iztapalapa)
Dr. Juan Matías Méndez (CCA-UNAM)
M.G. Luis Galván (CCA-UNAM)
Dr. Marco Antonio Jacobo Villa (UAM-Iztapalapa)
M.C. María Rita Valladares Rodríguez (UAM-Azcapotzalco)
Dra. Rosalva Landa (Consultora ambiental)
Dr. Valdir Innocentini (INPE, Brasil)
Biól. Violeta Piña (CCA-UNAM)
M.C. Arturo Garrido (Consultor independiente)
M.C. María Luisa Cuevas (Consultora independiente)
M.C. Rubén Cárdenas (CCA-UNAM)

Versión Preliminar

Versión Preliminar

Agradecimientos

Por su colaboración y contribución para la realización del proyecto y la edición de este libro a:

Ing. Walter Vergara, Banco Mundial
Biól. Julia Martínez, Instituto Nacional de Ecología
M.I. Miguel A. Altamirano, Instituto Nacional de Ecología
Dra. Sylvie Turpin, Universidad Autónoma Metropolitana

Asimismo, por su participación y aportaciones a:

Makoto Ono, Japan Aerospace Exploration Agency
Nobuhiro Tomiyama, Japan Aerospace Exploration Agency

Dr. Adalberto Tejeda Martínez, Universidad Veracruzana
Ing. Benjamín Alberto Comom Cantú, Universidad Popular de la Chontalpa, Tabasco
Dra. Lilia María Gama Campillo, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
Dr. Sergio B. Jiménez Hernández, Universidad Autónoma de Tamaulipas
Ing. Francisco Ursúa Guerrero, Director de la Biosfera Sian Ka'an
Guadalupe de la Lanza, Instituto de Biología, UNAM
Arturo Zaldívar-Jiménez, CINVESTAV-IP
Jorge Herrera-Silveira, CINVESTAV-IP
Carlos Coronado-Molina, Distrito de Manejo del Agua del Sur de Florida
Claudia Teutli-Hernández, CINVESTAV-IP
Rosela Pérez-Ceballos, CINVESTAV-IP
Juan Caamal-Sosa, Universidad Estatal de Louisiana
Victor Rivera-Monroy, Universidad Estatal de Louisiana
Héctor Hernández-Arana, Colegio de la Frontera Sur Chetumal
Ricardo Torres, Universidad de Quintana Roo

A las presidencias municipales de:

Alvarado, Veracruz
Cárdenas, Tabasco
Altamira, Tamaulipas
Madero, Tamaulipas
Tampico, Tamaulipas
Tulum, Quintana Roo
Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo

A las instituciones:

Pronatura
Fondo Mexicano de la Conservación de la Naturaleza

Versión Preliminar

Índice

Siglas y abreviaturas

Presentación

Primera parte: Humedales costeros del Golfo de México

- I Sobre los humedales costeros del Golfo de México
- II Los sitios de estudio
- III Clima
- IV Hidrología de los sitios
- V Población
- VI Condición socioeconómica de las regiones

Segunda parte: Escenarios para los humedales costeros del Golfo de México

- I Generación de escenarios para los humedales costeros del Golfo de México
- II Impactos para las regiones de estudio ante eventos extremos

Tercera parte: El reto de la adaptación al cambio climático en los humedales costeros

- I El significado de la adaptación al cambio climático
- II Los actores clave
- III Las políticas públicas y la adaptación al cambio climático
- IV Propuestas de adaptación al cambio climático: la gestión actual y futura
- V El monitoreo y conocimiento de los humedales
- VI Los costos y el valor de la adaptación al cambio climático

Cuarta parte: Lecciones aprendidas del proyecto

- I Experiencias del proyecto
- II Otras enseñanzas sobre las necesidades de adaptación en los humedales del Golfo de México
- III La adaptación desde el contexto de la Protección Civil

Referencias

Versión Preliminar

Siglas y Abreviaturas

ACI	Administraciones Costeras Integrales
ANP	Áreas Naturales Protegidas
CECoP	Programa sobre Comunicación, Educación, Concienciación y Participación
CENAPRED	Centro Nacional de Prevención de Desastres
CICC	Comisión Intersecretarial de Cambio Climático
CINVESTAV-IPN	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional
COFEPRIS	Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios
CONABIO	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
CONAFOR	Comisión Nacional Forestal
CONANP	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
CPT	Climate Predictability Tool
ECCAP	Estrategia de Cambio Climático para Áreas Protegidas
ENACC	Estrategia Nacional de Cambio Climático
FONDEN	Fondo de Desastres Naturales
FOPREDEN	Fondo para la Prevención de Desastres Naturales
GETM	Generador Estocástico del Tiempo Meteorológico
INE	Instituto Nacional de Ecología
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IRI	International Research Institute for Climate and Society
IUCN	International Union for Conservation of Nature
ISDR	International Strategy for Disaster Reduction
JICA	Japan International Cooperation Agency
LARS-WG	Long Ashton Research Station Weather Generator
LGEEPA	Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente
MRI	Meteorological Research Institute
NC	Número de curva
ONG	Organización no Gubernamental
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PEMEX	Petróleos Mexicanos
PDF	Función de Densidad de Probabilidad
PECC	Programa Especial de Cambio Climático
PROCODES	Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible
SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación
SCT	Secretaría de Comunicaciones y Transportes
SECTUR	Secretaría de Turismo
SEMAR	Secretaría de Marina
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SENER	Secretaría de Energía
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

Presentación

Versión Preliminar



Primera Parte

Humedales costeros del Golfo de México

- I Sobre los humedales costeros del Golfo de México
- II Los sitios de estudio
- III Clima
- IV Hidrología de los sitios
- V Población
- VI Condición socioeconómica de las regiones

Fotografía: Joanna Acosta (CONABIO-SEMAR, 2008)

I. Sobre los humedales costeros del Golfo de México

La estabilidad de los ecosistemas se encuentra amenazada por distintos fenómenos, el cambio climático se ha convertido en una de los mayores. Las señales de que el clima está cambiando han sido presentadas por el IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático, por sus siglas en inglés) en su Cuarto Informe de Evaluación (IPCC, 2007a), el cual también muestra que el aumento en el promedio de la temperatura del siglo y medio más reciente es resultado de la actividad humana. Enfrentar este problema requiere de mitigación, es decir, llevar a cabo acciones para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en la atmósfera con el fin de estabilizar las concentraciones a un nivel que no sea tan peligroso. Asimismo, es necesaria la adaptación, que significa reducir la vulnerabilidad frente a variaciones y cambios en el clima. La combinación de ambos aspectos, constituye lo que se conoce como manejo del riesgo ante cambio climático, cuyo objetivo es garantizar impactos negativos sean de menor intensidad para los seres humanos. Pero, ¿qué hay del futuro de los ecosistemas? sobre todo cuando dependemos de los servicios ambientales que nos proveen.

El IPCC ha mostrado que la mayoría de los ecosistemas están siendo afectados por el cambio climático y que la dirección de variación en los ecosistemas terrestres coincide con lo esperado bajo un clima más cálido (IPCC, 2007b). Si se considera que además los ecosistemas se encuentran seriamente amenazados por factores como: sobreexplotación y por cambios de uso del suelo (Tiessen y Stewart, 2000), el problema se vuelve de grandes dimensiones. El cálculo de la Huella Ecológica¹ muestra que nuestra demanda de recursos sobre el mundo natural se han duplicado desde 1960 y que el Índice Planeta Vivo² corresponde a una caída del 30% en la salud de las especies que son la base de los ecosistemas (WWF, 2010). Por lo anterior, el trabajo de restauración y conservación de los ecosistemas adquiere no sólo carácter de urgente, sino también de seguridad vital para millones de personas que dependemos de los servicios ecosistémicos.

Uno de los ecosistemas de mayor importancia en las regiones tropicales son los humedales costeros. En general, se tiene poco conocimiento sobre su respuesta ante un clima cambiante y su deterioro parece ocurrir cada vez más rápido. La pérdida de hábitats, así como la alteración y fragmentación de los humedales aunado a la conversión de tierras para la agricultura, la acuicultura, el uso industrial o urbano, la construcción de presas entre otros cambios, están generando una de las peores crisis ambientales del último siglo.

¹ El término Huella Ecológica se refiere a la medida del deterioro que las actividades humanas producen en los sistemas naturales, representada por la superficie de ecosistemas que dichas actividades necesitan para producir los recursos y absorber los impactos que generamos (WWF, 2010).

² Indicador numérico de cómo ha cambiado la biodiversidad de la Tierra en los últimos 35 años. Informe Planeta Vivo 2010, página de WWF. Consultado el 25 de Febrero de 2011 en el informe http://www.wwf.es/noticias/informes_y_publicaciones/informe_planeta_vivo_2010/

En años recientes, México ha trabajado intensamente para sentar las bases de la adaptación al cambio climático, prueba de esto es la Estrategia Nacional de Cambio Climático y el Programa Especial de Cambio Climático (CICC, 2007, 2009). Sin embargo, y a diferencia del caso de la mitigación, no ha sido fácil construir ejemplos de adaptación en el país porque se requiere, además de identificar los potenciales impactos del cambio climático, generar capacidades para implementar acciones y esto toma tiempo. En este sentido, el proyecto “Adaptación a los impactos del cambio climático en los humedales costeros del Golfo de México”, es una oportunidad para entender los retos de la adaptación para una zona del país, considerando los aspectos ambientales, sociales y económicos regionales.

Considerando que los humedales costeros del Golfo de México son una de nuestras grandes riquezas nacionales, el Instituto Nacional de Ecología (INE), órgano desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), gestionó apoyo financiero del Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF, por sus siglas en inglés), a través del Banco Mundial, para realizar estudios en materia de adaptación al cambio climático en estos ecosistemas, que dieron inicio en el 2007 (INE, 2009). En la primera fase, se examinaron, de forma general, las amenazas y la vulnerabilidad ante cambio climático de ocho humedales costeros situados en la región del Golfo de México. De forma preliminar se analizó la capacidad adaptativa en los sitios y se sentaron las bases para realizar un trabajo más detallado que nos llevara a proponer estrategias de adaptación al cambio climático basadas en la conservación en humedales.

En el presente documento se describen los resultados más relevantes de estudios complementarios que se desarrollaron como parte de la preparación del proyecto, que fueron liderados por el INE con el apoyo del Fondo del Fideicomiso de Japón, denominado “Policy and human resources development trust funds”, a través del Banco Mundial. A partir de éstos se ha analizado con mayor detalle los retos que impone la adaptación, considerando no solo los factores físicos y ecológicos, sino también los económicos y sociales que la favorecen o la inhiben, obteniendo como resultado un documento integrador y enriquecido.

Los humedales costeros en riesgo

De acuerdo a la definición de la Convención Ramsar:

Los humedales son extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros.

Están entre los ecosistemas más productivos del planeta y son nichos de gran diversidad biológica dado el ambiente rico en agua y productividad primaria. Son además un elemento

vital para la sociedad por proveer beneficios económicos y sociales de abastecimiento de agua, pesquerías, agricultura, producción de madera, recursos energéticos, recursos de vida silvestre, transporte, recreación y oportunidades de turismo (RAMSAR, 2010).

En este contexto, el cambio climático en conjunto con las amenazas anteriores, incrementan el riesgo de deterioro o incluso pérdida de los humedales, los cuales son clave en los esfuerzos de mitigación, pues su destrucción estimula las emisiones y reduce la captura de gases de efecto invernadero (principalmente CO₂). Con su desaparición se pierden grandes sumideros de carbono, pues mientras los bosques almacenan una cantidad finita de carbono, diversas clases de humedales lo hacen en forma continua.

Amenazas para humedales

A pesar de esta riqueza biológica, los humedales se encuentran entre los ecosistemas más amenazados, debido principalmente a la:

- Pérdida de hábitats de las principales especies debida a cambios en el uso del suelo para fines agropecuarios y de desarrollo urbano e industrial.
- Sobreexplotación del recurso agua dulce para riego, pero también para usos domésticos e industriales.
- Introducción de especies invasoras que ponen en peligro las especies nativas.
- Sobreexplotación pesquera, de algas marinas y madera de mangle.
- Deforestación que genera caudales en ríos cargados de lodo y sedimentación en zonas costeras.
- Contaminación por descargas de fuentes puntuales de aguas residuales urbanas e industriales, y de fuentes difusas relacionadas con los fertilizantes empleados en actividades agrícolas.

II. Los sitios de estudio

Los humedales costeros del Golfo de México han sido estudiados desde diversas perspectivas, sin embargo, aún son pocos los análisis que proyectan su estado futuro, incluyendo los posibles impactos derivados del cambio climático. Una representación de los humedales costeros del Golfo de México requiere considerar los contrastes entre las regiones norte, sur y la cercana al Caribe mexicano. En este contexto, el presente estudio considera cuatro sitios (INE, 2009): Sistema Lagunar Altamira (municipio Altamira, Tamaulipas), Sistema Lagunar de Alvarado (municipio Alvarado, Veracruz), Sistema Carmen-Pajonal-Machona (municipio Cárdenas, Tabasco) y Sistema Boca Paila-Punta Allen (municipio Tulum, Quintana Roo); (Figura 1.1).



Figura 1.1 - Localización de los sitios de estudio.

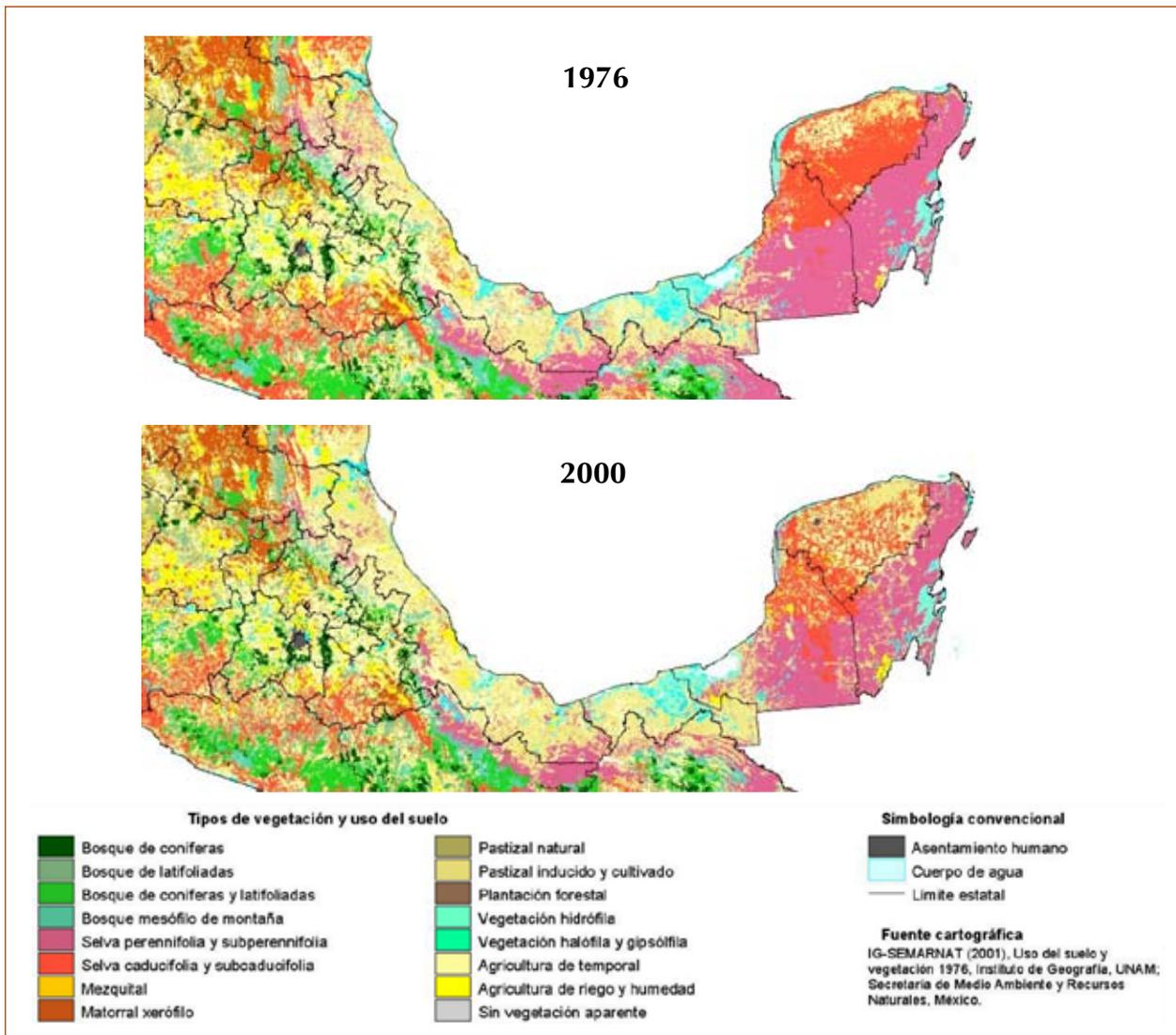


Figura 1.2 - Tipo de suelo y vegetación en el centro sur de México en 1976 y 2000 (INE, 2009).

La mayoría de los humedales costeros del Golfo de México han sufrido grandes cambios en el uso de suelo. En la Figura 1.2 se puede observar la transformación de la vegetación entre 1976 y 2000, principalmente sobre la península de Yucatán, así como en Alvarado y en la frontera entre Tamaulipas y Veracruz, donde la selva baja caducifolia ha sido convertida en tierras para la agricultura.

Sistema Lagunar Altamira

Se ubica en el estado de Tamaulipas en la desembocadura del Río Pánuco y abarca un gran sistema de lagunas. En la región existe vegetación característica de humedales tropicales como manglar y diferentes especies de tulares característicos de cuerpos de agua dulce. La fauna es diversa, entre las especies que habitan se encuentran: Manatí (*Trichechus manatus*), Tortuga lora (*Lepidochelys kempii*) y Loro tamaulipeco (*Amazona viridigenalis*).

La zona es de relevancia ecológica en el ámbito nacional al ser, entre otras, *Región Terrestre Prioritaria* según la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO) y área de importancia para la conservación de las aves (AICAS). La problemática ambiental que se presenta en la cuenca baja del río Pánuco, incluyendo el Sistema lagunar de Altamira, está relacionada con la contaminación del afluente, debido principalmente a fuentes de contaminación industrial del centro del país y a la descarga de aguas domiciliarias.

Sistema Lagunar de Alvarado

Se encuentra en la parte centro sur del estado de Veracruz y corresponde a un sistema lagunar-estuarino, compuesto por lagunas costeras salobres. El complejo forma parte de la región hidrológica de la cuenca del río Papaloapan, donde descargan los escurrimientos provenientes de las subcuencas de los ríos Blanco, Camarón y Acula. Estos ríos se interconectan en la parte más baja de la cuenca y en la estación de lluvias forman una llanura de inundación hídrica que, junto con el sistema lagunario de la zona, constituyen un gran vaso de almacenamiento.

Los humedales de Alvarado poseen vegetación de dunas costeras, diferentes tipos de palmas, selva baja caducifolia, acahuals, pastizales y vegetación acuática y subacuática. La fauna de la zona está compuesta por al menos 150 especies de anfibios, reptiles, mamíferos y unas 300 especies de aves, muchas de las cuales son de importancia económica (Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar, 2003). Estos humedales se encuentran entre las áreas con mayor diversidad aviar y biológica en el estado.

Sistema Carmen-Pajonal-Machona

Se encuentra en la región costera del estado de Tabasco entre los municipios de Cárdenas y Comalcalco y está compuesto por las lagunas El Carmen y La Machona, unidas entre sí por la laguna El Pajonal, ubicadas en el lado noroeste del delta del Río Mezcalapa y aisladas del Golfo de México por una barrera litoral angosta, formada por antiguas líneas de playa y por

dunas activas o estabilizadas. La vegetación que circunda a la laguna es típica de las zonas tropicales lluviosas y está caracterizada por los bosques tropicales de manglar, con árboles de mangle negro (*Avicennia germinans*) y de mangle rojo (*Rhizophora mangle*) de hasta 4 m de altura. Se tienen registros de numerosas especies de peces, reptiles, anfibios, mamíferos y aves. El Sistema Carmen-Pajonal-Machona sirve de protección ante los impactos del aumento en el nivel del mar y un ciclo hidrológico intenso, que trae consigo grandes escurrimientos, transporte de sedimentos y erosión que ponen en riesgo el funcionamiento del ecosistema.

La contaminación por concentración de hidrocarburos fósiles, liberados por las actividades de la industria petrolera y la contaminación por sobrepoblación bacteriana de coliformes fecales, son algunas de las principales amenazas en la región.

Sistema Boca Paila-Punta Allen

Se encuentra en la costa del Mar Caribe en el estado Quintana Roo, abarcando los municipios de Felipe Carrillo Puerto y Tulum (donde se encuentra la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an). La barrera de arrecifes frente a Punta Allen y la reserva de Sian Ka'an forman parte de la segunda cadena arrecifal más grande del mundo. El agua de lluvia se filtra en la porosidad de la roca calcárea y da origen a las corrientes subterráneas que se manifiestan en los múltiples cenotes, lagunas y aguadas a lo largo de la Reserva. La superficie inundada a finales de la temporada lluviosa es superior al 70% en la parte terrestre; en la época seca sólo un 20% del área permanece inundada y corresponde a las zonas de manglar chaparro donde la concentración salina es elevada. En la superficie terrestre se distribuyen selvas bajas inundables endémicas a la Península de Yucatán y los "Petenes".

La región que ahora ocupa la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an tiene además importantes antecedentes históricos, ya que a la fecha se han registrado 23 sitios arqueológicos de la cultura Maya en el área que la compone.

La problemática ambiental regional incluye amenazas relacionadas con sobreexplotación pesquera de especies comerciales; disminución de poblaciones de especies de importancia turística, de autoconsumo y comercial; incremento de actividad y desarrollo turístico sin regular; irregularidad en la tenencia de la tierra y falta de seguridad jurídica sobre bienes nacionales; invasión de especies vegetales exóticas e incendios forestales. El área natural protegida de Sian Ka'an, en Quintana Roo, representa una oportunidad de analizar cómo responde un ecosistema natural protegido a cambios en el clima.

El valor de los humedales

Se ha estimado que la pérdida de una hectárea de humedal tiene un costo de alrededor de USD\$33,000. Anualmente se afectan 8,240 ha de humedal en Estados Unidos por efecto de huracanes de categorías cuatro y cinco que al año equivalen a 23.2 billones de dólares (Costanza et al., 2008). En México, la pérdida promedio anual de humedales es de aproximadamente 2.5%, más de 650 mil ha (INE, 2005), y se ubica entre las cinco naciones del continente de mayor depredación de esas áreas debido a la utilización de los hábitats para la construcción de obras turísticas y al crecimiento de extensiones dedicadas actividades de ganadería, y acuicultura.

Aunque hay algunos esfuerzos para la conservación de los humedales, principalmente en Punta Allen y Carmen-Pajona-Machona, se requiere mucho más trabajo para su rehabilitación en las zonas de Alvarado y Altamira. Esto sin duda implica inversión, pero es necesario asumirla, ya que de lo contrario perderemos los servicios ecosistémicos de los cuales depende nuestra vida.

III. Clima

Contextualizar cuánto es mucho cambio climático en una región requiere tener una idea de los rangos en los que comúnmente se encuentra una variable climática o de los impactos que ciertos valores tienen en sectores o regiones.

La idea de un clima promedio con “pequeñas variaciones normales” debería estar en crisis. El concepto de clima ha pasado a la historia para dar origen a uno basado en la teoría del caos, de probabilidades, de física. El cambio climático hará que cambien los valores medios, pero principalmente los extremos (IPCC 2007a). Esta nueva condición en el clima es la que pone en riesgo la seguridad de las actividades productivas, la resiliencia de los ecosistemas y el funcionamiento de los sistemas de protección civil. Los nuevos rangos de variación del clima están replanteando las formas en que las aseguradoras calculan las primas, pues los desastres relacionados con inundaciones, sequías, huracanes o incendios forestales son muestra de que los niveles de seguridad bajo los que funcionaban han cambiado.

Por ejemplo, en los humedales costeros del Golfo de México, las temperaturas mínimas mayores de 28°C son poco probables, pero su ocurrencia es cada vez más frecuente. El rango de mínimas es mayor en la parte norte del Golfo de México que en el sur (Figura 1.3). En contraste, los rangos de temperatura máxima en los humedales costeros del Golfo son muy similares entre los cuatro sitios bajo estudio.

Espacialmente, los campos de temperatura media anual para la región del Golfo de México corresponden a zonas calurosas, con temperaturas promedio entre 25 y 28°C (Figura 1.4), y valores de percentil 90 que alcanzan más de 35°C.

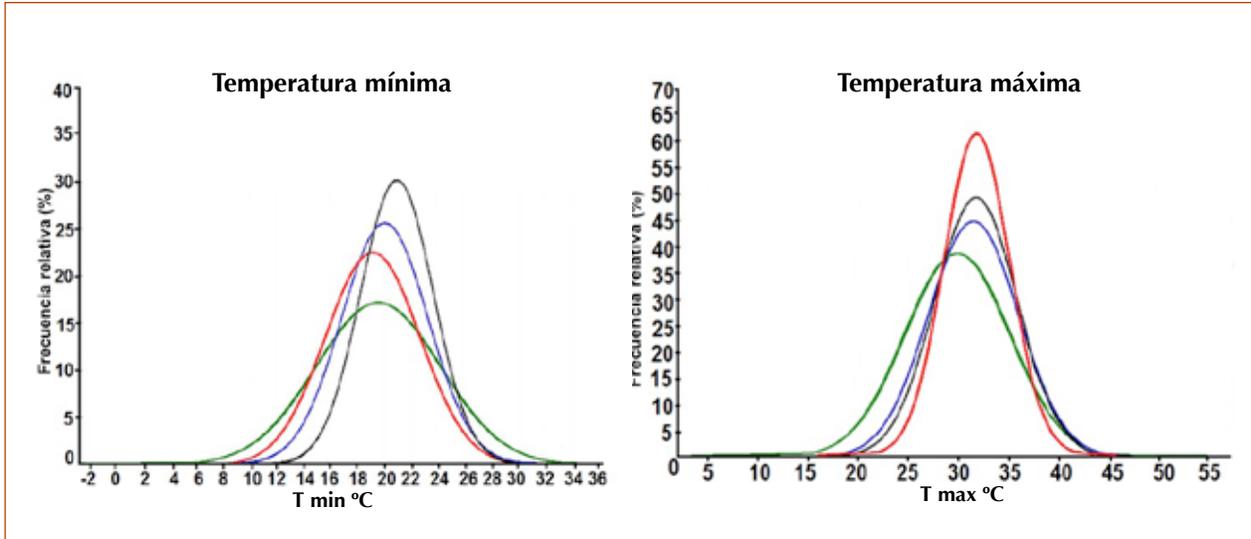


Figura 1.3 - Función de densidad de probabilidades de temperatura mínima y máxima en los humedales costeros bajo estudio: Altamira (verde), Alvarado (azul), Pajonal-Machona (rojo) y Sian Ka'an (negro), considerando más de treinta años de datos diarios.

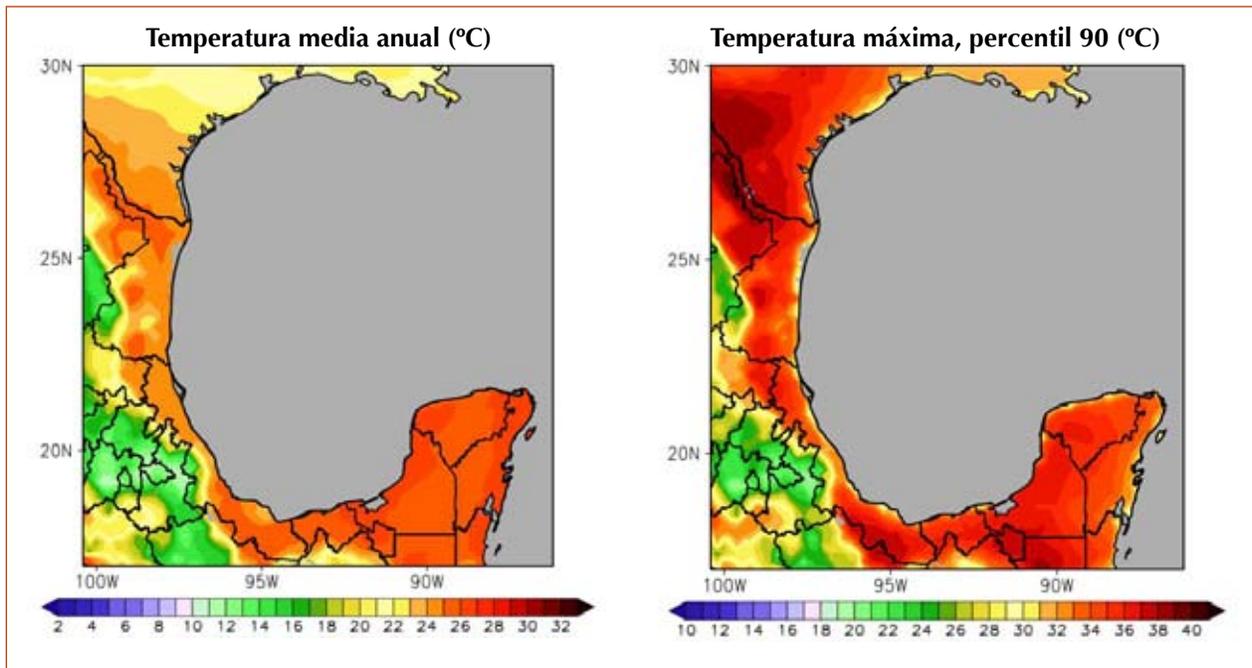


Figura 1.4 - Temperatura media anual (°C) y percentil 90 de temperaturas máximas promedio en los estados alrededor del Golfo de México (1970-1999).

Las lluvias en México presentan formas de variabilidad en escalas espaciales y temporales muy amplias. Los estados del Golfo de México, en comparación con otras regiones de México, reciben las mayores precipitaciones en el año debido a la intensidad y a la frecuencia de Nortes, ondas del este y ciclones tropicales. En el sur de Veracruz y en

Tabasco la precipitación puede alcanzar más de 3,000 mm/año (Figura 1.5). Los eventos de precipitación muy intensa son sin embargo los que llevan a desastres. En años recientes han ocurrido eventos de más de 300 mm/día en Tabasco, Veracruz y Quintana Roo, sobre todo en relación con ciclones tropicales.

Durante el siglo XX, en la región del Golfo de México la precipitación mostró una tendencia a aumentar (Figura 1.6). Sin embargo, el número de días con lluvia parece estar disminuyendo. Muchas de las señales de cambio climático son más claras en la actividad de eventos extremos que en valores medios (IPCC, 2007a). Por ello, la generación de escenarios de cambio climático no debe reducirse a proyecciones de las condiciones medias, sino que requiere estimaciones de los cambios en variabilidad y en la actividad e intensidad de los eventos extremos.

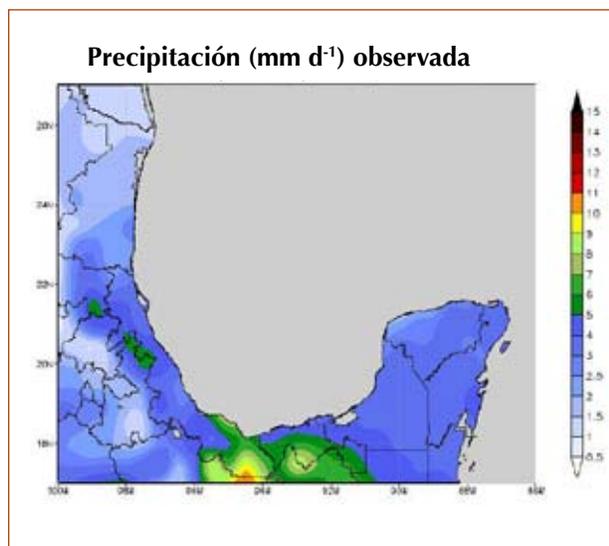


Figura 1.5 - Distribución espacial de la precipitación anual (mm/día) en la región costera del Golfo de México y península de Yucatán (1970-1999).

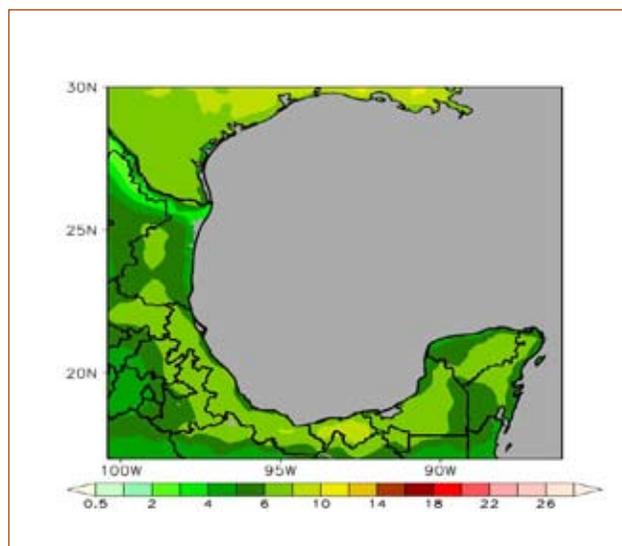


Figura 1.6 - Intensidad promedio anual de la precipitación diaria (mm/día) (1970-1999).

La intensidad de los eventos extremos (percentil 95) alcanza valores superiores a los 50 mm/día en el sur de México (Figura 1.7). En los estados de Veracruz y Tabasco, los valores de estos eventos extremos pueden ser superiores a los 30 mm/día, llegando con frecuencia a más de 100 mm/día.

El análisis de diversos índices climáticos revela una tendencia al calentamiento en la región mesoamericana y en particular en la zona costera del Golfo de México (Aguilar et al., 2005). La ocurrencia de temperaturas máximas y mínimas extremas elevadas ha aumentado, mientras que los episodios extremadamente fríos han disminuido. Los índices de la lluvia muestran que aunque no se encuentre una tendencia al aumento significativo en la cantidad total de precipitación, los eventos extremos se están intensificando y la contribución de días lluviosos y muy lluviosos está aumentando (Figura 1.7).

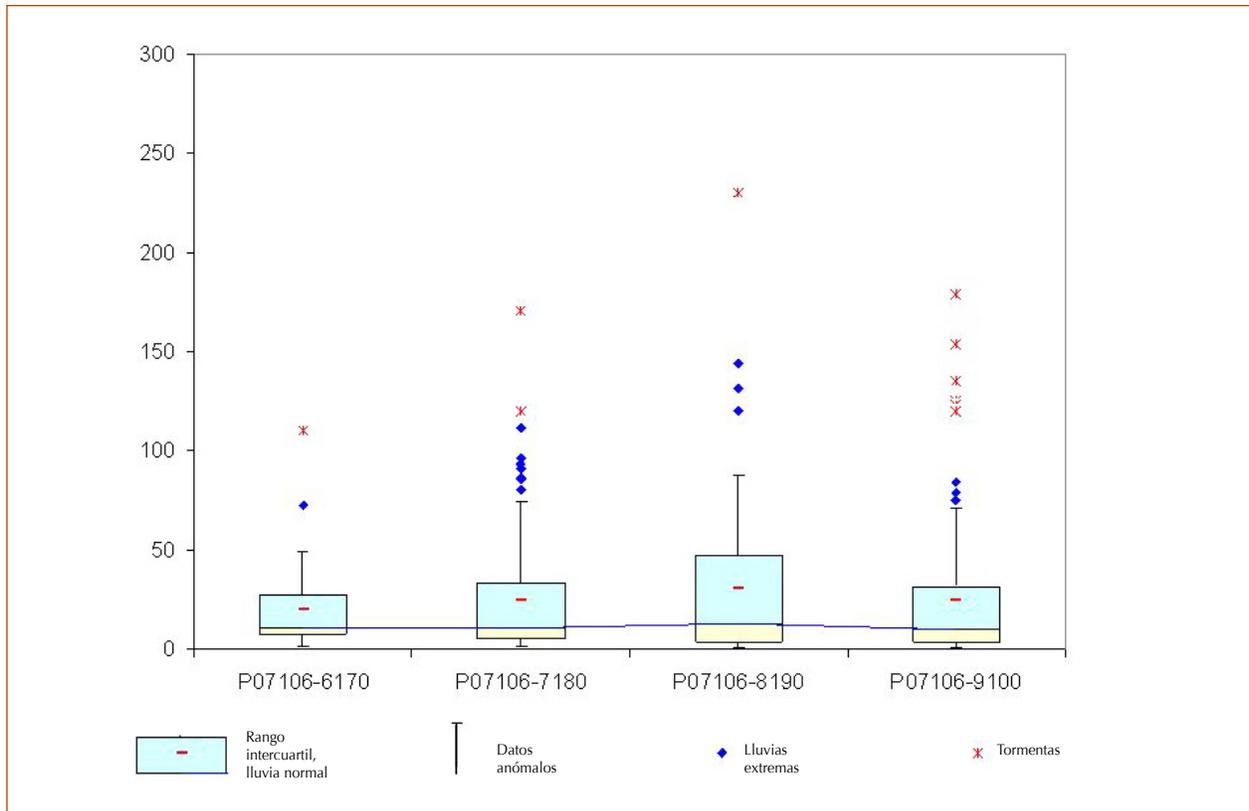


Figura 1.7 - Diagramas de distribución de llluvias diarias (mm/día) en la estación Las Peñas, Chiapas. Los valores extremos se van incrementando década tras década (1961-70, 1971-80, 1981-90, 1991-2000) a pesar de que la mediana no varía significativamente.

El año 2010 se caracterizó por grandes desastres en los estados cercanos al Golfo de México en relación con el paso de los huracanes Alex y Karl (Figura 1.8), en buena medida por la intensidad de la precipitación aunque también por la vulnerabilidad de la región. De acuerdo a reportes de los medios de comunicación, la Agencia Mexicana de Instituciones de Seguros A.C. (AMIS) tuvo que cubrir daños por más de 2,500 millones de pesos tan sólo por el paso del huracán Alex (Imagen del Golfo, 27 de septiembre, 2010). En cuanto al huracán Karl, el gobierno del estado de Veracruz reportó costos alrededor de 3,900 millones de dólares (Infolatam, 21 de septiembre, 2010).

Holland y Webster (2007) han mostrado que existe una tendencia a que más huracanes del Atlántico alcancen categorías 3, 4 y 5 debido a una expansión hacia el este de la alberca de agua caliente (temperatura de superficie del mar $> 28^{\circ}\text{C}$), debido al calentamiento global del planeta. Pero dichos sistemas impactan a México dependiendo de qué tan cerca o lejos pasen de sus costas. Un análisis de trayectorias para las décadas recientes, entre 1950 y 2010, muestra que la actividad de ciclones tropicales que afectan la península de Yucatán y los estados de la costa del Golfo de México está aumentando (Figura 1.9).

La dinámica de las llluvias en el Caribe y Golfo de México es compleja, pues la actividad de las ondas del este depende en gran medida de la intensidad de los alisios. Vientos de bajos niveles demasiado intensos en el Caribe parecen inhibir no sólo la formación de huracanes, sino la amplificación de las ondas del este que producen llluvias sobre gran parte de México

(Méndez y Magaña, 2010). Los modelos del clima global no capturan adecuadamente las interacciones entre ondas del este y vientos medios, ni los ciclones tropicales, por lo que con frecuencia subestiman las lluvias totales en la región en los escenarios de cambio climático, aumentando la incertidumbre.

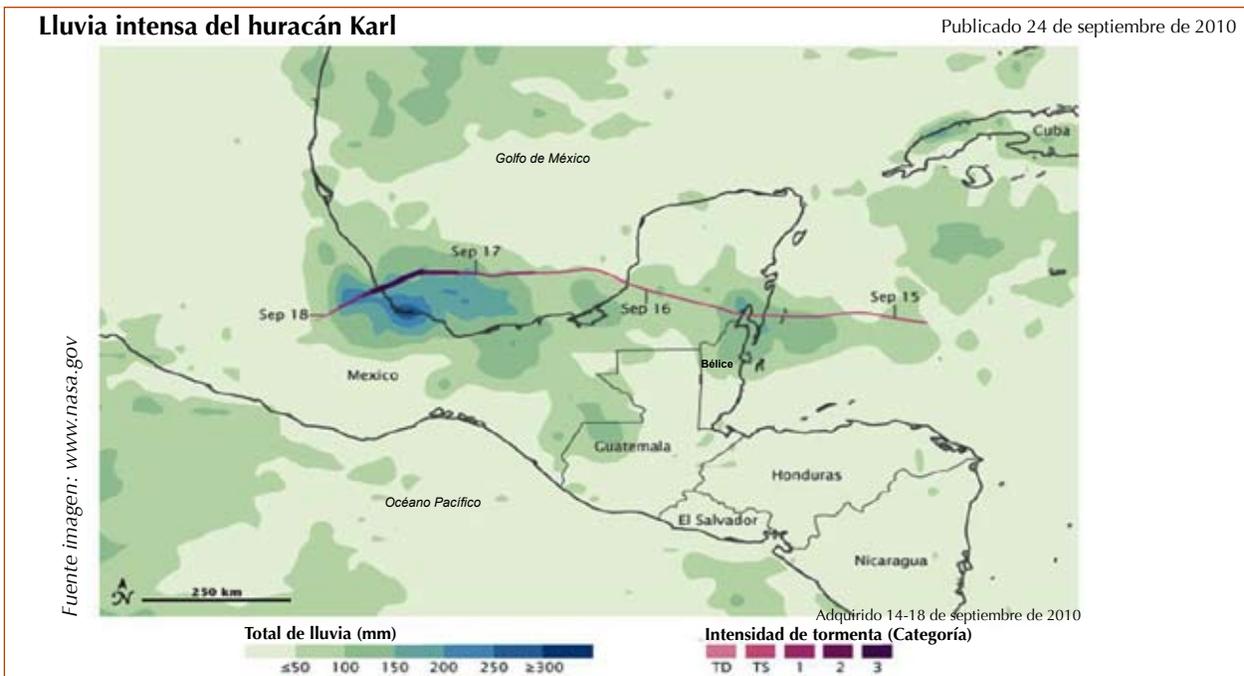


Figura 1.8 - Intensidad de la precipitación y lluvia acumulada por el huracán Karl entre 14 y 18 de septiembre de 2010.

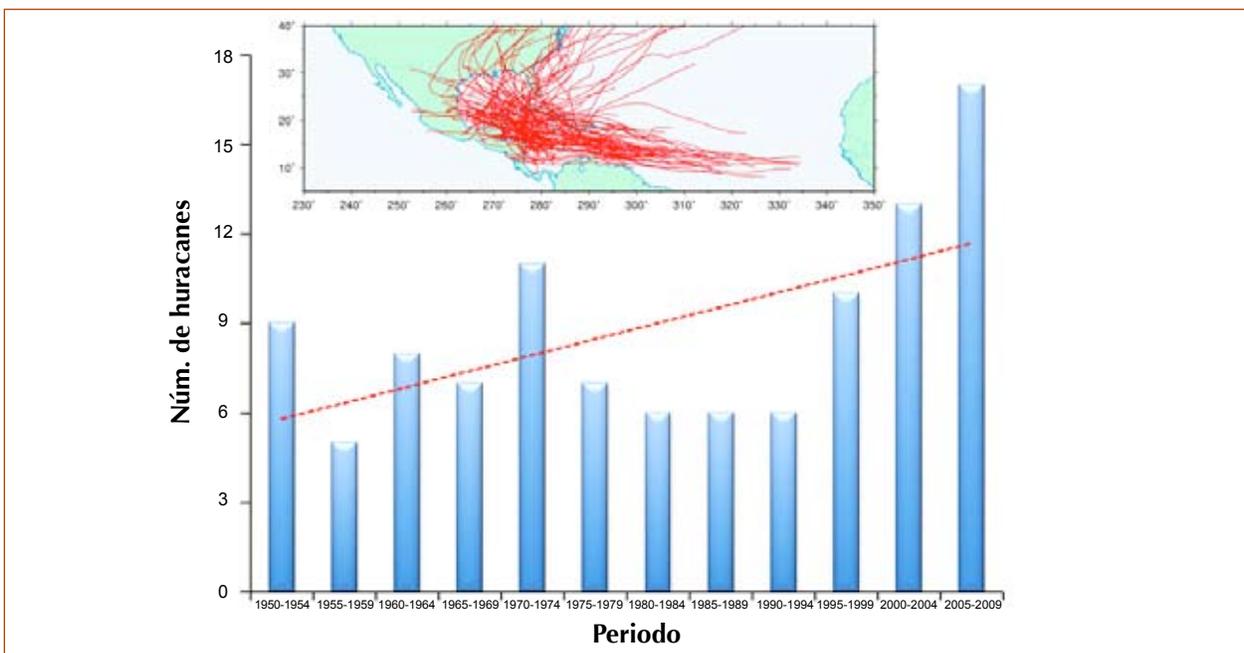


Figura 1.9 - Trayectorias de ciclones tropicales agrupadas en clúster que pasan por la península de Yucatán hacia el Golfo de México, así como número de eventos (barras azules) y tendencia (línea roja) por periodos de cinco años de 1950 a 2009.

Actividad de huracanes que afectan a humedales costeros

Uno de los mayores retos al generar escenarios de cambio climático regional es analizar en qué medida cambiará la frecuencia de actividad de huracanes que afectan una zona determinada. Algunos autores han mostrado que estimar la trayectoria, preferentemente seguida por los huracanes, puede depender de las características de los forzantes del clima, como son las anomalías de la temperatura de superficie del mar. Así, puede haber más huracanes en el Atlántico en años La Niña que El Niño (Figura A), o mayor actividad durante la fase positiva de la Oscilación Multidecadal del Atlántico que durante la fase negativa (Goldenberg, 2009). Incluso, las trayectorias de los huracanes en el Atlántico durante El Niño pueden variar si la anomalía de la temperatura de superficie del mar es pronunciada en el Pacífico central o en el del este (Kim et al., 2009). Además los modelos del clima, aun los de muy alta resolución espacial como el usado en el Simulador de la Tierra, reproducen sólo en forma general la climatología presente de actividad de huracanes, como en los mares Intra americanos, por lo que es difícil establecer si más o menos huracanes tocarán tierra bajo cambio climático (Figura A).

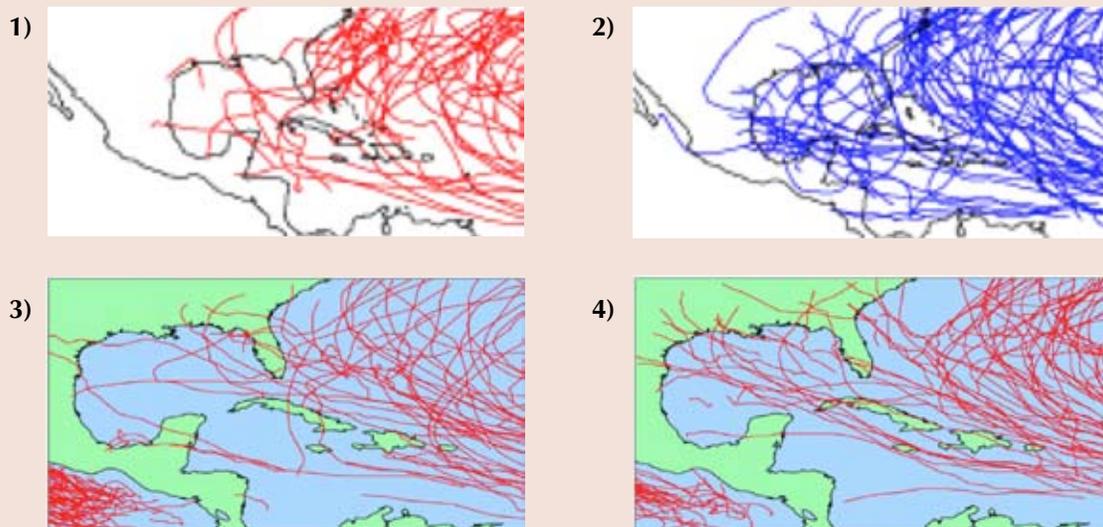


Figura A. Observaciones de trayectorias de huracanes sobre los mares Intra-Americanos durante años 1) El Niño y 2) La Niña. 3) Climatología de la actividad de huracanes para el clima presente (1979-1999) y 4) para finales del presente siglo usando el Simulador de la Tierra.

Es por ello que la incertidumbre en cuanto al efecto de los ciclones tropicales bajo cambio climático sobre los humedales costeros del Golfo de México es grande. Una posibilidad de análisis de impactos es considerar las tendencias de actividad en décadas recientes y gestionar el riesgo basados en la vulnerabilidad de los ecosistemas a ciclones tropicales más intensos.

Los ciclones tropicales que más afectan los humedales son los que se forman en el Golfo, o los que viajan desde el Caribe a esta región (Figura B). Mientras los primeros parecen estar volviéndose más frecuentes, los que viajan desde el Atlántico, pasando por el Caribe y llegando al Golfo de México, parecen ser modulados por variaciones de muy baja frecuencia, como la Oscilación Multidecadal del Atlántico. Son también este tipo de sistemas los que tienen mayores posibilidades de alcanzar categorías más intensas. Por tanto, la conservación de manglares y el aumento de la resiliencia de las zonas costeras frente a ciclones tropicales intensos debe ser una prioridad en su adaptación al cambio climático. Su futuro está ligado al de la seguridad de la gente que habita esas regiones.

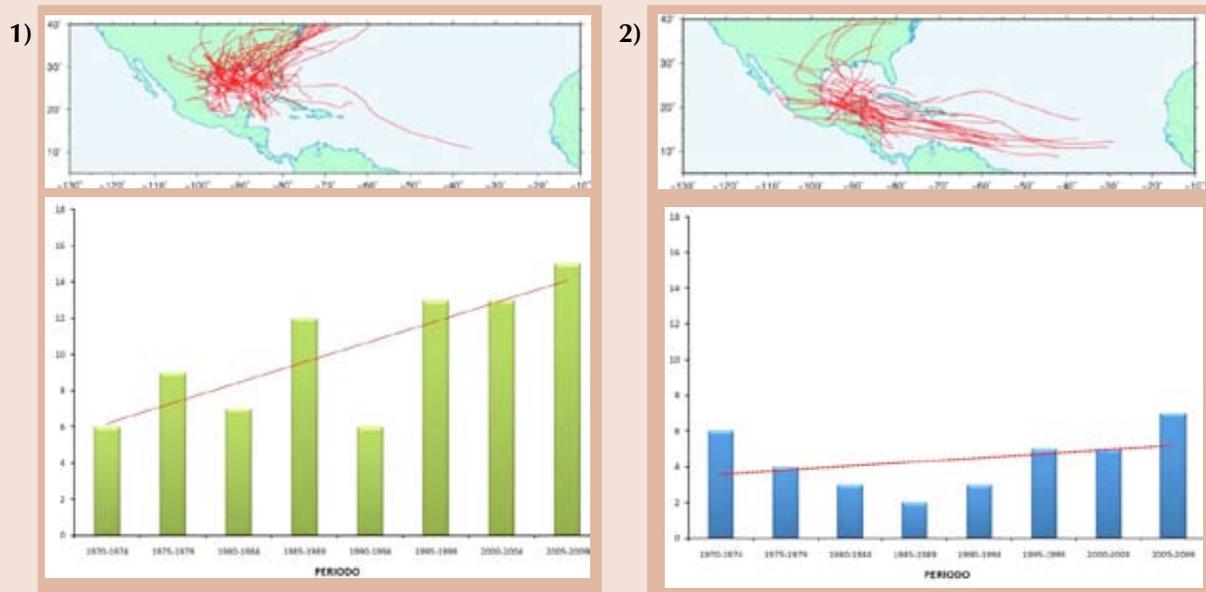


Figura B. 1) Trayectorias y tendencias de ciclones tropicales formados en el Golfo de México y 2) Trayectorias y tendencias de ciclones tropicales que viajan desde el Caribe.

IV. Hidrología de los sitios

El ciclo hidrológico es fundamental para el mantenimiento de los ecosistemas y las funciones ecológicas de los humedales (Ramsar, 1971). En los sitios bajo estudio, la descarga de agua es mayor que el volumen de extracción usado para satisfacer la demanda de los principales usuarios (urbano, agricultura e industrial) y la condición del agua subterránea no presenta sobre-explotación. Por tanto, la disponibilidad del recurso no es un problema apremiante en la actualidad y en caso de escasez, como la ocurrida en Tampico en el 2009, se trata probablemente de problemas de gestión. Sin embargo, algunas proyecciones de grado de presión sobre el recurso agua para la mayor parte del Golfo indican que ésta podría incrementarse entre un 20 y 30% al 2030 con respecto a la condición del 2004 por la disminución en disponibilidad y el aumento en las demandas (INE, 2009).

Los episodios de precipitación intensa son los que se asocian a los mayores desastres en las regiones bajo estudio. El deterioro en las cuencas es una de las causas de que las precipitaciones intensas terminen en inundaciones que en ocasiones son severas. En la salida del Pánuco (humedal de Altamira), las inundaciones ocurren con tiempos de respuesta del orden de dos a cinco días, lo que posibilita estructurar sistemas de alerta temprana en zonas urbanas cercanas (Figura 1.10). Sin embargo, la condición de la cuenca y en gran medida la del humedal es clave para disminuir el impacto de las tormentas severas.



Figura 1.10 - Humedal (azul oscuro) cercano a Tampico, Altamira y Cd. Madero. Las zonas en azul claro denotan regiones potencialmente inundables con una altura del agua de 3 metros*. Nótese la cercanía de las afectaciones al área urbana de Tampico.

* Para la cuenca del río Pánuco, el umbral de afectación lo da el gasto pico (8 mil m^3/s). El nivel de 3 m sólo ocupa 6,813.00 m^3/s , por lo tanto se debería tomar el siguiente, de 4 m, que ocupa 9,203 m^3/s . Lo ideal sería considerar un nivel de inundación de 3.5 m^3/s , pero en los Modelos Digitales de Elevación (MDE) sólo existen a cada metro (1 m, 2 m, 3 m, 4 m, etc.). El umbral del nivel de inundación indica, por lo tanto, que para el río Pánuco debe ser de cuatro metros. Sin embargo, para comparar con el Papaloapan (Figura 2.10), se toma el nivel de 3 m, pues el gasto pico para éste último es un poco mayor a los 6 mil m^3/s y sólo se alcanza o rebasa un nivel de inundación de 3 m.

En la región de Alvarado, las lagunas son un elemento de gran importancia en reducir la magnitud de las inundaciones, pues si éstas son extremas, podrían ser extensas las zonas afectadas y, por consiguiente, la población. Los episodios de inundación en 1999 y 2010 son un claro ejemplo de la vulnerabilidad creciente de las ciudades alrededor del humedal.

V. Población

La población que es potencialmente vulnerable ante las amenazas climáticas en los cuatro sitios de humedales considerados, superan los 4 millones y medio de habitantes, cifra equivalente al 4.4% de la población nacional del año 2005 (Figura 1.11). Entre los periodos 1990-2000 y 2000-2005, las regiones que confluyen a los humedales costeros de Carmen-

Pajonal-Machona y de Punta Allen registraron tasas de crecimiento poblacional superiores a las tasas anuales promedio nacional (2.3% y 1.1%; 7.9% y 8.5% respectivamente) Por el contrario, Alvarado y los municipios de Altamira, Tampico y Ciudad Madero, registraron tasas bajas, e incluso negativas, de crecimiento poblacional (0.% y -0.3%; 1.5% y 0.9% respectivamente).

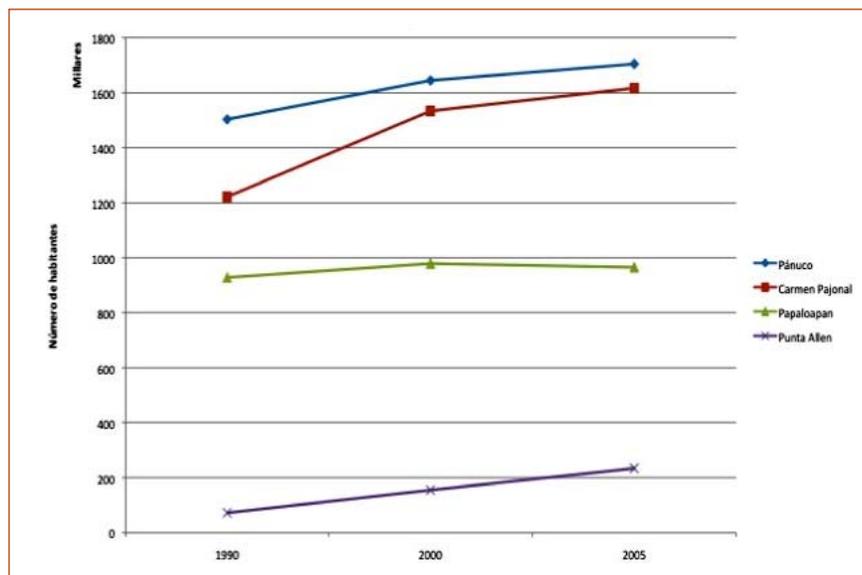


Figura 1.11 - Población por zona de estudio, 2005.

VI. Condición socioeconómica de las regiones

Región Tampico-Altamira-Ciudad Madero

La principal actividad en esta región es la producción de bienes agrícolas. Entre los cultivos principales se encuentran el sorgo, caña de azúcar, maíz, soya, pastos, naranja y cártamo, por lo que la dependencia en el riego es importante. El 95% de la superficie sembrada con sorgo y el 86% de la sembrada con maíz, se establecieron bajo condiciones de temporal. Por el contrario, el 76% y el 85% de la superficie sembrada con caña de azúcar y naranja, respectivamente, se establecieron bajo condiciones de riego (SIAP, SAGARPA, 2009).

La ganadería extensiva consume grandes espacios, así como agua, y se traduce en presiones adicionales de cambio de uso del suelo. La pesca se realiza en las lagunas costeras y en la desembocadura de los ríos. La pesquería más importante es la del camarón, que por sí sola representa alrededor del 30% de la captura y más del 50% del valor económico total de la actividad pesquera. Las actividades petrolera, pesquera y urbana en la región son las principales responsables de la pérdida de calidad del agua debido a que sus desechos son vertidos a los cuerpos de agua, principalmente con patógenos y de metales pesados (INEGI, Censos Económicos 2009).

Región Alvarado

En el Sistema Lagunar Alvarado los cultivos más importantes son: caña de azúcar, maíz, pastos, café cereza, piña, arroz palay, mango, hule hevea y plátano. En esta región, el riego agrícola apenas representa el 3% de la superficie sembrada. No obstante, el grado de perturbación sobre los humedales es grande debido a las altas concentraciones de materiales pesados y plaguicidas que disminuyen la calidad del agua.

La principal población ganadera es la avícola con poco menos de 6 millones de cabezas, aunque también posee un hato de bovinos que supera el millón y alrededor 322 mil de ganado porcino.

Región Carmen-Pajonal-Machona

En la región Carmen-Pajonal-Machona los cultivos más importantes son cacao, maíz, caña de azúcar, copra, plátano, naranja, limón, arroz palay y frijol. Prácticamente toda la agricultura es de temporal. Las modificaciones a las bocas de las lagunas con fines de explotación de los recursos naturales han originado cambios en la hidrología mediante la construcción de bordos, lo que lleva a pérdida de vegetación hidrófila. Este sistema natural ha sido objeto de diversas intervenciones desde que en 1965 se implementó el Plan Chontalpa para habilitar a la región a un proyecto de desarrollo agropecuario (Tudela, 1989). La intrusión salina por la construcción de canales desencadenó un proceso de sucesión ecológica, único por su magnitud en Tabasco y posiblemente en todo México, que dio como resultado que las poblaciones de peces dulceacuícolas en las lagunas fueran desplazadas por poblaciones marinas.

Región Punta Allen

Para el caso de Punta Allen no existen actividades humanas que promuevan el cambio de uso del suelo de manera importante. Por el contrario, en el periodo de 1978 a 2008 se han observado ganancias en la superficie de vegetación hidrófila, principalmente manglares, y se ha observado una disminución en las zonas de pastizales inducidos.

Aparte del turismo, la pesca de langostas y su comercialización es la actividad más importante en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an. A partir de mediados de la década de 1990, el creciente número de visitantes a la reserva produjo una diversificación de la actividad económica en Punta Allen, así como una complejidad aún mayor con respecto a los actores sociales interesados en los recursos naturales.

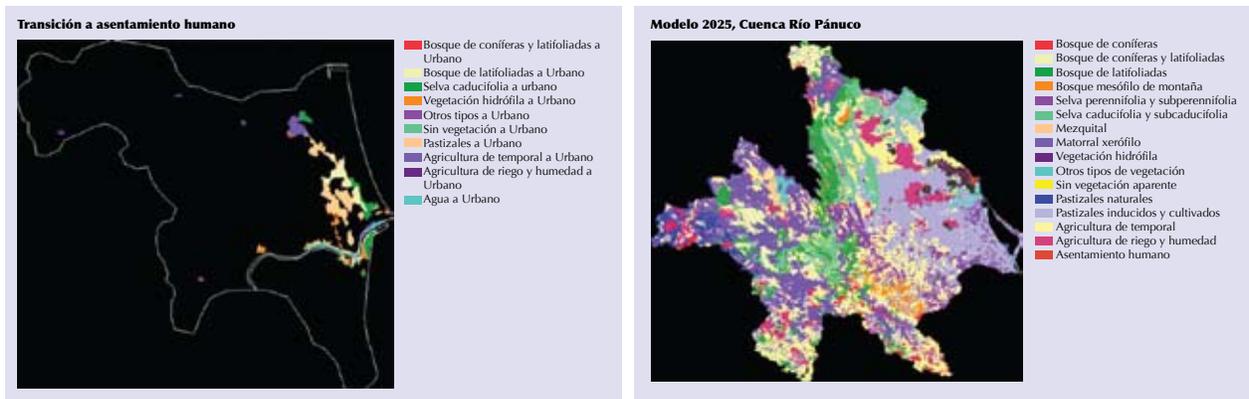
Cambio de uso de suelo mediante imágenes satelitales ALOS y SPOT

Para el análisis de cambio de uso de suelo para los cuatro sitios de estudio, se estableció un línea base construida con la cartografía del INEGI para uso del suelo y vegetación de 1978 y 2008, y las imágenes satelitales ALOS y SPOT de alta resolución (obtenidas a través del

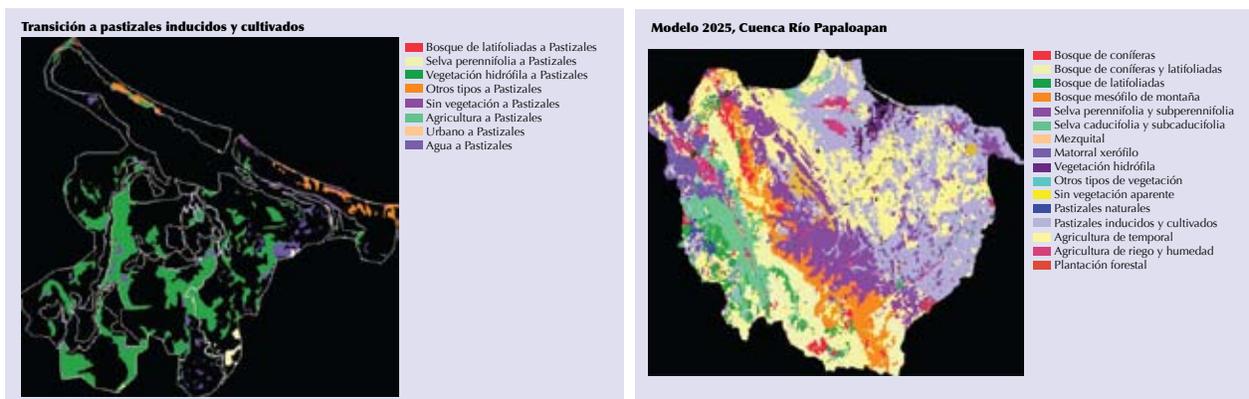
convenio con el Gobierno de Japón). A partir de estos resultados fue posible proyectar el cambio de uso de suelo a 2025 a nivel de cuenca, mediante un algoritmo markoviano aplicado a un sistema de información geográfica. Ambas metodologías permitieron diferenciar las regiones conservadas, las degradadas y aquéllas con bajo grado de perturbación actual. Por otro lado, se identificaron los procesos de apertura de terrenos para ganado y agricultura de riego y temporal como las causantes de la pérdida de vegetación en los humedales.

Los resultados muestran:

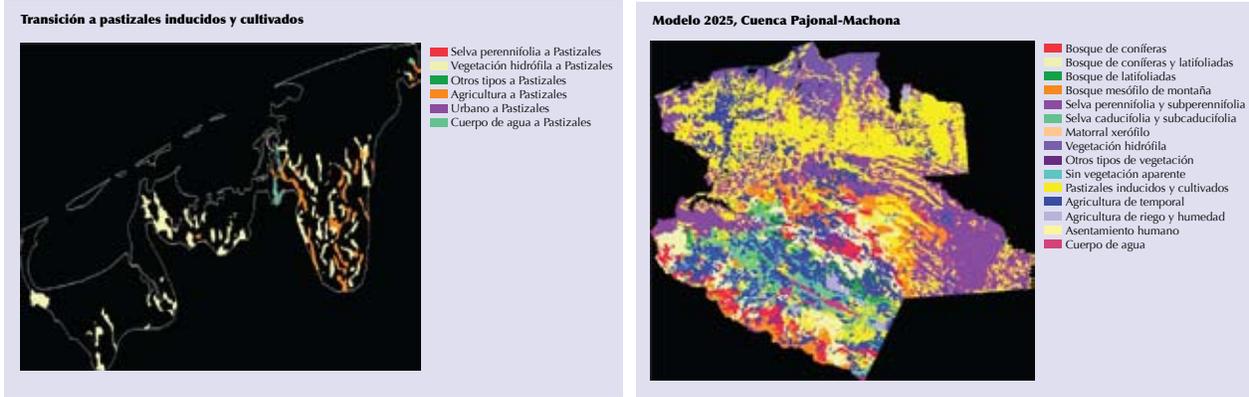
En **Altamira** la vegetación hidrófila, las selvas caducifolias y subcaducifolias perdieron mayor superficie, así como algunos cuerpos de agua debido a procesos de urbanización y agricultura de riego. Para el 2025 el crecimiento urbano se proyecta hacia el norte de Tampico y de las zonas agrícolas hacia las zonas rivereñas del Tamesí.



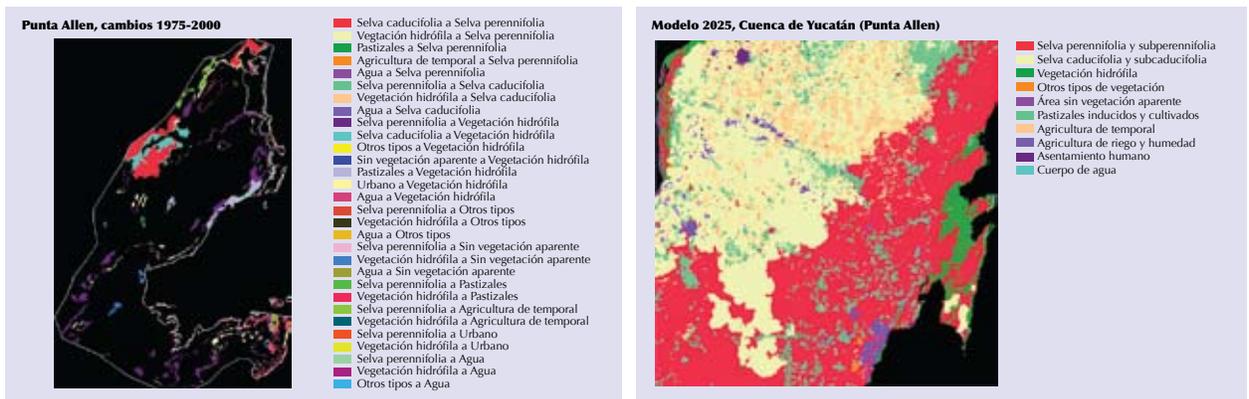
En **Alvarado** la vegetación hidrófila, cuerpos de agua y zonas de manglares primarios redujeron su superficie debido a las actividades ganaderas. Para 2025 las actuales zonas de pastizales para uso ganadero y tierras de temporal aumentarán cerca de 80%.



El sistema lagunar **Carmen-Pajonal-Machona** ha perdido principalmente popales, tulares y vegetación hidrófila debido a la introducción de pastos para ganado. Para el 2025 cerca del 29% de las selvas se trasformarán en pastizales y el 21% de los cuerpos de agua de la cuenca pasarán a ser zonas de ganado.



En **Punta Allen** se han observado ganancias en las superficies de vegetación de selvas tropicales conservadas e hidrófila, principalmente manglares. Para el 2025 las zonas de pastizales inducidos y agricultura de temporal mantendrán sólo un 34% de su superficie actual. No obstante se recomienda observar el avance de las actividades asociadas al turismo.





Segunda Parte

Escenarios para los humedales costeros del Golfo de México

- I Generación de escenarios para los humedales costeros del Golfo de México
- II Impactos para las regiones de estudio

I. Generación de escenarios de cambio climático para los humedales costeros del Golfo de México

La creación de escenarios es una de las etapas más importantes dentro de los estudios de riesgo por factores hidrometeorológicos, pues de ellos depende la dirección de algunas de las acciones a seguir en el futuro. Los escenarios de cambio climático se han desarrollado como puentes entre los modelos del clima y los estudios de potenciales impactos. Los escenarios deben brindar información relevante para la toma de decisiones en distintos sectores permitiendo proyecciones de impactos, incluyendo rangos de incertidumbre.

Los escenarios de cambio climático pueden marcar la diferencia entre tomar decisiones para implementar un nuevo modelo de desarrollo sustentable con un manejo de recursos adecuado, o continuar con las tendencias de desarrollo actuales, que han puesto en riesgo a diversas regiones, sectores y a futuras generaciones.

Son varios los elementos que deben ser tomados en cuenta para generar escenarios de cambio climático. Uno de los de mayor importancia en materia de modelación numérica del clima ha sido el reconocer que las proyecciones del clima sólo pueden darse en un sentido probabilístico que refleje la naturaleza caótica del sistema climático. Por ello, cualquier proyección del clima se debe construir con varios experimentos numéricos que parten de condiciones iniciales ligeramente diferentes o de diversos modelos. El conjunto de todos los experimentos constituye un ensamble, que brinda información sobre el rango de cambio más probable. La dispersión entre los experimentos nos habla de la confianza o incertidumbre de la proyección y se puede expresar como una Función de Densidad de Probabilidad (PDF).



Fotografía: Rita Valladares

Las fuentes fundamentales de incertidumbre en los escenarios de cambio climático que deben ser consideradas son:

- 1) La incertidumbre en las emisiones de gases de efecto invernadero futuras, que afectan el forzamiento radiativo del sistema climático y la magnitud de cambio del clima,
- 2) La incertidumbre en la sensibilidad global del clima y los cambios de patrones de circulación a escala regional que simulan los modelos del clima debido a un conocimiento incompleto del sistema.

La baja resolución espacial de los modelos del clima usados por el IPCC, aproximadamente de 200 A 300 KM, lleva a los tomadores de decisión a pedir información con mayores detalles espaciales y temporales. Existen dos caminos para la generación de escenarios con escalas espaciales altas: estadístico y dinámico. Para el presente estudio se usaron ambos métodos.

El método estadístico considerado en el presente proyecto, se basa en la construcción de funciones de transferencia sustentadas en comparaciones de patrones de gran escala proyectados y patrones de alta resolución observados. El procedimiento conocido como Climate Predictability Tool (CPT), diseñado por el Internacional Research Institute (IRI) for Climate and Society, de los Estados Unidos, es útil para tal propósito.

El escalamiento de las salidas de los modelos por procesos estadísticos tiene ventajas y desventajas. Sin embargo, permite regionalizar muchos escenarios del IPCC y obtener información del rango esperado de clima futuro y de los impactos posibles. La limitación evidente es que un modelo simula, pero no es la realidad.

Para el desarrollo de los escenarios de este estudio se regionalizaron proyecciones de 20 modelos usados por el IPCC para proyectar cambios en temperatura promedio anual y en precipitación. Con base en datos de la Red de Estaciones Climatológicas CLICOM se han generado proyecciones de eventos extremos con resoluciones espaciales de 20x20km. El esquema CPT corrige los errores sistemáticos de los modelos de baja resolución espacial en magnitud, forma y ubicación del patrón de anomalía, brindando una adecuada proyección regional del clima futuro (INE, 2009b).

Un elemento esencial de los escenarios de cambio climático son las proyecciones de cambios en la magnitud y frecuencia de eventos extremos (ondas de calor, tormentas). Para construir las PDF de valores diarios que permitan caracterizar eventos extremos, se han desarrollado Generadores Estocásticos del Tiempo Meteorológico (GETM) forzados con una condición climática mensual. La información diaria generada no corresponde a pronósticos de tiempo, sino a una condición que satisface relaciones empíricas entre condiciones medias mensuales y actividad de eventos diarios. Un ejemplo de GETM es el conocido como LARS (Semenov et al., 1998), el cual genera datos sintéticos diarios para una estación o punto a partir de

condiciones observadas o proyectadas de precipitación o temperatura, bajo escenarios de emisiones A2, A1b, y B1.

Una opción adicional para la generación de escenarios consiste en usar directamente salidas de modelos dinámicos de clima regional. El modelo de clima regional del Meteorological Research Institute (MRI) de Japón, que forma parte del Simulador de la Tierra, permite obtener proyecciones de los cambios esperados en temperatura y precipitación con gran detalle espacial a una resolución de 22x22km, bajo el escenario A1B (Figura 2.1).

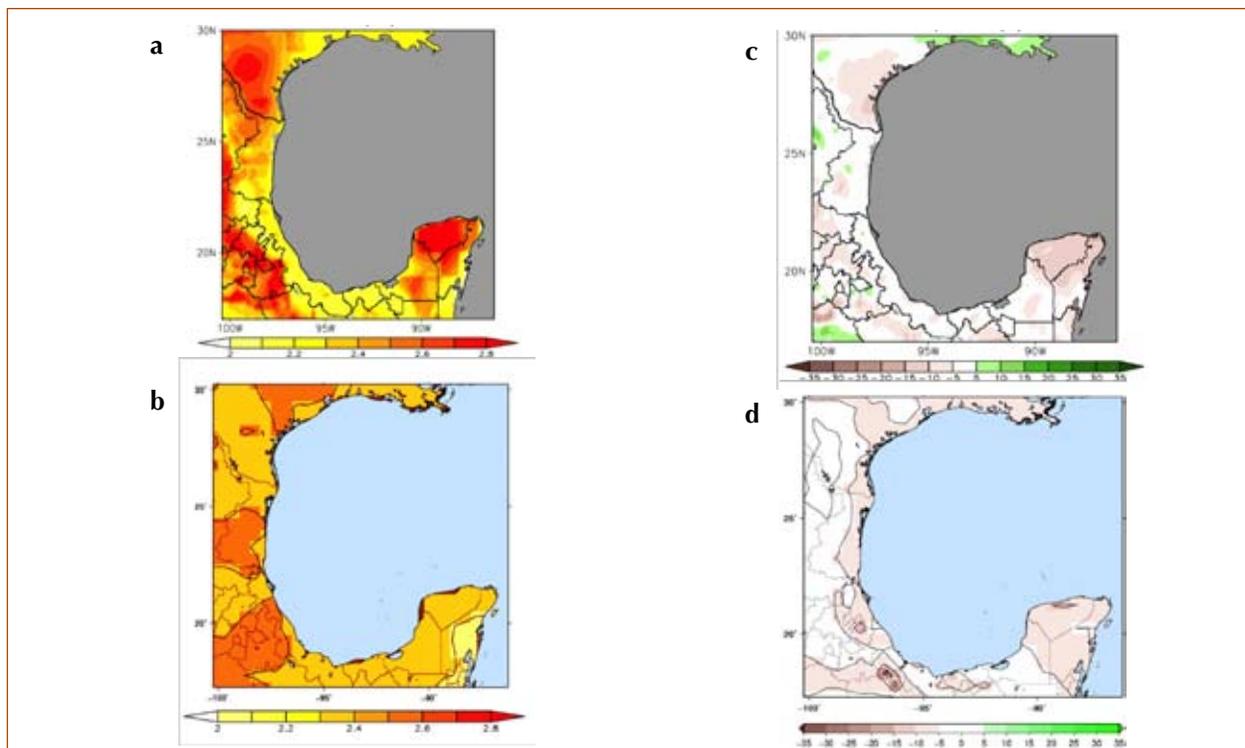


Figura 2.1 - Proyecciones de cambio en temperatura media anual (°C) (a y b) y precipitación (mm/día) (c y d) para 2080-2099 bajo el escenario de emisiones A1B a partir del modelo de clima regional japonés (superior) y de la mediana del ensamble regionalizada por CPT (inferior).

El ensamble y el modelo de clima regional indican cambios en la temperatura y precipitación en la zona costera del Golfo de México y península de Yucatán (Tabla 1) con magnitudes similares bajo el escenario A1B, siendo en la península de Yucatán y en Tamaulipas donde los incrementos esperados en temperatura y los decrementos en precipitación son marcados. Aun cuando los escenarios generados por el modelo dinámico de clima regional permiten simular detalles espaciales del clima actual en la mayor parte de México, existen elementos de importancia en la zona de Yucatán y el Golfo de México que no son capturados. Por ejemplo, los huracanes y su contribución a la lluvia no son adecuadamente simulados por el modelo japonés por lo que la contribución de estos sistemas al clima bajo cambio climático forma parte de la incertidumbre.

Tabla 1 - Rangos de cambio en temperatura y precipitación promedio anual esperados para la zona costera del Golfo de México y península de Yucatán.

		2010-2039	2040-2069	2070-2099
ΔT (°C)	A1B	0.5±0.5	1.5±1.0	2.0±1.5
	A2	0.5±0.5	1.5±1.0	2.5±1.5
Δpcp (%)	A1B	-5±10	-10±15	-15±25
	A2	-5±10	-10±20	-20±25

De acuerdo a las proyecciones reportadas por el IPCC, las tendencias son similares para los primeros 100 años, por lo que los valores para el caso de la temperatura son similares en ambos escenarios de emisiones (A1B y A2). A partir del año 2100 las tendencias comienzan a separarse (IPCC, 2007a).

Los escenarios de cambio climático deben incluir proyecciones sobre valores extremos. Tanto la regionalización estadística como las proyecciones del modelo de clima regional permiten obtener estimaciones de cambio en ondas de calor o en precipitaciones extremas, que son las que generarán impactos importantes. Por ejemplo, el modelo de clima regional japonés indica un incremento en la duración de las ondas de calor e intensidad de las lluvias extremas sobre Tamaulipas y norte de Veracruz, al igual que en algunas partes de la península de Yucatán (Figura 2.2). Las proyecciones obtenidas con la combinación CPT y LARS-WG dan resultados de magnitud y dirección de cambio comparable cuando se usa el escenario A1B.

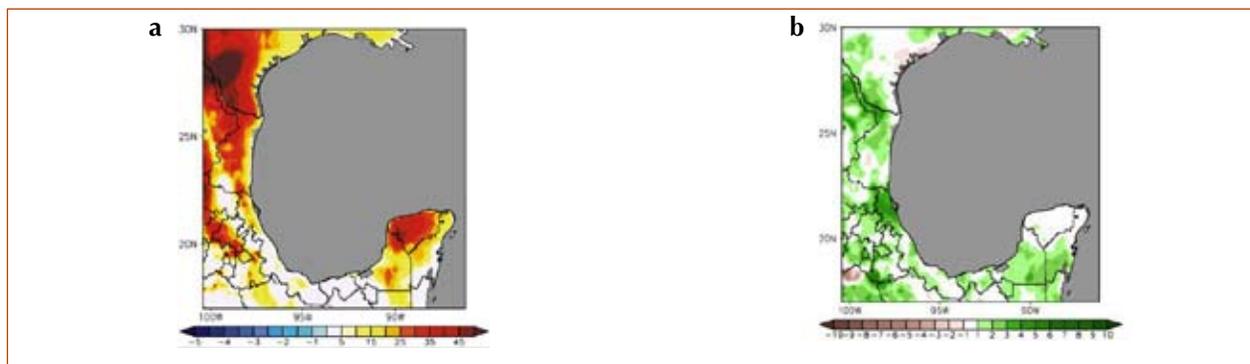


Figura 2.2 – Incrementos proyectados en la magnitud y duración de las ondas de calor (a) y lluvias extremas (b) por el modelo Simulador de la Tierra de Japón hacia finales del s. XXI bajo el escenario de emisiones A1B.

La generación de escenarios de cambios en la actividad de extremos (ondas de calor más intensas y tormentas más severas) es un avance en el presente estudio, que permite definir de mejor forma a qué se deben adaptar las regiones costeras del Golfo de México.

II. Impactos para las regiones de estudio ante eventos extremos

Impactos en la zona de Tampico-Altamira

a. Ondas de calor

Considerando los escenarios anteriores, se puede esperar que el número de días con ondas de calor se dupliquen en veinte o treinta años y para mediados de siglo, las ondas de calor de calor se intensifiquen, es decir, las temperaturas máximas durante estos eventos podrán alcanzar los 46 ó 47 °C. De forma equivalente, el número de días con ondas de calor podrían duplicarse en veinte o treinta años. Tal condición lleva a que con mayor frecuencia los habitantes de la zona puedan enfrentar insolación o golpe de calor (Figura 2.3), aun más cuando se considera que las proyecciones de urbanización apuntan a crecimiento de Tampico-Altamira en la dirección de los cambios máximos en la intensidad de ondas de calor.

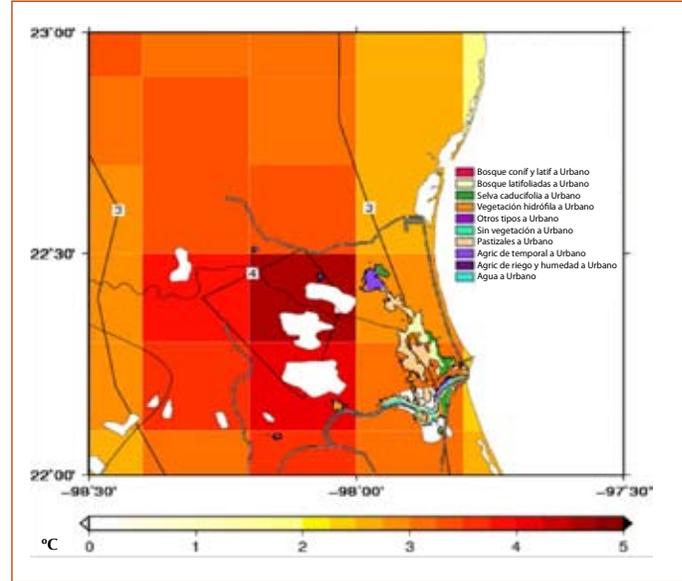


Figura 2.3 Cambios en los valores extremos de la temperatura máxima hacia finales del s. XXI bajo el escenario A2 y proyecciones de expansión de la zona urbana de Tampico-Altamira-Cd. Madero. Las marcas de colores corresponden a proyecciones de crecimiento urbano a veinte años.

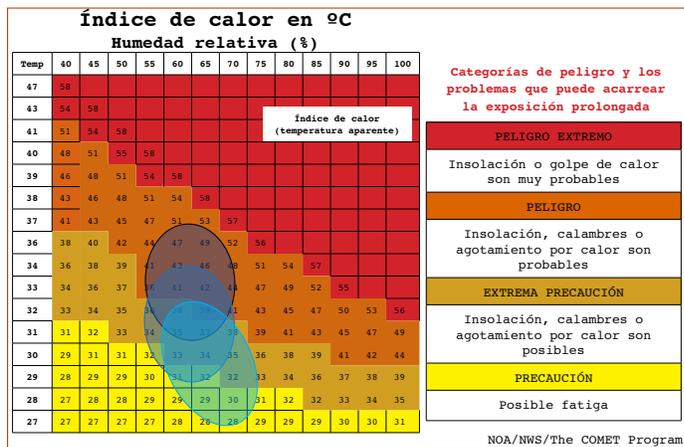


Figura 2.4 - Índice de Calor y peligros para la salud.

La urbanización conlleva un incremento adicional de temperatura que puede ser del orden de 2°C, lo que hace mucho más dramática la proyección de impactos por ondas de calor. Analizando un índice de calor es de esperarse que en el futuro la población se encuentre en condiciones de peligro extremo (Figura 2.4). El deterioro de la vegetación en el humedal podría incrementar los efectos negativos asociados al incremento de la temperatura.

b. Sequías

Los aumentos proyectados en temperatura disminuirán la disponibilidad de agua en la región de Tampico Altamira, aún y cuando la precipitación no cambiara (siguiendo proyecciones del modelo MRI). La sequía de medio verano o canícula (Magaña et al., 1999)

será probablemente más intensa y los déficit de humedad de suelo en la cuenca aumentarán en los primeros meses del año (Figura 2.5). El superávit de agua disponible hacia el final del verano también disminuirá.

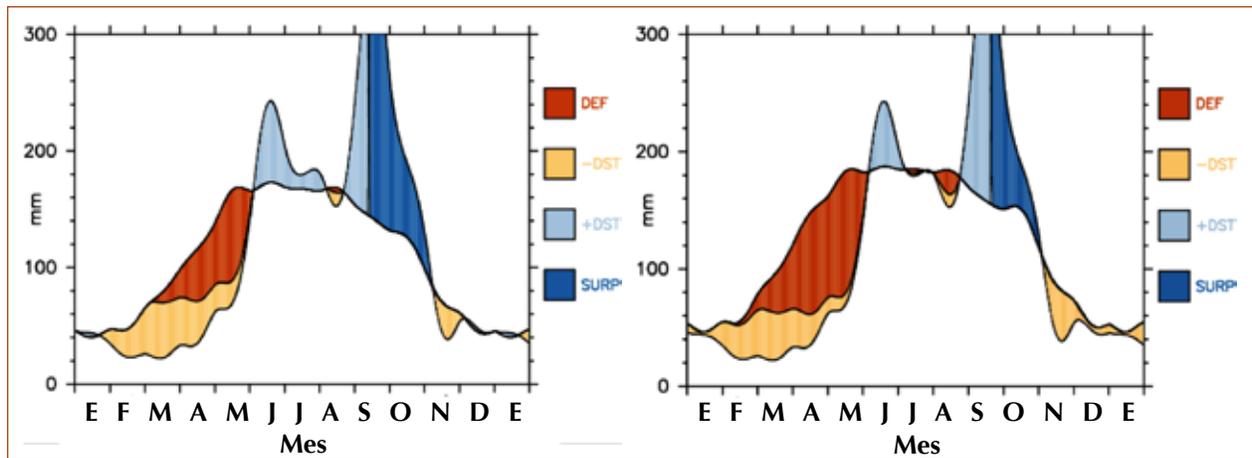


Figura 2.5 - Balance hídrico en la zona de Tampico para el presente y proyectado con un incremento de 2°C pero sin cambio en la precipitación anual. DEF corresponde a la diferencia entre evapotranspiración potencial y la evaporación real, DST corresponde a el cambio en humedad de suelo de mes a mes y SURP corresponde al superávit de agua disponible por escurrimiento e infiltración.

Episodios de menor disponibilidad del agua para la ciudad se volverán más frecuentes al aumentar el número de días consecutivos sin lluvia (Figura 2.6) y a mayores temperaturas, mayores demandas del recurso.

La experiencia de años como el 2009, debe llevar a los municipios a replantearse una estrategia de gestión del agua y de desarrollo considerando los efectos del cambio climático (Figura 2.7).

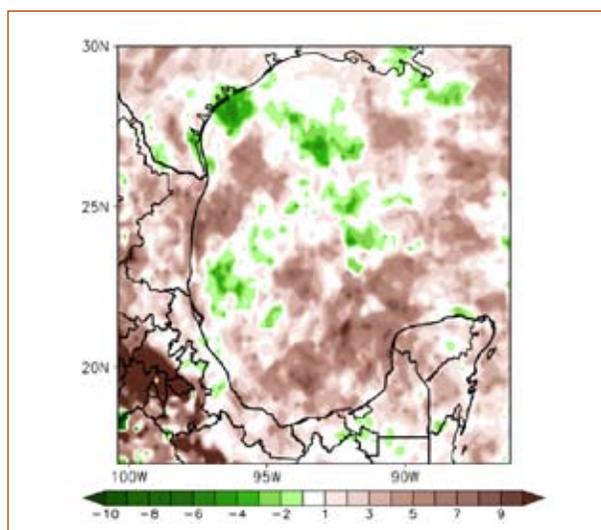


Figura 2.6 - Cambio en el número de días consecutivos sin lluvia de acuerdo al modelo MRI hacia finales del presente siglo bajo el escenario de emisiones A1B.



Figura 2.7 – Portada del Diario MILENIO de Tampico, 27 de agosto de 2009.

c. Aumento de la salinidad de acuíferos

El aumento de las temperaturas puede ocasionar un incremento de nutrientes, la eutroficación de cuerpos de agua y estrés en algunas especies marinas y lacustres, así como la disminución de los mantos acuíferos y disminución de las superficies de manglar, al igual que una mayor concentración de los contaminantes de zonas urbanas. El aumento del nivel del mar pone en riesgo el régimen natural del hidropereodo de las zonas de vegetación hidrófila, iniciando con el proceso de erosión. El aumento de la salinidad por aumento en la evaporación o el incremento de nutrientes, puede llevar a una reubicación natural de la vegetación, de los asentamientos humanos y de las actividades económicas que dependen de los humedales costeros como son la pesca y la acuicultura.

d. Inundaciones

La disminución de la barrera vegetal agravaría los eventos de inundación que se presentan en la parte urbana y podrían volverse más extremos bajo cambio climático. Resulta claro que la respuesta ante los cambios de clima en la zona Tampico-Altamira-Cd. Madero debe ser la restauración de la cuenca y la conservación del humedal, pues los costos de no hacerlo podrían ser muy altos para la población urbana.

Aumentar la resiliencia en los sistemas humanos y ecológicos es la mejor manera para hacer frente al riesgo de inundación. Un sistema de alerta temprana frente a inundaciones ya está funcionando en Tampico, Tamaulipas.



Fotografía: Rita Valladares

e. Salud

El problema de cambio climático ha comenzado a reflejarse en problemas de salud como el dengue, paludismo, cólera. Altos valores en la temperatura producen incrementos en la humedad específica y en la aparición de brotes de dengue (Figura 2.8). Resulta interesante observar que el mayor número de casos de dengue se presentan en las zonas costeras.

Mosquitos de 12 especies, pertenecientes a cinco subgéneros y nueve géneros, fueron registrados en los bosques de mangle en un área de estudio en la India (Rajavel et al., 2006). Se reportó que el máximo número de especies (10) ocurrieron en hábitats larvales durante la temporada de baja salinidad (octubre), comparado con sólo dos especies en temporadas de alta salinidad. Esto podría eventualmente guiar a la proliferación del mosquito relacionado con enfermedades en zonas cercanas a poblaciones.

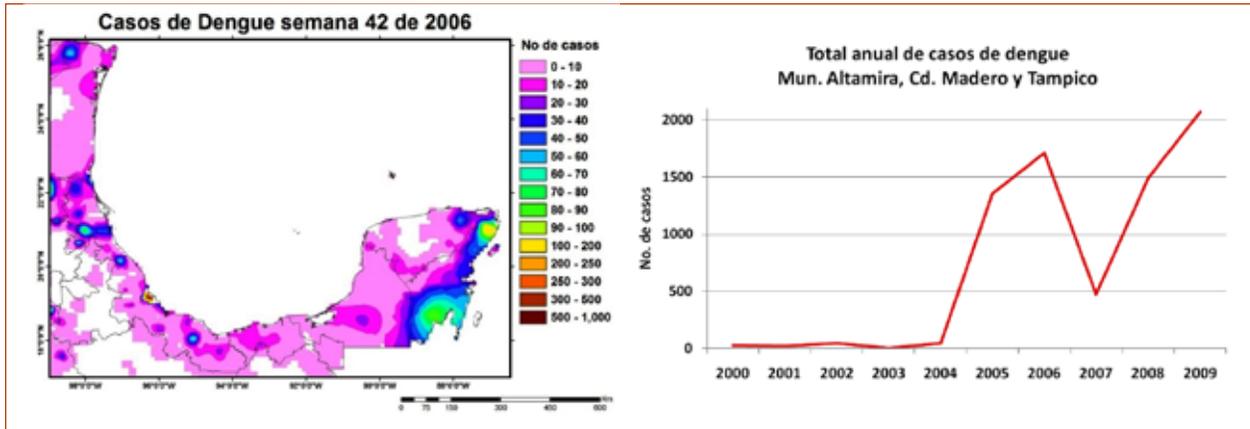


Figura 2.8 - Mapa del número de casos de dengue en la semana 42 de 2006 y tendencia del número de casos en la zona de Tampico-Altamira-Cd. Madero. (con datos de COFEPRIS).

Impactos en la zona de Alvarado, Veracruz

a. Lluvias intensas

En la región del humedal de Alvarado, los cambios proyectados en la intensidad de los eventos extremos de lluvia (Figura 2.9) pueden convertirse en amenaza seria para la zona. La intensidad de las lluvias extremas para el percentil 90 podría rebasar el valor umbral de 60 mm/día a valores de 65 mm/día, es decir, se tendrían de 2 a 5 eventos más de lluvias intensas en la zona, lo que aumenta las probabilidades de inundación (Figura 2.10).

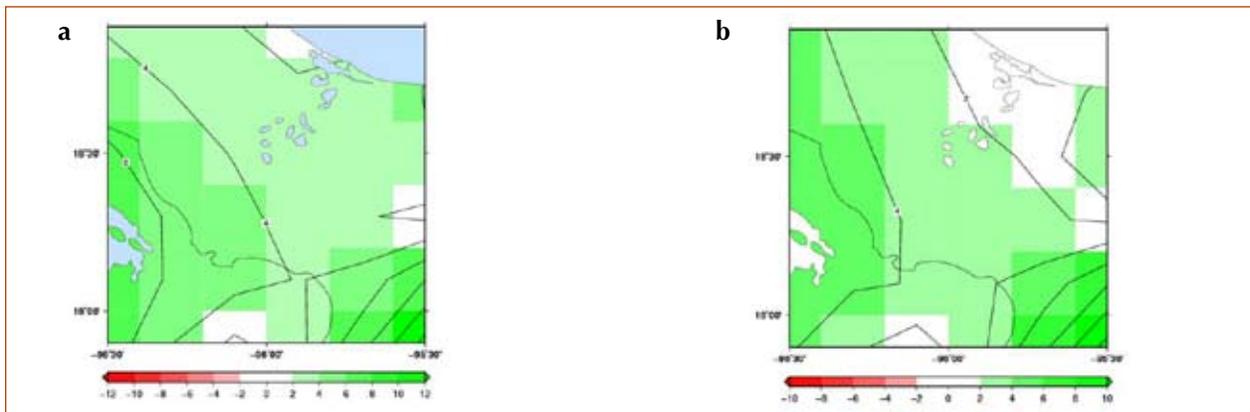


Figura 2.9 - Cambios en la magnitud (mm/día) (a) y frecuencia (número de días) (b) de eventos de precipitación extrema en la zona de Alvarado bajo escenarios de cambio climático (A2) hacia finales del s. XXI.

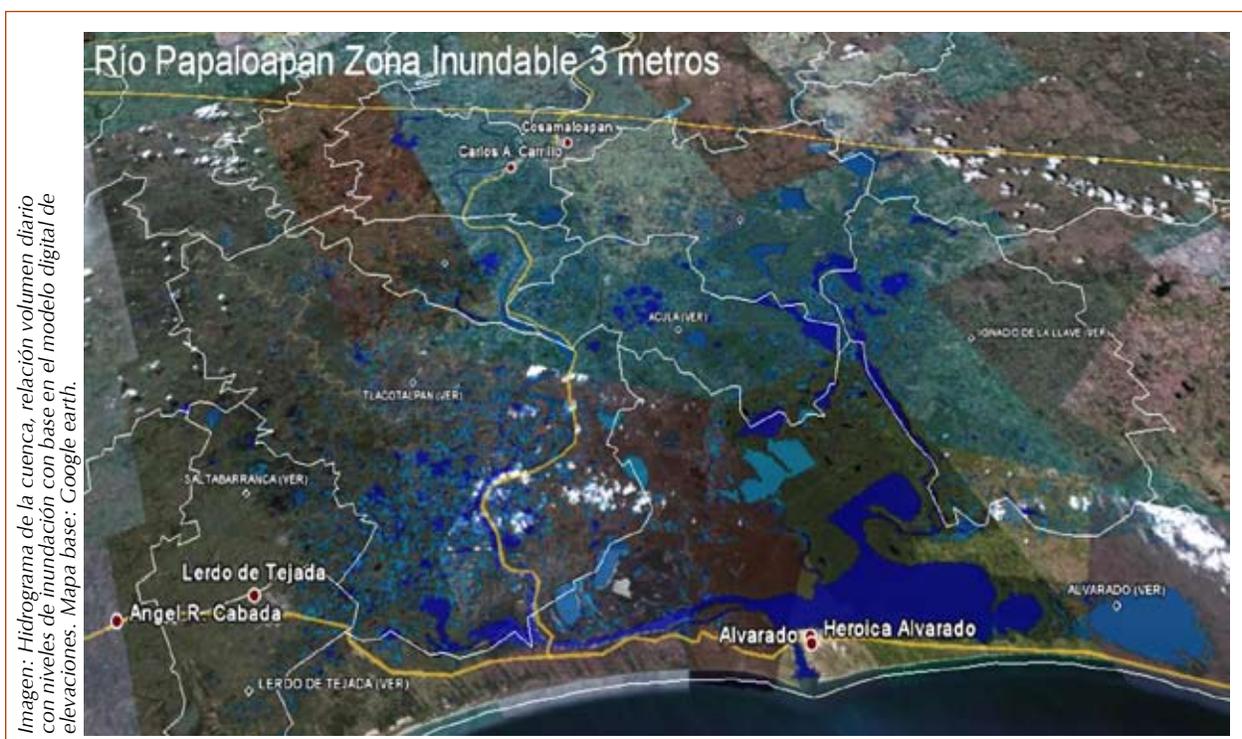


Figura 2.10 - Humedal (azul oscuro) cercano a Alvarado. Las zonas en azul claro denotan regiones potencialmente inundables con una altura del agua de 3 metros. Nótese la cercanía de las afectaciones al área urbana de Tlacotalpan

Durante el verano del 2010, más de 20 mil personas fueron evacuadas de los municipios de Tlacotalpan, Alvarado y comunidades cercanas a la Cuenca del Papaloapan por inundaciones resultado del paso del huracán Karl. Los municipios aledaños a las cuencas ribereñas quedaron aislados y se habla de decenas de miles de damnificados. Los recursos FONDEN fueron insuficientes y la administración estatal no tuvo los medios económicos para enfrentar por sí misma el estado de emergencia. La alta vulnerabilidad de Veracruz a las lluvias intensas es conocida, pues son recurrentes las afectaciones, tal y como sucedió en 1999.



"...es increíble lo que está pasando con las inundaciones. Yo sólo le pido a Dios tenga misericordia. Mi familia viven en la colonia Aneas y ahí todo está inundado. La mayoría viven de la pesca y en tal situación, se quedan sin manera de llevar alimento a sus hogares, además de haber perdido lo poco que han obtenido con mucho esfuerzo, pues ahí la única fuente de ingreso es la pesca. Dios te bendiga Alvarado."

Testimonio: Conni, 4 oct 2010

Vulnerabilidad e importancia del ecosistema

El aumento en la temperatura en el ambiente y la presencia de más eventos extremos de precipitación tendrán impactos en la calidad del agua. La alteración del ciclo hidrológico podrá alterar los procesos de transporte de sedimentos y nutrientes, lo cual tendría impacto negativo en los ecosistemas, en la salud pública y en la confiabilidad y operación de sistemas de suministro de agua. Además, el incremento del nivel medio del mar traerá como consecuencia la intrusión salina en estuarios y acuíferos costeros, disminuyendo con ello la disponibilidad de agua dulce.

La conservación del humedal y sus alrededores resulta importante para retener los azolves, generar microclimas y controlar la pérdida de calidad del agua, tanto para la conservación de la biodiversidad, como para la actividad pesquera. Mantener la calidad del agua para ecosistemas de agua dulce sirve para proteger a los peces de agua fría o a los de agua templada. Bajo las actuales proyecciones de cambio climático, principalmente durante los episodios de ondas de calor hacia el 2030-2050, las temperaturas del agua podrían incrementarse en cerca de 2°C y con ello una reducción de calidad.

Todas las lagunas en la zona están fuertemente impactadas por actividades humanas lo que ha provocado, entre otras cosas, el descenso de la pesca en muchos sitios (Figura 2.11). Hay algunas iniciativas de restauración y manejo sustentable en la cuenca del Papaloapan. Es importante trabajar de la mano de estas asociaciones para incorporar el cambio climático a sus planes de manejo y desarrollo.



Figura 2.11 - Acuicultura en Alvarado.

Para la región de Alvarado y sur del estado de Veracruz las proyecciones de cambio climático indican que a pesar del aumento proyectado en el nivel del mar, la dinámica de los ríos que alimentan la Laguna de Alvarado será la clave para prevenir inundaciones. Por ello, se debe hacer frente al aumento en la intensidad de los aguaceros y así empezar a adaptarse al cambio climático. Proyectar las condiciones del humedal de Alvarado requiere considerar los cambios de uso del suelo que han ocurrido y ocurrirán en el futuro cercano. Las proyecciones de uso de suelo indican la expansión de la frontera ganadera con la consecuente degradación de tierras. En el caso de la cuenca del río Papaloapan, gran parte de ésta corresponde a una planicie de inundación, lo que hace difícil el control de las avenidas. Las medidas de adaptación y de respuesta al desastre deberán estar, por tanto, enfocadas a la rápida recuperación del sistema a su condición normal.

A través del método empírico desarrollado por el Soil Conservation Service, (Natural Resources Conservation Service, departamento de Agricultura de Estados Unidos de Norteamérica), llamado **Número de Curva** se puede estimar la precipitación excedente de una lluvia total, es decir, la que no se infiltra y que se convierte en escurrimientos. El método toma en cuenta las condiciones de humedad, el uso y tipo de suelo, por lo que se pueden hacer proyecciones del impacto que tiene que cambie este último. Entre mayor es el número de curva, el suelo es más impermeable y genera un escurrimiento mayor. Una proyección del número de curva para escenarios de cambio de uso de suelo sugiere que las cuencas de las regiones bajo estudio continuarán degradándose (Figura 2.12). Los valores negativos de cambio en el número de curva significan que la permeabilidad aumentará (mayor infiltración y menores escurrimientos) y los cambios positivos, que la permeabilidad disminuirá (menor infiltración y mayores escurrimientos). Sin embargo, el impacto de mayores escurrimientos en toda la región no es generalizado. Los resultados del análisis de número de curva muestran que los cambios positivos y negativos se compensan en cuencas grandes, por lo que los efectos de los cambios de uso del suelo que provocan inundaciones serán a escala pequeñas o áreas casi locales. Por ejemplo, los deslaves en barrancas son causados principalmente por la deforestación y no afectan a toda la cuenca, únicamente a la zona donde éstos ocurren. Ante ello, es la intensidad de la lluvia aumentada por cambio climático el factor que incrementará el riesgo, primordialmente en conjunto con los cambios de uso de suelo locales, por ejemplo, alrededor del humedal.

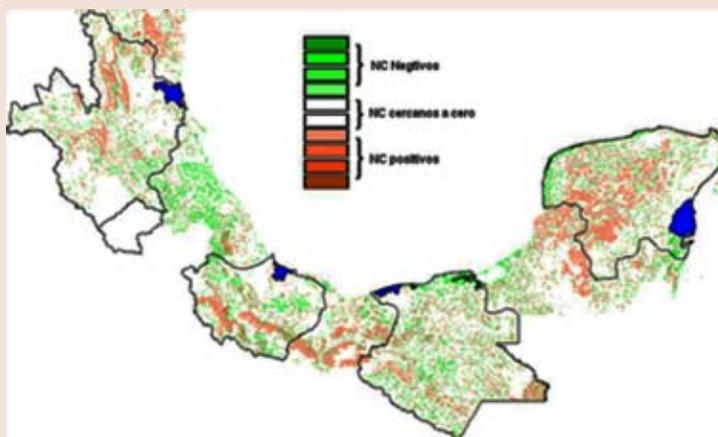


Figura 2.12 - Variación del Número de Curva (NC) en 20 años como indicador del grado de permeabilidad del suelo, usando proyecciones de cambio de uso de suelo. Los valores negativos significan que la permeabilidad aumentará (mayor infiltración y menores escurrimientos) y los positivos, que la permeabilidad disminuirá (mayores escurrimientos y menor infiltración).

Se considera con frecuencia que la construcción de presas de regulación en la parte alta de la cuenca reduce las inundaciones en la parte baja de la cuenca en centros urbanos, ya que una de sus funciones es el control de las avenidas. Sin embargo, las presas sólo pueden regular el área de captación. Las precipitaciones sobre áreas no reguladas son las que contribuyen al escurrimiento y ocasionan las inundaciones. Además, las presas producen alteraciones del caudal ecológico.

Impactos en la zona de El Carmen – Pajonal – Machona

a. Aumento del nivel del mar

La principal amenaza para la región está en el aumento del nivel del mar que amplifica el impacto de los eventos de lluvias extremas con un gran transporte de azolves que alteran la geomorfología de la región (Figura 2.13).

Para comprender el efecto del aumento del nivel del mar en los humedales costeros, es necesario analizar las relaciones y procesos que llevan a sedimentación, erosión y subsidencia, así como a acrecencia y subsidencia. La salinización de los humedales puede también ser un factor de deterioro del ecosistema ante al aumento de nivel del mar y mareas de tormenta. El aumento relativo del nivel del mar depende de las condiciones específicas de cada sitio. Los lugares más vulnerables son aquellos que presentan variaciones mínimas de marea, suelos pobres, bajos aportes de nutrientes, áreas con alta subsidencia, alto desarrollo costero o pendientes empinadas adyacentes al manglar.



Figura 2.13 Zona costera en Tabasco afectada por oleaje.

Para este estudio, se analizaron con modelos numéricos las condiciones hidrodinámicas actuales, incluyendo mareas, el efecto de la elevación en el nivel del mar de un metro y procesos erosivos sobre la barra de arena que separa las lagunas del mar. Los resultados indican una marcada alteración en el comportamiento dinámico del sistema El Carmen-Pajonal-Machona, propiciado por su cambio morfológico que transforma la laguna en bahía. Ante la ausencia de barras costeras que friccione la marea, la elevación del nivel del agua se vuelve homogénea y se presenta en todos los puntos del sistema lagunar.

Los grandes cambios en la morfología costera de la zona de humedales de Tabasco lleva a recomendar el establecimiento de programas regionales y locales de ordenamiento territorial, con vistas a la reducción de los efectos de los fenómenos hidrometeorológicos extremos, desafortunadamente fortalecidos por el ascenso del nivel marino.

Los modelos también sugieren cierta dependencia de la producción acuícola con los procesos meteorológicos, principalmente con la precipitación, la temperatura media y la evaporación. La acción combinada de los dos primeros factores, cuando la temperatura se eleva y las lluvias disminuyen, se ve relacionada con un aumento en la producción de ostión. Sin embargo, aún se desconocen los límites de tolerancia ante aumentos de temperatura esperados bajo cambio climático, cambios en el ciclo hidrológico, presencia de lluvias extremas más intensas y afectaciones por aumento del nivel del mar.

Fotografía: Rita Valladares



Los resultados del análisis de los datos de las estaciones mareográficas en la parte sur del Golfo de México indican un aumento promedio en el nivel del mar de alrededor de 1.4 mm/año entre 1966 y 1976 (Salas-de-León et al., 2006). El calentamiento global también puede cambiar los patrones climáticos de circulación que producen extremos en el nivel del mar, por ejemplo las mareas de tormenta. Es probable que este tipo de aumentos repentinos sean más frecuentes o severos en el futuro, causando inundaciones y erosión costera.

A lo largo de la costa mexicana, principalmente el Golfo de México, las mareas de tormenta son causadas por eventos hidrometeorológicos extremos como los Nortes y los ciclones tropicales. Las zonas sujetas a inundación con el aumento del nivel del mar por mareas de tormenta experimentarán la entrada de la cuña marina de manera no uniforme a lo largo de amplios tramos de la costa, con una velocidad incrementada. En las zonas de mayor vulnerabilidad, la influencia marina se podría percibir a 40 y hasta 50 km tierra adentro con un aumento de un metro del nivel de mar, principalmente en áreas de Tabasco, aunque también en los estados de Campeche, Veracruz y Yucatán.

Las proyecciones de cambio en el nivel medio del mar y marea de tormenta para El Carmen-Pajonal-Machona muestran que estos dos efectos producirán serios impactos en la región de la laguna, principalmente en la actividad pesquera, pero no directamente como inundaciones en el área urbana. En la ocurrencia de eventos de precipitación intensa puede llevar al aumento de escorrentías súbitas de los ríos, resultando en inundaciones en áreas al interior del estado (Figura 2.14).

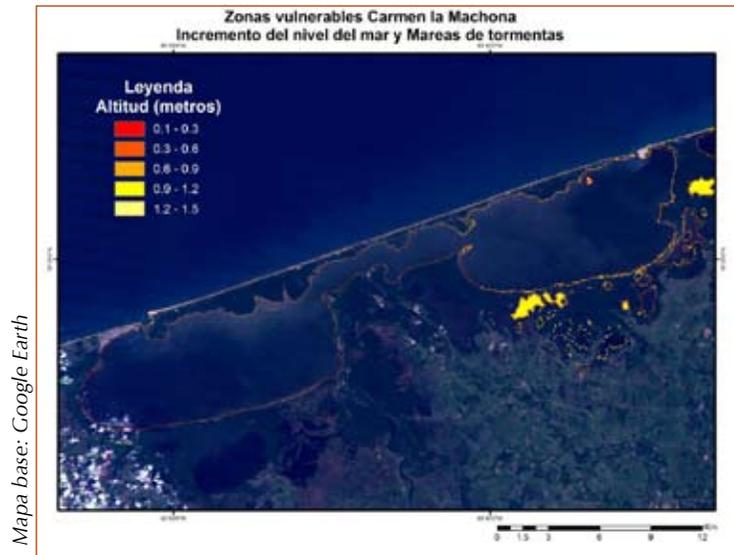


Figura 2.14 - Áreas potencialmente inundables bajo eventos de precipitación intensa

Impactos en la zona de Punta Allen, Quintana Roo

Uno de los humedales costeros que se encuentra en mejor estado de conservación es Punta Allen, por estar en la reserva de la Biosfera de Sian Ka'an. Gran parte de la reserva incluye una zona de reciente origen, la cual aún se encuentra en un estado de transición con dos grandes bahías de aguas someras, marismas, manglares y selvas inundables. Sian Ka'an contiene los hábitats naturales de mayor importancia para la conservación de la biodiversidad in situ, incluyendo especies amenazadas o en peligro de extinción con valor excepcional universal desde el punto de vista de la ciencia o la conservación.

a. Huracanes

Los huracanes en el Mar Caribe tienen un amplio espectro de trayectorias, pero al menos 2 huracanes por año afectan la península de Yucatán (CENAPRED, 2001). Las consecuencias destructivas de los huracanes para los asentamientos humanos y los cultivos del litoral han sido una de las causas por las que Sian Ka'an se encuentra despoblado. En las partes altas de la reserva, los únicos cuerpos de agua son los cenotes. Las proyecciones de huracanes indican que una mayor proporción de estos alcanzará categorías 3, 4 y 5. Sin embargo, es poco claro cuál será la trayectoria dominante de estos sistemas. Lo anterior, permite estimar que los daños en los socioecosistemas involucrados, serán altos.

Los arrecifes coralinos disipan la energía del oleaje por turbulencia y reducción de la altura de olas provenientes de las tormentas, por lo que considerar su restauración y conservación es una medida importante en las estrategias ante cambio climático (Conabio, 2010).

b. Lluvias extremas

En Punta Allen se proyecta una tendencia de precipitaciones más intensas y frecuentes (Figura 2.15). La región también estará expuesta a un ciclo hidrológico más intenso con episodios secos más prolongados. Esta condición puede llevar a una mayor pérdida de humedad entre episodios de lluvia, basados en que se tendrán temperaturas más elevadas. Actualmente, estas condiciones generan estrés hídrico en la vegetación y dado el continuo uso de fuego en la agricultura en las zonas aledañas a la reserva de la biosfera, se producen incendios forestales.

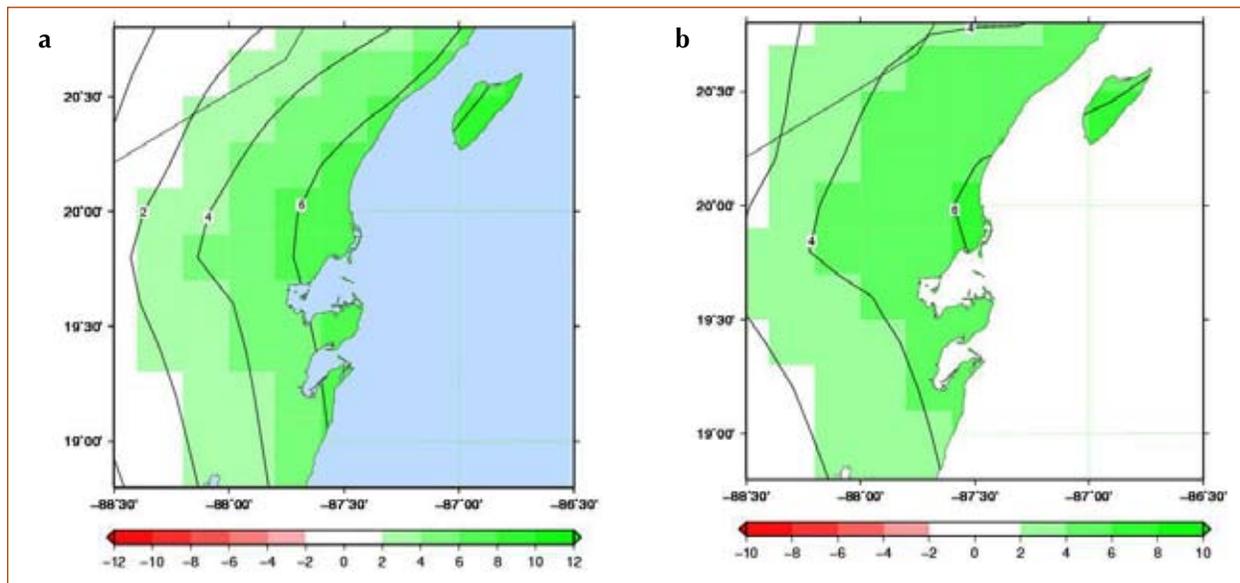


Figura 2.15 Cambios en la magnitud (mm/día)(a) y frecuencia (número de días) (b) de eventos de precipitación extrema en la zona de Punta Allen bajo escenarios de cambio climático (A2) hacia finales del s. XXI.

Bajo los escenarios de huracanes más intensos e inundaciones más frecuentes se estima la pérdida de las barreras naturales contra eventos extremos y con ello una mayor exposición a mareas de tormenta y vientos intensos, con afectaciones a poblaciones humanas y naturales. Por otra parte, cambios en la línea de costa, en la sedimentación y el aumento del escurrimiento pueden ser fenómenos que ocasionen cambios en la función y estructura de los humedales. La vegetación de los pantanos atrapa y contribuye a la acreción del sedimento y reduce su resuspensión, mantiene la profundidad del agua muy baja. Se sabe que los eventos frecuentes como las mareas e inundaciones son importantes para mantener los gradientes de salinidad, nutrientes y reguladores de ciclos biológicos. De allí que los humedales sean considerados como sistemas carácter “pulsante” donde el intercambio entre los ríos y las zonas planas determina las funciones del humedal.

c. Marea de tormenta y aumento en el nivel del mar

En Punta Allen, los efectos más importantes se presentan en la modificación de la línea de costa, incrementando la diversidad en su estructura y función en las zonas afectadas por la caída de árboles y arbustos; es decir, los huracanes afectan las costas sin el efecto protector del manglar y alteran los ciclos de sedimentación naturales. Las inundaciones y precipitaciones extremas aumentarán las superficies inundadas, incrementando el tiempo de residencia del agua (hidroperiodo) que a su vez modificará los patrones de distribución de la vegetación (Figura 2.16).

Desde el punto de vista ecológico, el aumento en la intensidad de los huracanes ocasionará daños en flora y fauna, por periodos más allá del evento mismo y cambios en el estado actual del sistema y en la trayectoria de sucesión ecológica.

Es interesante notar que en esta zona dedicada a la conservación podría ocurrir un cambio en la estructura del ecosistema mismo. Por ejemplo, un aumento de temperatura de más de 2°C podría representar la aparición o desaparición de especies. Esto ha llevado a los responsables de la reserva, al igual que a muchos responsables de las Áreas Naturales Protegidas de México, preguntarse si debe intervenir para mantener el ecosistema en su forma actual o si debe permitirse que él mismo se ajuste a las nuevas condiciones de clima. Este reto comienza a ser tomado cada vez con más seriedad, por lo que se ha recomendado iniciar o mejorar acciones de monitoreo clima-ecosistema, iniciar estudios de procesos que lleven a escenarios de la condición del ecosistema bajo cambio climático y a contemplar algunas acciones de adaptación, entre las que destacan la ampliación de corredores ecológicos, mejoras en la conectividad entre sitios y establecimiento de zonas de amortiguamiento alrededor de las zonas núcleos.

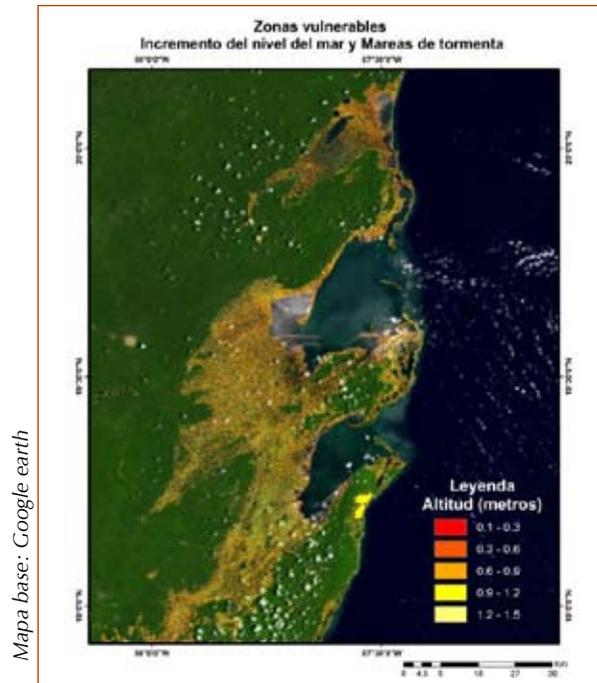


Figura 2.16 - Escenario a futuro de áreas inundadas en Punta Allen (zona en café) debido a marea de tormenta, considerando un aumento del nivel de mar de 30 cm en promedio.



Tercera Parte

El reto de la adaptación al cambio climático en los humedales costeros

- I El significado de la adaptación al cambio climático
- II Los actores clave
- III Las políticas públicas y la adaptación al cambio climático
- IV Propuestas de adaptación al cambio climático: la gestión actual y futura
- V El monitoreo y conocimiento de los humedales
- VI Los costos y el valor de la adaptación al cambio climático

I. El significado de la adaptación al cambio climático

Tradicionalmente, la adaptación al cambio climático es vista como una respuesta social encaminada a reducir riesgo o bien, a aprovechar oportunidades. Los cambios del clima se están presentando a un ritmo más acelerado que el que se pensaba hasta hace algunos años y sus manifestaciones a través de eventos extremos más intensos requieren una respuesta en el corto plazo. Por lo tanto, las estructuras productivas y de gobierno tienen poco tiempo para organizarse frente a los impactos y la generación de capacidades demanda atención inmediata.

El proceso de adaptación puede involucrar transformaciones en la tecnología, la educación, la política pública y la infraestructura, que conlleven cierta flexibilidad pero que sean muy claras en sus alcances. El reconocimiento de este problema bajo la óptica de un evento acoplado clima-sociedad, implica un proceso obligado de toma de decisiones con diversos actores sociales y sus formas de organización. Esto se vuelve de vital importancia ya que los sistemas que no tienen la capacidad de adaptarse son más vulnerables.

La adaptación corresponde a un ajuste de los sistemas humanos a cambios de las condiciones climáticas con la meta de reducir vulnerabilidad, y resulta de un proceso de toma de decisiones.

Fotografía: Jacinto Buenfil



Versión Preliminar

En la adaptación se debe identificar quiénes se adaptarán, a qué se adaptarán y por qué se adaptarán. Las acciones requeridas para preparar el proceso de adaptación inician con estimaciones de impactos, usando estudios de procesos meramente hidrometeorológicos, y aquéllos de carácter político, ético, económico o productivo. Por ello, la adaptación entendida como un esquema de reducción de vulnerabilidad de la sociedad a cambios en el clima, requiere de un desarrollo de capacidades en diversos ámbitos, entre otros el científico, el institucional y el técnico.

Bajo la condición actual, los sistemas naturales experimentan una alta presión antropogénica, misma que los ha llevado a un estado de degradación muy alto. Es a veces ilusorio pensar que estos sistemas tienen la oportunidad de ser manejados sustentablemente ya que, independientemente de las tendencias climáticas, su alta fragilidad los pone en peligro de desaparecer. Los cambios en la temperatura, la lluvia y otras variables incrementarán la presión y estrés en los sistemas naturales, pues éstos no tendrán forma de adoptar estrategias ante dichas perturbaciones en el corto plazo o bien distribuirse de manera diferente a la actual en el territorio. Es por ello que reducir la vulnerabilidad de los ecosistemas, cualquiera que sea su condición actual, implica conservar e intervenir para que su restauración pueda garantizar sus servicios ambientales.

Algunas medidas de adaptación para un sistema

- Estructurales: aquéllas relacionadas con medidas sistemáticas que perduran (presas, muros de contención, rectificación de cauces, restauración y rehabilitación de ecosistemas.)
- Preventivas: aquéllas no-estructurales pero que ayudan a operar y definir las medidas conforme se presente una amenaza (Implementación de Sistemas de Alerta Temprana para el monitoreo y uso del pronóstico de eventos extremos a corto, mediano y largo plazo).

La mayoría de los municipios del país carecen de planes de desarrollo urbano y los nuevos asentamientos se establecen con frecuencia en zonas con riesgo. Dentro de las medidas preventivas se incluye el ordenamiento ecológico territorial que identifica la aptitud espacial tanto para actividades productivas y de asentamientos humanos como de conservación y protección que, en su conjunto disminuyen la vulnerabilidad ante cambio climático. Otra estrategia preventiva son los sistemas de alerta temprana (en tiempo real). Éstos se basan en el monitoreo de lluvias intensas por medio de una red pluviométrica o percepción remota como radares o satélite. Con dicha información se generan pronóstico de corto y mediano plazo. Finalmente se identifican los efectos de las precipitaciones dentro de un pronóstico hidrológico que muestre las zonas vulnerables a inundación en ese momento.

Estas medidas son frecuentemente coordinadas por los organismos de Protección Civil local y federal, a través de acciones antes, durante y después de un evento extremo.

Los esfuerzos por conservar y mantener los ecosistemas, tales como la restauración de laderas, recuperación de bosques, rehabilitación de humedales, restauración de corales, manejo sustentable de cuencas, restricción de acuíferos, cuidado de poblaciones de especies marinas, etc., requieren una intervención inmediata pero sustentada en conocimiento científico. Con frecuencia, las acciones sugeridas para la adaptación están encaminadas a aumentar la resiliencia de los ecosistemas.

La adaptación involucra por tanto, un nuevo tipo de diálogo entre científicos y tomadores de decisiones. Sin embargo, ante el hecho de que la tasa de incremento en la temperatura global está aumentando (IPCC, 2007b), es necesario disminuir el tiempo que toma entender un fenómeno y sus implicaciones, así como la forma de comunicarlo y el diseño de una respuesta social de la adaptación (política pública, creación de instituciones, fondos, programas, normas y sistema de inversión en ciencia y tecnología).

La adaptación implica nuevas relaciones entre academia y gobierno, gobierno y sector privado, entre academia y sociedad, basadas en el entendimiento de los sistemas naturales y sociales en el corto plazo ante la premura de hacer frente a los cambios del clima.

II. Los actores clave

La adaptación sólo podrá realizarse a través de actores clave que generen procesos endógenos institucionalizados, que a su vez permitan incrementar las capacidades locales y regionales para responder a los retos y amenazas de los cambios en el clima.

La creación de capacidades pasa por el reconocimiento de los instrumentos actuales de gestión, por los espacios institucionales y de investigación, así como por el conocimiento local. Todos estos elementos se colocan bajo un marco social de conciliación para iniciar medidas de adaptación que impulsen programas locales o municipales.

Fotografía: Rita Valladares



Versión Preliminar

Los municipios no son iguales, las diferencias de ubicación y condiciones físico-biológicas así como la composición de la población, su carácter rural o urbano así como sus actividades económicas le confieren identidad propia. Esto implica que la adaptación que pueda funcionar muy bien en uno, no necesariamente sirve como estrategia en otro. Un operador que desee lograr iniciativas viables de adaptación debe considerar las diferencias (de capacidades, presupuestarias, de gestión, de atribución, etc.) entre los actores destinatarios al interior del gobierno local del que se trate y, entre uno y otro órgano de gobierno o entidad municipal o federal. Un punto de partida puede ser el considerar las respuestas y experiencias gubernamentales o de la sociedad ante los desastres y, sobre todo, las limitantes de recursos financieros para enfrentarlos, pues esto da una idea de su capacidad de adaptación actual.

La adaptación en los humedales costeros del Golfo de México requiere por tanto:

- a) Una estrategia a mediano y largo plazo.**
 - b) Que sea diferenciada para cada sector.**
 - c) Que sea sensible a las condiciones territoriales.**
 - d) Que esté acorde a las capacidades de los gobiernos locales.**
-

Tal vez lo más difícil del tema de adaptación sea la capacidad de sintetizar y regionalizar las amenazas de la compleja variación climática, y al mismo tiempo, comunicar el problema de manera sencilla a cualquier autoridad (tomadores de decisiones) o líderes sociales y empresariales.

Durante el estudio se trabajó en talleres con especialistas regionales en los cuatro humedales, que con frecuencia participan en la investigación científica y al mismo tiempo apoyan decisiones en diferentes ámbitos de gobierno, es decir, juegan un papel de puentes entre ciencia y acciones de gobierno. Es claro que el conocimiento que surja debe ser avalado por otros actores clave, pero el avance y diálogo científico entre actores clave avanza de manera más eficiente cuando se parte del trabajo conjunto con quienes juegan el papel de comunicadores.

La participación de los científicos expertos en clima es fundamental, ya que sobre la base de esta capacidad se puede traducir el problema de clima-vulnerabilidad a términos más claros para la población y para aquéllos encargados de plantear soluciones. Éstas pueden ir en dos sentidos: a) explicando el comportamiento del clima y sus impactos en las décadas recientes, incluyendo sequías, inundaciones, desastres, colapsos productivos, emergencias epidemiológicas y, b) analizando las consecuencias de los eventos extremos y los problemas sociales o productivos experimentados en cada zona.

Un aspecto importante es identificar a aquellos actores clave que lleven a la sociedad y a los líderes a preguntarse “¿qué debemos hacer?”. Así nace, dentro del proyecto, la justificación de un sistema de alerta temprana como mecanismo institucional para alertar a todos los

sectores con tanta anticipación como sea posible, para disminuir los riesgos y planear sus actividades de prevención e inversión.

Todo esquema de adaptación asociado al largo plazo y al clima requiere basar las futuras decisiones en función de la certidumbre y disponibilidad de información hidrometeorológica.

Comunicación entre varios actores relacionados a la adaptación al cambio climático

En este ejercicio se trabajó con un especialista en hidrología interesado en Sistemas de Alerta Temprana en Tampico, con el responsable del Programa Veracruzano ante el Cambio Climático, con un académico relacionado con las medidas estructurales que actualmente se desarrollan en Tabasco, y con el director del Área Natural Protegida de Sian Ka'an.

Todos ellos tienen cierta familiaridad con el problema de cambio climático, pero más aún con los desastres y la vulnerabilidad actual de sus regiones. En este sentido, actúan como traductores de los escenarios de potenciales impactos de cambio climático a planteamientos reales de adaptación. Esto garantiza que no sólo interpretan el problema de los desastres, sino llevan las propuestas al ámbito de la adaptación factible.

En la reunión se acordó trabajar en los siguientes productos:

- a) Que el INE considere en futuros esfuerzos y particularmente en la próxima etapa del proyecto la inclusión directa de las instituciones académicas locales donde se realizan o focalizan los esfuerzos de adaptación, de forma que los productos y acciones derivadas puedan impulsarse desde estas plataformas.
- b) Impulsar acciones conjuntas para crear y aumentar las capacidades técnicas y científicas de las instituciones académicas de la región con el apoyo del INE.
- c) Promover acciones entre los representantes académicos de varias instituciones para lograr complementar las capacidades de unos y otros.



Los incendios forestales, inundaciones y nivel de “confort” de la población están vinculados a las variaciones de clima, por lo que los sistemas de alerta temprana son parte fundamental de la gestión de riesgo y de la adaptación al cambio climático.

Aquellos actores vinculados al sector primario (por ejemplo, agropecuario) podrían decidir y organizar sus acciones de cultivo en función de la temperatura, adelanto o retraso de las lluvias, y de los pronósticos asociados a los modelos climáticos de un sistema de alerta temprana. Lo mismo en el sector salud, pues los vectores transmisores de enfermedades y algunas otras patologías están asociados a las condiciones de lluvia y de la temperatura y uno de los interesados en este aspecto es el Sistema de Vigilancia Epidemiológica.

Una vez identificados a los actores clave aún quedan algunas interrogantes relativas a la operatividad de las medidas como son: ¿Quién debe ser el promotor de los procesos de institucionalización de las medidas de adaptación? y ¿cómo convencer, educar y movilizar a la sociedad para lograrlo?



III. Las políticas públicas y la adaptación al cambio climático

No todo respecto a la adaptación al cambio climático depende de las instituciones de gobierno. Sin embargo, es necesario tomar en cuenta la normatividad existente y su funcionamiento para que las propuestas sean viables.

En materia normativa y de relevancia para los humedales costeros del Golfo de México destacan leyes y reglamentos federales relativos a las zona costera y marina, tales como Ley Federal del Mar, Ley General de Bienes Nacionales, la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEPA); (DOF, 2005), otorga al sector ambiental amplias atribuciones

jurídicas para actuar frente a la variabilidad climática. Aunque de manera incipiente, esta ley otorga atribuciones de gran valor para desarrollar capacidades para la adaptación al cambio climático (Landa et al., 2008), Ley de Aguas Nacionales, Ley de Puertos, Ley de Navegación, Ley Federal de Turismo y Ley Federal de Derechos entre otras.

En el marco institucional actual existen varias dependencias que tienen competencia directa o indirecta en la zona costera, destacando las Secretarías de Marina (SEMAR), de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), de Comunicaciones y Transportes (SCT), de Turismo (SECTUR), de Energía (SENER), y de Agricultura, Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SAGARPA). Las Administraciones Costeras Integrales (ACI), impulsadas por la SCT, se encuentran en proceso de desarrollo e instrumentación, lo que representa una importante oportunidad para la construcción de sinergias para enfrentar los impactos de fenómenos hidrometeorológicos extremos y para articular la “Política Nacional para el Desarrollo Sustentable de Océanos y Costas”.

El Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 (Poder Ejecutivo Federal, 2007) menciona la urgencia de desarrollar capacidades de adaptación al cambio climático en grupos vulnerables de la población mexicana. Incluye el desarrollo de políticas para el manejo integral y sustentable de océanos y costas que tomen en cuenta aspectos de vulnerabilidad de los ecosistemas y de las poblaciones humanas. También aborda las funciones de amortiguamiento de las cuencas y los ecosistemas costeros, así como acciones tendientes al fortalecimiento del Sistema Nacional de Protección Civil.

Otros instrumentos de política pública como el Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2007-2012 (DOF, 2008) trata de instrumentar una política para el uso y el aprovechamiento sustentable de los recursos oceánicos y costeros; propone concluir el ordenamiento ecológico marino del Golfo de México y el Mar Caribe. También proyecta instrumentar una Estrategia de Humedales Costeros como parte de la agenda azul. En conjunto con la Estrategia Nacional para el Ordenamiento Ecológico del Territorio en Mares y Costas (Semarnat, 2007), estos instrumentos llevan a propuestas de Ordenamiento Ecológico, Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe que incluyen los estados de Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo.

En la Estrategia Nacional de Cambio Climático, México, ENACC (CICC, 2007) y en el Programa Especial de Cambio Climático (CICC, 2009) se reconocen potenciales impactos que este proceso tendrá sobre las zonas costero-marinas y se le define como un tema crítico para el desarrollo del país y su actividad turística. La ENACC (Figura 3.1) es el primer documento que reconoce la urgencia de fortalecer los instrumentos de gestión aplicados en las áreas costero-marinas, usando como argumento que el cuidado de los ecosistemas costeros, y en particular de humedales y manglares, permitirá en muchos casos atenuar los impactos previsible del cambio climático. Aunque el Programa

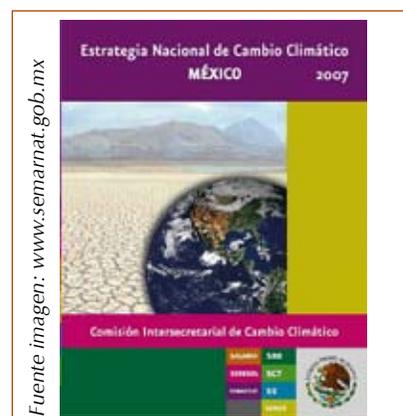


Figura 3.1 - Estrategia Nacional de Cambio Climático

Especial de Cambio Climático da importancia a la gestión integral de riesgos, las metas y los alcances en la materia son limitados y se enmarcan básicamente en fortalecer estudios, atlas de riesgos y apoyar aspectos de información y difusión. El PECC (Figura 3.2) hace poco énfasis en relacionar el cuidado de los ecosistemas costeros y en especial las zonas de humedales, como áreas fundamentales para el mecanismo de reducción de vulnerabilidad ante los impactos de eventos extremos en las zonas.

Del cumplimiento de la normatividad ambiental actual dependerá la viabilidad de acciones concretas hacia la adaptación bajo cambio climático.

En cuanto a las Áreas Naturales Protegidas, en el Golfo de México se localizan humedales prioritarios para la conservación. La CONANP promueve acciones encaminadas al buen manejo y la gestión integral de los sitios Ramsar, lo que resulta una plataforma idónea para el diseño de acciones encaminadas a la adaptación al cambio climático. En la región del Golfo de México se ubican varios sitios prioritarios de conservación de manglares (CONABIO-SEMAR, 2008; CONABIO, 2009).

Por otra parte, los Programas Hídricos estatales o regionales, así como los Atlas de Riesgos en los estados costeros del Golfo de México muestran avances en identificación de peligros y análisis de vulnerabilidad para el caso de Tabasco, Veracruz y Tamaulipas. Otros programas especiales que destacan como instrumentos de planeación con oportunidades para sustentar un proceso exitoso de adaptación en zonas de humedales costeros son el Programa Náutico para el Golfo de México, la Primera etapa del Programa de los manglares de México: estado actual y establecimiento de un monitoreo a largo plazo, el Programa Veracruzano ante el Cambio Climático y el Programa sobre comunicación, educación, concienciación y participación (CECoP) para 2009-2015 de la Convención sobre los Humedales (Ramsar), entre otros.

IV. Propuestas de adaptación al cambio climático: la gestión actual y futura

Altamira-Tampico-Cd. Madero

Los extremos del ciclo hidrológico, así como los de temperatura máxima constituyen las principales amenazas para el humedal y las regiones urbanas cercanas. Un diagnóstico de desastres recientes indica que los efectos de tormentas intensas, inundaciones y sequías son las principales amenazas regionales de la actualidad (Figura 3.3). Sin embargo, las ondas de calor comienzan a aparecer con mayor intensidad y frecuencia, y sus proyecciones las hacen factores de riesgo futuro de importancia.

Fuente imagen: www.presidencia.gob.mx



Figura 3.2 - Programa Especial de Cambio Climático

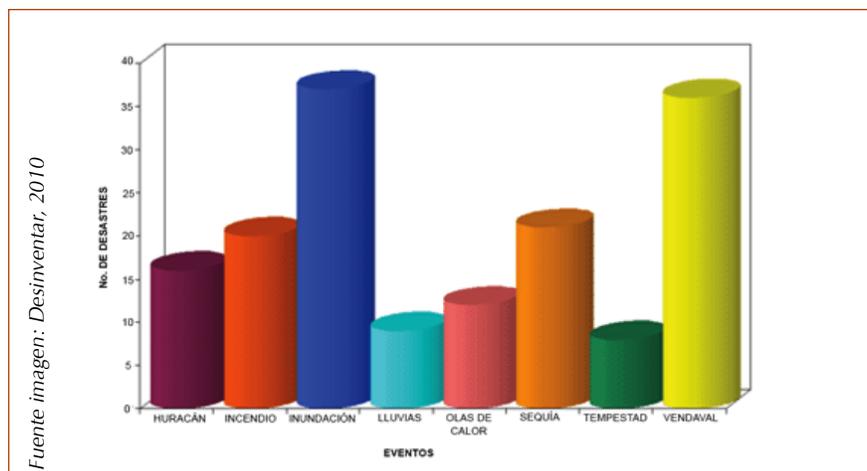


Figura 3.3 - Amenazas de origen climático sobre Tamaulipas entre 1960 y 2000.

El estado de Tamaulipas no cuenta con planes preventivos o de emergencia para enfrentar la sequía, lo que la convierte en vulnerable. La sequía, además de provocar afectaciones a la agricultura impacta a la actividad ganadera. Por otro lado, las inundaciones se han vuelto un fenómeno recurrente en la zona de Tampico-Altamira. Las intensas lluvias en la desembocadura del río Pánuco derivan en severas inundaciones en la zona de Tampico. El desbordamiento de los ríos Pánuco y Tamesí en 2007 es un ejemplo de los daños que pueden dejar tormentas severas, que no necesariamente están asociadas a ciclones tropicales.

Uno de los esfuerzos por planificar el crecimiento regional es el Plan de Desarrollo Urbano de Altamira y del Plan desarrollo urbano de Tampico. Entre los objetivos de dichos planes se encuentran los siguientes aspectos con relación a la salud del sistema lagunar:

- Fomentar un menor ritmo de crecimiento demográfico.
- Regenerar el entorno próximo de la Laguna de El Chairel
- Desalentar el crecimiento de la mancha urbana sobre las zonas de riesgo por inundación.
- Detener el deterioro ecológico
- Ordenar el Área Metropolitana
- Tener control sobre las solicitudes de usos del suelo y densidad de población
- Delimitar las zonas de reserva ecológica .
- Hacer las gestiones necesarias para declarar la Laguna del Carpintero como Parque Urbano.

Cada una de estas acciones deberá implementarse inmediatamente, aunque no sea sencillo, pues reducen la vulnerabilidad regional. El Plan Parcial de Desarrollo Urbano de Ciudad Madero reconoce la problemática ambiental ocasionada al sistema lagunar por las actividades industriales y por la expansión de la mancha urbana, y contempla acciones para mejorar la salud del humedal mediante:

- Constitución de un distrito de control de la contaminación en el estuario en el Río Pánuco.
- Integración de la comisión de ecología en cada municipio conurbado.
- Programa de regeneración y establecimiento de áreas naturales.
- Programas de conservación de ecosistemas lagunares para preservar la riqueza de la flora y fauna, así como la delimitación de zonas de reserva ecológica y programas de protección de suelos.
- Programa de reforestación zona conurbada.
- Estudio de estabilización dunas del cordón litoral Golfo de México.
- Programa de recolección, manejo, tratamiento y disposición final, aguas residuales en Área Metropolitana.

Sin embargo, es poco claro el efecto que tales propuestas han tenido o tendrán en el presente y futuro cuando la amenaza por cambio climático se incrementa. Un punto importante es la restauración y conservación del ecosistema como la clave para reducir riesgos de inundaciones, afectaciones a la salud o pérdida de servicios. Así, la conservación o restauración puede promoverse desde el ámbito de la Protección Civil y desde el sector ambiental. Cualquier acción de prevención paga en proporción de 6 a 1 ó de 10 a 1 con respecto a la respuesta a la emergencia. Es decir que por cada peso que se invierta en prevención se ahorrarán entre 6 a 10 pesos en daños (ISDR, 2010).

Municipio de Altamira: se debe promover el sistema de alerta temprana ante inundaciones, ondas de calor y sequías.

El planteamiento de un sistema de alerta temprana debe contemplar la generación de capacidades reales en el campo de la meteorología y la gestión de riesgo. Los primeros intentos de construir dicho sistema se empiezan a dar por medio del trabajo de especialistas de la Universidad Autónoma de Tamaulipas. El sistema debe contener formas de caracterizar la amenaza en el corto, mediano y largo plazo (estacional) así como la vulnerabilidad (Figura 3.4) y estar conectado con esquemas de toma de decisiones.

El Programa Estatal de Cambio Climático del estado de Tamaulipas debe seriamente considerar la creación de capacidades para contar con mejores datos y pronósticos hidrometeorológicos para la toma de decisiones en forma preventiva. El concepto de actuar preventivamente debe incorporarse de forma más contundente a la Ley Estatal de Protección Civil, pues en la actualidad se pone mayor énfasis en la respuesta a la emergencia. El sistema de alerta temprana también debe inducir una mayor resiliencia de la región.

Es claro que el papel de una cuenca sana en la boca del Río Pánuco y en los humedales en la zona cercana a los centros urbanos debe ser un asunto prioritario en la planificación del crecimiento. En ese sentido, las acciones expresadas en el Plan de Reordenamiento

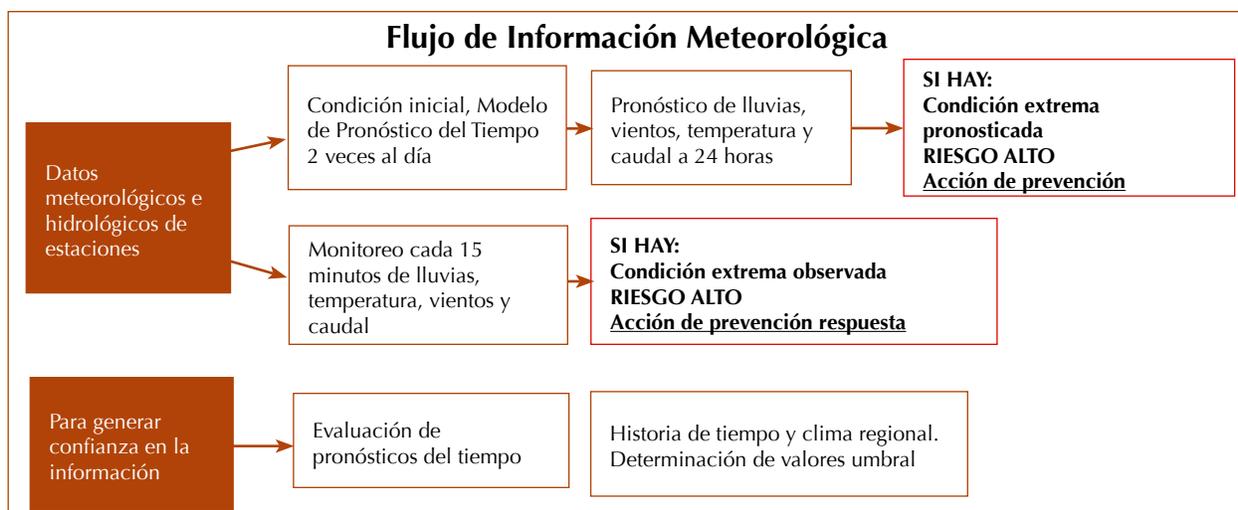


Figura 3.4 - Esquema del flujo de la información meteorológica.

Territorial de Tampico y Altamira deben implementarse a la brevedad pensando en que se trata de un problema de Protección Civil. Desde esa óptica existe la posibilidad de acceder a recurso del Fondo para la Prevención de Desastres Naturales (FOPREDEN) para financiar algunas de las acciones sugeridas en el Plan.

Alvarado

El Complejo lagunar de Alvarado es uno de los humedales más representativos del estado de Veracruz, no únicamente por su riqueza biológica y su gran potencial productivo, sino también por su arraigada tradición cultural, cuyo eje central es la actividad pesquera. Este sistema lagunar es un sitio Ramsar, por lo que se debe garantizar su viabilidad como ecosistema que presta servicios. Sin embargo, la ausencia o la deficiente implementación de políticas de desarrollo hacia la zona han provocado serios problemas en el sostenimiento a largo plazo de sus recursos naturales. El deterioro del sitio continuará por diferentes presiones a las que se añade el cambio climático.

Las autoridades y la sociedad del municipio de Alvarado deben promover acciones para la restauración de humedales y aplicar restricciones al crecimiento de zonas de pastoreo y agricultura en zonas de alta conservación.

Hasta la fecha existen pocas medidas de conservación adoptadas, aunque hay propuestas de áreas de conservación privadas. Los proyectos más recientes realizados en el sitio abordan temas de educación ambiental, conservación y manejo sustentable de recursos. En el área también existen actividades de ecoturismo no organizadas y de bajo impacto. Por tanto, se sugieren continuar trabajando en:

1. Implementar zonas de restauración de dunas costeras.

2. Restringir el uso agrícola en zonas de humedales riparios.
3. Consolidar las diferentes denominaciones de zonas de protección del humedal (Ramsar, Regiones Prioritarias y UICN) en áreas de protección reales. Esto garantizaría facilitar la migración de zonas de manglares aún en buen estado de conservación hacia tierra adentro en zonas donde no existe actividad agropecuaria, tal como lo define el Plan de Ordenamiento Territorial del Golfo de México (COECP, 2010).

Como puede observarse, en general la mayoría de las medidas de adaptación coinciden con acciones que, al ponerse en marcha coadyuvarían tanto para la conservación de la biodiversidad como para adaptarse al cambio climático. Dentro del esquema de adaptación, existen dos tipos de propuestas: aquéllas que son necesarias hacer, independientemente del cambio climático (llamadas también medidas de no arrepentimiento) y aquellas basadas en las proyecciones del clima. Para que ambas den los resultados se deben establecer mecanismos de rendición de cuentas.



Fotografía: Carolina Neri

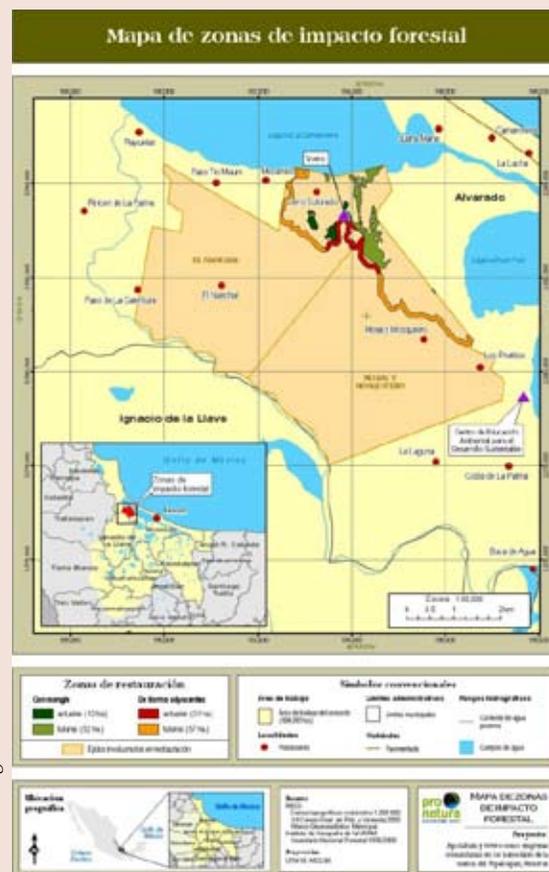
Es necesario estudiar y proponer nuevos mecanismos de comunicación de la academia y las organizaciones civiles con los distintos poderes de gobierno para que la información económica, social y ecológica asociada a los efectos del cambio climático pueda ser entendida y asimilada. Es claro que se deben iniciar trabajos con los actores claves del sector agrícola y con aquéllos que comienzan a restablecer las actividades de acuicultura. Un monitoreo constante de la calidad del agua en la región debe ser implementado para mostrar los impactos de las variaciones climáticas y sus repercusiones en la producción agrícola y pesquera. Como en el caso anterior, un sistema de información climática dirigido a sectores productivos podría mejorar el manejo de los recursos naturales del sitio.

Aprovechamiento sustentable y manejo de recursos biológicos colectivos en los humedales: una opción de adaptación en Alvarado, Veracruz

A través de diversos apoyos, comunidades del humedal de Alvarado, han optado por la recuperación de zonas de manglar en la región noroeste mediante proyectos que combinan tanto la reforestación como la producción de miel de mangle (Pronatura-FMCN). La comunidad y el Fondo Mexicano para la Conservación están instalando un vivero comunitario para producir mangle rojo, mangle negro y mangle blanco. Este vivero es el único en Veracruz que reproduce mangle botoncillo. Se han reforestado un total de 90 ha de manglar. Además las comunidades han mostrado interés en el mejoramiento de la apicultura local y en la restauración de 70 ha de manglar. Una fortaleza de dicho esfuerzo es que hay una base de experiencia en la apicultura de más de 25 años, y en el manejo del vivero de más de 3 años. Estas actividades generan recursos económicos complementarios a la familia rural y prestan beneficios concretos en el territorio.

La miel de mangle tiene características físico-químicas especiales como su alto contenido de humedad, mineral y su aroma y sabor la convierten en una miel exótica. La apicultura es una opción productiva que coadyuva en la conservación y restauración de los manglares. Tanto las acciones de restauración como las de producción de miel se combinan ya que el éxito de la apicultura depende de la salud de los ecosistemas. Al menos una octava parte de la producción de miel en Veracruz proviene del manglar. Y el valor de producción en la región del Papaloapan es de USD \$1,227,968. Se estima que el proyecto promueva la participación de 25 apicultores capacitados y 10 equipados con técnicas de apicultura (Pronatura-FMCN).

Fuente imagen: Pronatura-FMCN.



Carmen-Pajonal-Machona

El estado de Tabasco ha sido sin duda fuertemente afectado en los últimos años por los impactos de eventos hidrometeorológicos extremos. Las inundaciones en 2007, 2008, 2009

y 2010 son prueba de que más que tratarse de condiciones atípicas, como se describe en algunos documentos oficiales, se trata de una condición recurrente que dispara el desastre a causa de la alta vulnerabilidad de las cuencas. El Programa Estatal para el Desarrollo Urbano de Tabasco 2007 señala entre sus objetivos lo siguiente:

- Difundir ampliamente programas de información sobre el desarrollo sustentable, así como la gestión de los recursos naturales que están en estrecha relación con la sociedad y su desarrollo.
- Establecer y promover políticas enfocadas a la conservación, protección y mejoramiento irrestricto de las zonas de importancia ecológica ubicadas en el entorno de los centros de población.
- Promover programas enfocados a crear conciencia en la población en general así como a las autoridades municipales en materia ambiental y al ordenamiento del crecimiento urbano, a fin de mejorar y conservar su entorno ecológico.
- Capacitar a las autoridades municipales para que, en concordancia con las leyes que los rigen, asuman la responsabilidad de la protección al medio ambiente en su territorio aplicando proyectos de desarrollo sustentable con equidad.
- Establecer las medidas y recomendaciones de carácter general, que permitan mitigar los impactos en el medio ambiente (agua, aire, suelos), así como la ocupación irregular de las zonas bajas.

Como en el caso anterior, se debe analizar en qué medida dichas propuestas comienzan a rendir frutos. La laguna del Carmen, Pajonal y Machona ha sido decretada a nivel estatal como Zona de Preservación Ecológica, y entre las políticas que plantea para lograr estos objetivos se encuentran la protección de las zonas ecológicas con entornos urbanos, acciones de restauración de cuerpos de agua urbanos con el Programa Rescate Ecológico de Lagunas Urbanas, así como la reforestación y manejo y control de las presas Peñitas y Raudales Malpaso.

Lograr que las propuestas ambientales en los planes oficiales den resultados será un reto en el marco de la adaptación al cambio climático en el sistema lagunar Carmen Pajonal Machona.

El trabajo de recuperación que siguió a las inundaciones de 2007 en Tabasco involucró a muchos actores que van desde expertos locales, académicos nacionales hasta expertos internacionales. Sin embargo, al parecer la situación no ha mejorado en un lapso de tres años y la vulnerabilidad no ha disminuido. Generalmente, las iniciativas para la recuperación se generan de arriba hacia abajo y de afuera hacia adentro, como sucede con la condición de los recursos externos de agencias internacionales (Banco Mundial, BID, Cooperación Británica) que operan a través de una institución federal, la cual intenta inducir y focalizar los proyectos en algún estado o municipio o región del país. Esto disminuye la oportunidad de que los actores locales sugieran soluciones y propongan como llevarlas a cabo.

Ante las continuas inundaciones sería válido suponer que la sociedad puede manifestar un reclamo a las instituciones públicas y entidades académicas para documentar y explicar los fenómenos actuales en torno de desastres, epidemias, plagas, baja productividad del campo, erosión de la costa, y su relación con el calentamiento global. Ante ello, cabe preguntarse en qué medida la planeación y políticas del desarrollo, de infraestructura, de edificaciones e incluso de la operación de ciertos instrumentos de gestión (como las evaluaciones de impacto ambiental o del ordenamiento ecológico del territorio) están considerando escenarios de cambio climático, se construyen “a prueba del clima” o se convierten simplemente en las mismas recetas para un nuevo desastre.

En las acciones actuales, el ordenamiento territorial ecológico ha sido poco considerado, al privilegiarse las grandes obras hidráulicas. En el contexto de cambio climático, el modelo tradicional de desarrollo en el que la tecnología controla la naturaleza es cuestionable. Para encontrar soluciones al problema de adaptación es necesario volver a revisar los servicios que los ecosistemas prestan en el ámbito de la protección civil, y con base en ellos, construir un nuevo paradigma de desarrollo. Una aproximación a tal fin, podría ser la generación de escenarios del socio-ecosistema con y sin los servicios ambientales que permita a los tomadores de decisiones definir el desarrollo regional.

Bajo los nuevos escenarios del clima los diseños de obras de protección de costas deben considerar las nuevas amenazas, como el aumento en las frecuencias e intensidades de fenómenos nunca antes vistas. Los rompeolas y estructuras de puertos y playas enfrentarán tormentas severas intensificadas, elevación del nivel del mar, mayor velocidad de entrada de la marea de tormenta y un aumento en la intensidad de los huracanes. Se deberán integrar un nuevo factor de seguridad a prueba del cambio climático en el diseño y reglamentos de la construcción, asimismo los atlas de riesgo deberán integrarse a los ordenamientos urbanos y territoriales, tal como lo aplican ya las compañías aseguradoras.

Fotografía: Rita Valladares



Punta Allen

El Programa de ordenamiento ecológico de la zona costera de la Reserva de Sian Ka'an (2002) incluye múltiples criterios que regulan los asentamientos humanos, en el sentido de contener la expansión de la mancha urbana, regular actividades turísticas y hacer uso de criterios ecológicos sobre el manejo de aguas residuales y de desechos sólidos. Sin embargo, dadas las amenazas al flujo hídrico es necesario establecer mecanismos para disminuir la extracción de agua del sistema lagunar porque la alteración del mismo puede ocasionar, en el mediano y largo plazos, daños severos al ecosistema y porque de continuar con la inercia actual, se comenzará un proceso de sobreexplotación del agua subterránea debido en gran medida al impacto del cambio climático.

Al formar parte de una Reserva de la Biósfera, el sitio Sian Ka'an se encuentra en mejor estado de conservación que los otros tres sitios. A partir de 1994 la tasa de fecundidad de la población en Punta Allen, ha venido disminuyendo notablemente debido, probablemente a la adecuada planificación familiar, los cambios en las actitudes culturales y la limitación territorial a la expansión urbana y contrasta con el resto de Quintana Roo. Por ello, la demanda de recursos no parece crecer como en el resto del estado. Otro factor positivo es que los pescadores de langosta han regulado la pesca de esta especie. Las cosechas abundantes les han provisto de una seguridad relativa económica. La cooperativa local, denominada Vigía Chico, ha sido la más productiva de Quintana Roo. Una de las aparentes estrategias para lograr el uso adecuado de esta especie consiste en el parcelado del espacio marino favoreciendo que cada pescador cuide mejor su espacio "privado". Para esto, existe un comité de vigilancia que ejecuta las regulaciones e impone sanciones (Carr, 2003).

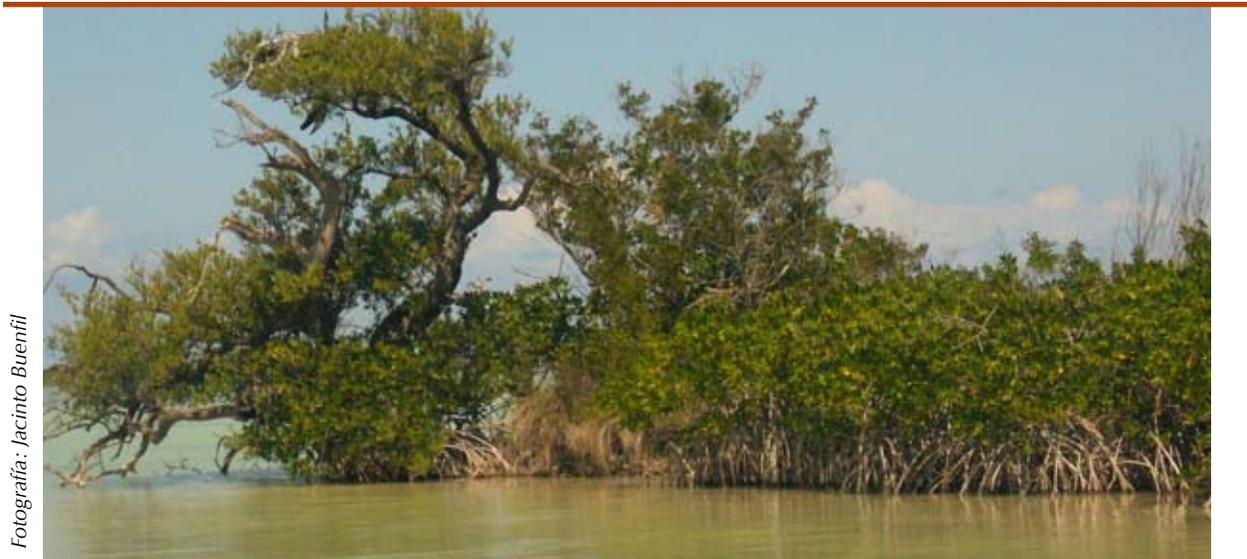
En Punta Allen es necesario vigilar que la expansión de la actividad turística no impacte en las zonas de la reserva, así como el monitoreo de la recarga de acuíferos.

Los habitantes de Punta Allen están conscientes de los beneficios económicos que les brinda el ecoturismo y por ello en este sitio se promueve la identificación de áreas agrícolas en los límites de la reserva para vigilar su expansión territorial. Otro factor de apoyo es la atención al decreto de la Ley de Vida Silvestre que reglamenta la construcción de infraestructura turística en regiones de manglares o de humedales de importancia para la biodiversidad. Además de un seguimiento del Plan de Manejo de la reserva. Asimismo, cuentan con opciones de instrumentos de gestión para la adaptación al cambio climático, principalmente en lo que a disminución del cambio de uso del suelo y protección de áreas naturales se refiere.

Sian Ka'an es quizá una gran oportunidad para definir qué significa adaptación en un ecosistema (humedal) que permite analizar como el cambio climático representa una amenaza creciente para el capital natural y humano del país. La escala y velocidad de las variaciones del clima obligan a tener un entendimiento de cómo estos cambios afectarán las comunidades humanas, los ecosistemas y su biodiversidad, lo cual conlleva la necesidad

de definir acciones para su conservación y el mantenimiento de los bienes y servicios que proveen.

En este contexto, y de acuerdo con los objetivos estratégicos del Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas 2007-2012, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) presentó la Estrategia de Cambio Climático para Áreas Protegidas (ECCAP), entre cuyos objetivos está aumentar la capacidad de adaptación de los ecosistemas (y la población que habita en ellos) frente al cambio climático. La ECCAP plantea estrategias y líneas de acción con el fin de orientar la labor actual de conservación de la CONANP para mitigar el cambio climático y propiciar procesos efectivos y participativos de adaptación en Áreas Protegidas y otras modalidades de conservación de competencia federal. Dichas estrategias se enmarcan dentro de los ejes de los programas de protección, manejo, restauración y conocimiento (SEMARNAT-CONANP 2010).



Fotografía: Jacinto Buenfil

Cualquier esfuerzo en materia de adaptación debe buscar construir sobre la labor que la CONANP ha realizado durante casi diez años, de la mano con los diferentes grupos de la sociedad civil rural y urbana, la academia, la iniciativa privada, los organismos de otras naciones y las autoridades en sus diferentes órdenes, niveles y sectores. La instrumentación de la estrategia de la CONANP buscará la concurrencia de acciones y de recursos, así como la de sinergias con otras instituciones de diversos sectores y, de esta forma, sumarse a los esfuerzos nacionales e internacionales por combatir y responder pertinentemente al cambio climático. Por otro lado el Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible (PROCOCODES) se aplica a nivel nacional en Áreas Naturales Protegidas y en ejidos y comunidades ubicados en los municipios incluidos dentro de las Regiones Prioritarias para la Conservación y se convierte en una opción de adaptación.

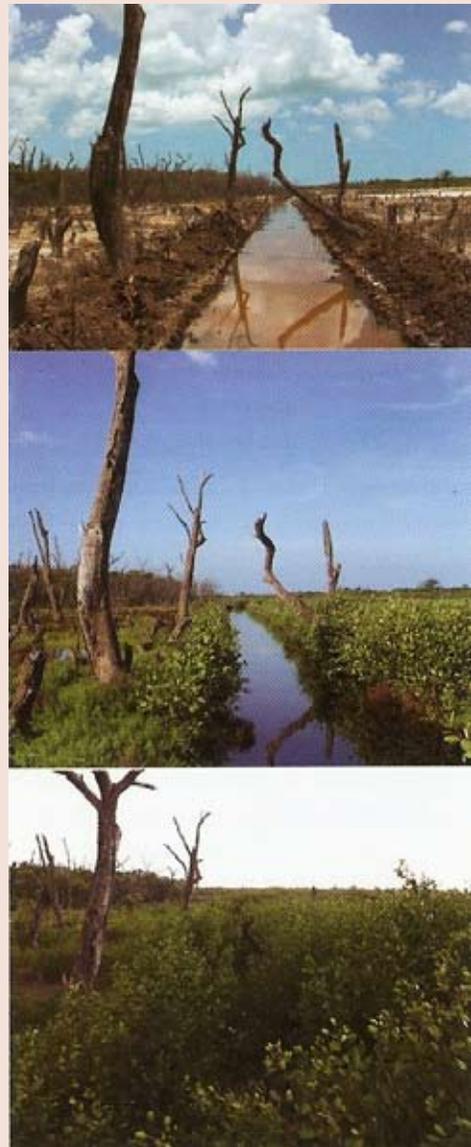
El éxito de las medidas de adaptación al cambio climático que se proponen depende en gran parte de la implementación de acciones decididas para detener y revertir las tendencias del deterioro ambiental y aprovechar las oportunidades presentes en los humedales costeros del Golfo de México.

Experiencias en la rehabilitación de manglares en La Reserva de la Biosfera de Celestún Yucatán, México

El área de manglar en la Reserva de la Biosfera de Celestún corresponde al 38% de su superficie y su Programa de Manejo identifica como de prioridad su rehabilitación. A partir de 2003 se inician proyectos en rehabilitación con apoyo de CONANP, JICA y el Grupo Interdisciplinario de Manglares de la Península de Yucatán. Los estudios de diagnóstico indicaron que los cambios en el manglar fueron provocados por cambios en la hidrología resultado de la construcción de la carretera principal que comunica al puerto de Celestún con Mérida y cambiaron la circulación de las corrientes. Las consecuencias fueron modificaciones en el hidroperiodo, elevación de la salinidad y aumento en la temperatura del suelo.

El objetivo del proyecto ha sido recuperar el hidroperiodo y bajar la concentración de sales por medio de acciones como: a) apertura de canales, b) apertura de pozos, c) áreas de surcos para permitir el intercambio agua-suelo, d) vivero de manglar, e) colecta y siembra de semillas, con lo que se recuperaron 10 has de manglar en 2009 y se propone recuperar 50 has más, f) programa de monitoreo y g) vinculación y/o socialización de la restauración.

Los trabajos de los últimos 7 años muestran que las plantas trasplantadas de los viveros crecen lentamente por lo que debe esperarse unos años más para verificar resultados. Los índices de sobrevivencia son de 65% en promedio. Los estudios llevan a interrogantes sobre los mecanismos fisiológicos de tolerancia de las especies de manglar contra la inmersión prolongada en la región. En Isla Arena por ejemplo, el agua inunda la zona al menos la mitad del año, de agosto a febrero, pero las plántulas trasplantadas entre julio y septiembre de 2006 han sobrevivido. "Uno de los aprendizajes que deja este proyecto es que es necesario prevenir, ya que restaruar zonas de manglar es tortuoso y financieramente caro, pero no tanto que justifique el no hacerlo" (José de la Gala, Director de la RB Ría Celstún).



Fuente imagen: CONANP-JICA, 2010

Fuera de la Reserva, las tendencias de pérdida de cobertura vegetal, cambios de uso de suelo y deterioro social deben detenerse y revertirse para evitar llegar al año 2030 en condiciones de alto riesgo, comparadas con las actuales. Los esfuerzos sociales o tendencias positivas que se estén experimentando o realizando en términos de conservación, restauración, reconversión o bien, respuestas institucionales deben ser estimuladas para promover medidas de adaptación (acorde al Programa Capacity 2015, PNUD).

Fotografía: Carolina Neri



Para las medidas de adaptación propuestas deberá considerarse la importancia de mantener e impulsar los estudios e investigaciones pendientes o necesarios, así como acciones de monitoreo y análisis de procesos. También es fundamental la búsqueda de acuerdos institucionales para impulsar nuevos programas o robustecer aquéllos, como los de alerta temprana, tomando en cuenta las necesidades de inversión en equipo y recursos humanos para investigación, monitoreo o comunicación.

Las propuestas de adaptación deben privilegiar un enfoque multisectorial y territorialmente asociado a los múltiples usuarios. Al reconocer a los humedales como una parte del sistema, las propuestas deben ser consideradas como un listado operativo, que si bien requerirán el consenso con los actores de cada sitio, son suficientemente universales como para ser consideradas las primeras acciones encaminadas a la adaptación de los sitios involucrados. Así, de manera general cualquiera de las siguientes medidas puede ser aplicable en los humedales costeros del Golfo de México:

- 1) Siembra de cultivos y variedades con bajos requerimientos de agua. Diversificación y reconversión de productos. Mejorar prácticas de cultivo (fechas de siembra, técnicas de arado, riego, fertilización, etc). El uso de especies de raíces profundas, perennes, con bajos requerimientos de agua y tolerantes a la sal. La rotación de cultivos y otros métodos relacionados. El desarrollo de variedades mejor adaptadas a los cambios en las condiciones del suelo. El almacenamiento preventivo de

- granos y alimentos para compensar cosechas magras. El cultivo de conservación (sin uso del arado) y la diversificación de especies y variedades de cultivos.
- 2) Mejora de sistemas de aislamiento, ventilación y control de temperatura en viviendas para reducir morbilidad y mortalidad por deshidratación durante ondas de calor. Construir o convertir (“retrofit”) viviendas para mejorar su eficiencia energética, su equilibrio térmico y la ventilación.
 - 3) Captura y almacenamiento de agua de lluvia; re-uso de agua para la agricultura y la ganadería.
 - 4) Construcción de Atlas de Riesgo dinámico. Mejorar las infraestructuras de transporte para facilitar la evacuación en situaciones de desastre, así como para amortiguar la perturbación de ecosistemas y la fragmentación de poblaciones silvestres.
 - 5) Reforestación de zonas urbanas para proveer sombra y amortiguar el incremento de la temperatura. Implementación de barreras naturales para evitar daños; establecimiento y mantenimiento de porcentajes mínimos de cubierta arbórea en tierras de uso agropecuario para proteger la capacidad de los ecosistemas de ofrecer servicios ambientales. **Establecimiento de corredores biológicos entre áreas naturales protegidas y áreas de vegetación natural conservada que permitan la migración de especies y propágulos a zonas climáticamente más aptas.** La prevención de invasiones, control y erradicación de especies invasoras. La prevención y control de incendios forestales; reducción de la contaminación orgánica (especialmente nitratos) en ecosistemas acuáticos para evitar la eutrofización (que se potencia con el ascenso de la temperatura); y la conservación de hábitats y de la biodiversidad (incluyendo especies de importancia comercial) y el mejoramiento de la calidad del agua.
 - 6) Reubicación de asentamientos humanos que se encuentran en zonas de riesgo.

V. El monitoreo y conocimiento de los humedales

La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas trabaja para integrar una Estrategia frente a Cambio Climático como parte de la generación de capacidades para la adaptación (CONANP, 2010). En esta estrategia contempla el monitoreo y la capacidad de modelación de procesos como elementos esenciales para un mejor entendimiento de las relaciones clima-ecosistema (Figura 3.5).

Se reconocen a los manglares como uno de los ecosistemas costeros más vulnerables al incremento del nivel del mar. Sin embargo, no todos los litorales con bosques de manglar serán afectados en la misma forma. Las especies de manglar han demostrado tener tolerancias diferentes a los cambios en el nivel del mar, salinidad e intensidad de tormentas. Los servicios ecológicos que proporcionan los manglares les confieren alto potencial económico y social. No obstante, son afectados por diversos factores antrópicos, como son el cambio de uso del suelo, la salinización de los sedimentos, los cambios del hidropereodo, la contaminación y la deforestación (Zaldivar-Jiménez et al 2010).

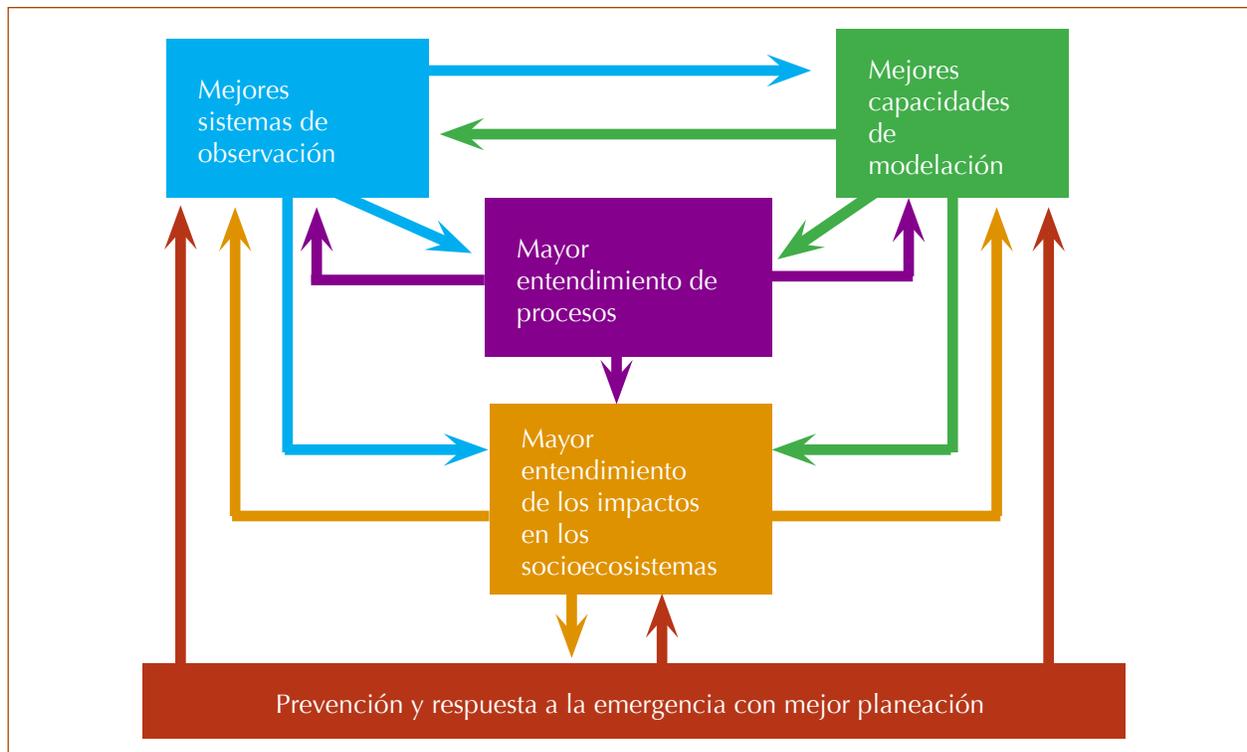


Figura 3.5 - Estrategia para definir acciones en Áreas Naturales Protegidas frente a Cambio Climático.

Aun bajo el incremento en la frecuencia e intensidad de tormentas y huracanes, los manglares muestran alta resistencia gracias a su heterogeneidad ecológica y específica. Sin embargo, su capacidad de resistencia y recuperación natural se ha visto reducida en muchos sitios a causa de actividades antrópicas. La combinación de las características ecológicas intrínsecas de cada manglar (geohidrología, condición de su estructura forestal, especie dominante), el estatus de protección y uso (áreas naturales protegidas, desarrollo urbano) y las presiones antrópicas y naturales (amenazas y perturbaciones), son factores que determinan la vulnerabilidad de los manglares al cambio climático, sobre todo en su estructura, función y servicios ecológicos.

La vulnerabilidad de los manglares a los efectos del cambio climático podría ser menor en lagunas costeras por su alta heterogeneidad en comparación con las ciénagas de la península de Yucatán. Para la evaluación sobre la elevación y acreción vertical del suelo como una aproximación de su vulnerabilidad al incremento del nivel medio del mar, sólo se cuentan con registros de la Laguna de Términos (Campeche) y de la Laguna Celestún (Yucatán). En laguna Celestún (Yucatán) se lleva a cabo el monitoreo de la acreción y elevación desde 1999, el cual forma parte del Programa de Manglares, implementado por el laboratorio de Producción Primaria del CINVESTAV-IPN (Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional), Unidad Mérida. Los manglares de laguna Celestún presentan baja subsidencia y son capaces de responder a un incremento de 2 mm por año del nivel medio del mar ya que su acreción y elevación están por arriba de este valor. La respuesta de los manglares a este incremento del nivel medio del mar depende de la interacción entre la acumulación de materia orgánica, variaciones de la

hidrología y procesos de compactación geológica. En sistemas cársticos como es el caso de la Península de Yucatán, el origen del suelo es principalmente por esqueletos de organismos carbonatados y la materia orgánica producido por los manglares, principalmente compuesta por raíces y hojarasca. (Zaldivar- Jiménez et al. 2010).

El monitoreo de los procesos que controlan la formación del suelo de los manglares a nivel de sitio debe de considerarse una prioridad para el manejo de estos ecosistemas frente al incremento del nivel medio del mar.

Entre las primeras estrategias de manejo tendientes a minimizar los efectos del cambio climático en los manglares de la península de Yucatán están las acciones para reducir las fuentes de estrés adicional que puedan reducir la resiliencia de los manglares. Se debe actuar para mantener la hidrología natural, reducir la contaminación y la introducción de vegetación exótica, proteger la diversidad biológica, como acciones importantes para mantener y/o mejorar la resistencia de estos ecosistemas.

VI. Los costos y el valor de la adaptación al cambio climático

Un estudio sobre economía del cambio climático en México (SEMARNAT-SHCP, 2009) recomienda que la construcción de un proceso de adaptación eficiente y exitoso debe considerar que los beneficios de adaptarse excedan los costos. Pero, como las medidas de adaptación se planean e instrumentan bajo condiciones de incertidumbre, los costos aumentan y se reduce su eficiencia. Para el caso de ecosistemas costero-marinos existen opciones limitadas para la adaptación debido a su sensibilidad o al grado de exposición a los impactos. Las estrategias de largo plazo que podrían contribuir a la adaptación de sitios importantes para la conservación de la biodiversidad, como es el caso de los humedales costeros, tienen un eje fundamental en la expansión de reservas y su manejo adecuado. Reducir el estrés de las especies y los ecosistemas, asociado a factores de cambio climático y otros como la fragmentación, destrucción de hábitats, sobreexplotación, desertificación y acidificación, es una tarea impostergable.

Específicamente, la conservación y restauración de humedales en México en Punta Allen y Carmen-Pajona-Machona, respectivamente, se convierten en oportunidades para mostrar el significado de la adaptación desde una perspectiva del ecosistema y los servicios que prestan. Aunque se están implementando medidas para su conservación, son pocos los esfuerzos para la rehabilitación de humedales, y esto se debe en gran medida a los costos que tiene.

La restauración de humedales permite la recuperación de estas comunidades para diversos fines: conservación de la diversidad, creación de hábitat, mejoramiento de la calidad de agua, protección de zonas costeras e incluso proyectos productivos. Para algunos de éstos, el restablecimiento de las condiciones físicas del sitio, en particular el régimen hidrológico, puede ser suficiente para permitir que se establezca la vegetación hidrófila. En otros casos

se requiere de modificar un mayor número de parámetros, incluyendo la topografía, las características del sustrato e incluso la introducción de especies. Es en estas circunstancias en las que utilizar sistemas de referencia bien conservados y aplicar los principios del manejo adaptable se vuelve necesario para el logro de metas y la reducción de los costos de proyectos sobre restauración.

En sitios poco degradados es posible llegar a la restauración en el sentido estricto; en sitios con niveles medios a altos es más realista plantearse la rehabilitación de algunos de los atributos, dependiendo de los recursos disponibles y de los valores sociales. (Lindig-Cisneros y Zedler, 2005).

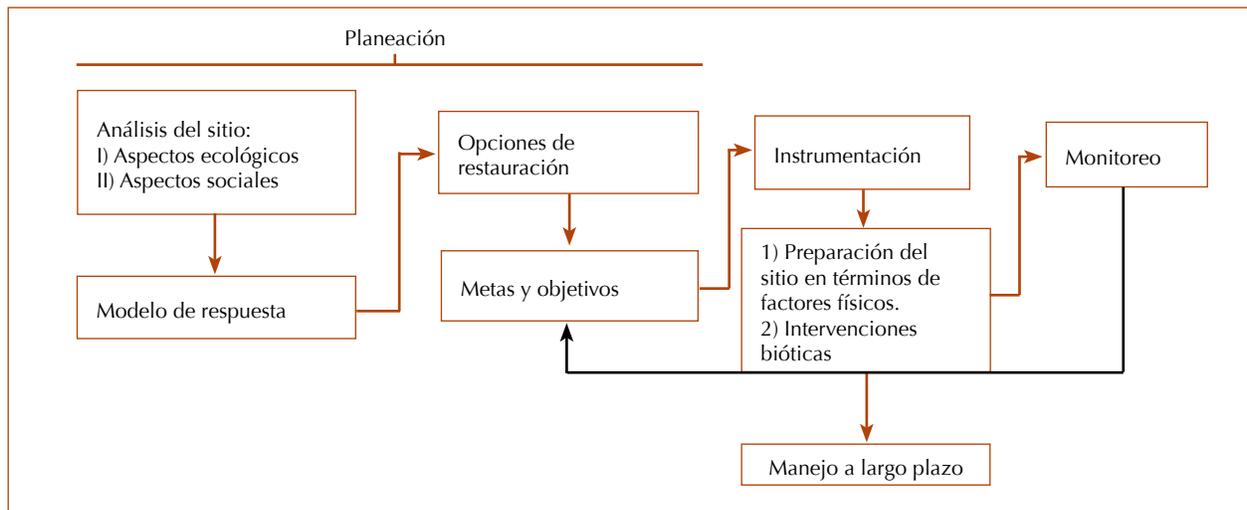


Figura 3.6 - Representación esquemática de los pasos recomendados a seguir para instrumentar un proyecto de restauración ecológica. El proceso se puede dividir en tres etapas: planeación, instrumentación y monitoreo. La línea negra representa la posibilidad de hacer modificaciones durante el proceso de restauración en caso de que, como resultado del monitoreo, se llegue a la conclusión de que el sistema está siguiendo una trayectoria no deseada, por lo que requiere ajustes (Tomado de Lindig-Cisneros y Zedler 2005).

Los costos de restauración de manglar varían dependiendo de las condiciones de cada sitio. La mano de obra y la extensión de tierra que debe ser sembrada afectan los costos. Por ejemplo, King (1998) ha estimado varios costos de restauración de humedales y señala que la restauración de manglar es aproximadamente de US\$62,000 por hectárea, aunque dependiendo de la planeación y el método, los costos pueden estar entre US\$5,300 y US\$100,000 por hectárea.

La restauración ecológica de los manglares es factible y existen ejemplos exitosos alrededor del mundo con costos adecuados. Matorrales densos de manglar pueden desarrollarse en cinco años, luego de sembradas las plántulas. Un ecosistema sólido puede tenerse en un plazo de quince años, que se considera suficiente frente a tiempos en los que se esperan impactos severos de tormentas y huracanes más intensos en los sitios analizados. La degradación de humedales costeros tiene costos de miles de dólares por servicios ecosistémicos. En el caso de México, basta considerar los costos del huracán Wilma en el 2005 o del huracán

Preguntas para la selección apropiada de proyectos de restauración de humedales

- a) ¿Se conseguirán beneficios ambientales (por ejemplo, mejoramiento del suministro y la calidad del agua, descenso de la eutrofización, conservación de recursos de agua dulce, conservación de la biodiversidad, mejor manejo de los “recursos húmedos”, control de crecidas)?
- b) ¿Cuál es la eficacia del proyecto propuesto en función de los costos? Las inversiones y los cambios deben ser sostenibles a largo plazo y sus resultados no han de ser sólo temporales. Debe procurarse que los costos sean adecuados en la etapa de construcción y que, posteriormente, los costos corrientes de mantenimiento sean adecuados.
- c) ¿Qué opciones, ventajas o desventajas traerá consigo la zona restaurada para la población local y la región? Esto puede abarcar las condiciones sanitarias, los recursos alimentarios e hídricos esenciales, más posibilidades de desarrollar actividades recreativas y de ecoturismo, el mejoramiento de los valores paisajísticos, posibilidades educativas, la conservación del patrimonio cultural (sitios de interés histórico o religioso), etc.
- d) ¿Cuál es el potencial ecológico del proyecto? ¿Cuál es la situación actual de la zona desde el punto de vista de los valores biológicos y de hábitat, y, en particular, desaparecerán o sufrirán menoscabo cualesquiera de sus rasgos que revisten importancia para la conservación de los humedales o de la biodiversidad? ¿Cómo se prevé el desarrollo de la zona con respecto a la hidrología, la geomorfología, la calidad del agua, las comunidades de flora y fauna, etc.
- e) ¿Cuál es la situación actual de la zona con respecto al uso de la tierra? La situación será muy diferente según se trate de países en desarrollo, países con economías de transición y países desarrollados, y dentro de ellos en función de las circunstancias locales, con respecto a los objetivos de restauración y rehabilitación. Concretamente, muchas veces es posible introducir mejoras en las tierras marginales cuyo rendimiento es bajo en la situación actual.
- f) ¿Cuáles son las principales limitaciones socioeconómicas? ¿Existe un interés real a nivel regional y local en realizar el proyecto.
- g) ¿Cuáles son las principales limitaciones técnicas?

Fuente: Ramsar, 2010

Karl en 2010, que ascienden a cifras cercanas a los 2 ó 3 mil millones de dólares. Un 10% de reducción en los costos de los impactos por un manglar y un humedal costero en buen estado puede pagar un proyecto de recuperación del ecosistema.

Existen varios ejemplos de inversión en proyectos de restauración en México, por mencionar algunos, se encuentra:

- Otorgamiento de 3 millones 300 mil pesos por parte del gobierno británico para la restauración de la zona de Marismas Nacionales en Nayarit (Regional Action Plan for the Restoration of the Mangrove Swamps in Nayarit, through the Capability Building for Local Community 'Ejidros' and the Development of Tools for Wetland Restoration, Conservation, Ecotourism and Wise-use).
- En 2007, la CONAFOR (Comisión Nacional Forestal), otorgó 13 millones 780 mil 602 pesos para proyectos de recuperación de manglares a nivel nacional. Sin embargo, pocos de estos proyectos han prosperado.
- En 2007, PEMEX financió con alrededor de 5 millones de pesos actividades de educación ambiental y restauración del humedal de Alvarado, contribuyendo en la reforestación de 61.4 hectáreas con la plantación de 51,655 mangles, y de 244 hectáreas con 154,500 plantas selváticas.

Para llevar a cabo estos proyectos se debe contar con estudios detallados de la dinámica de los manglares y la hidrología regional, ya que muchos de estos proyectos se realizan sin el apoyo de investigaciones científicas que verifiquen las trayectorias sucesionales, las condiciones del hidropereodo y sus variaciones y los procesos geomorfológicos de trasgresión y regresión marina que modifican la condiciones biofísicas en el corto plazo.

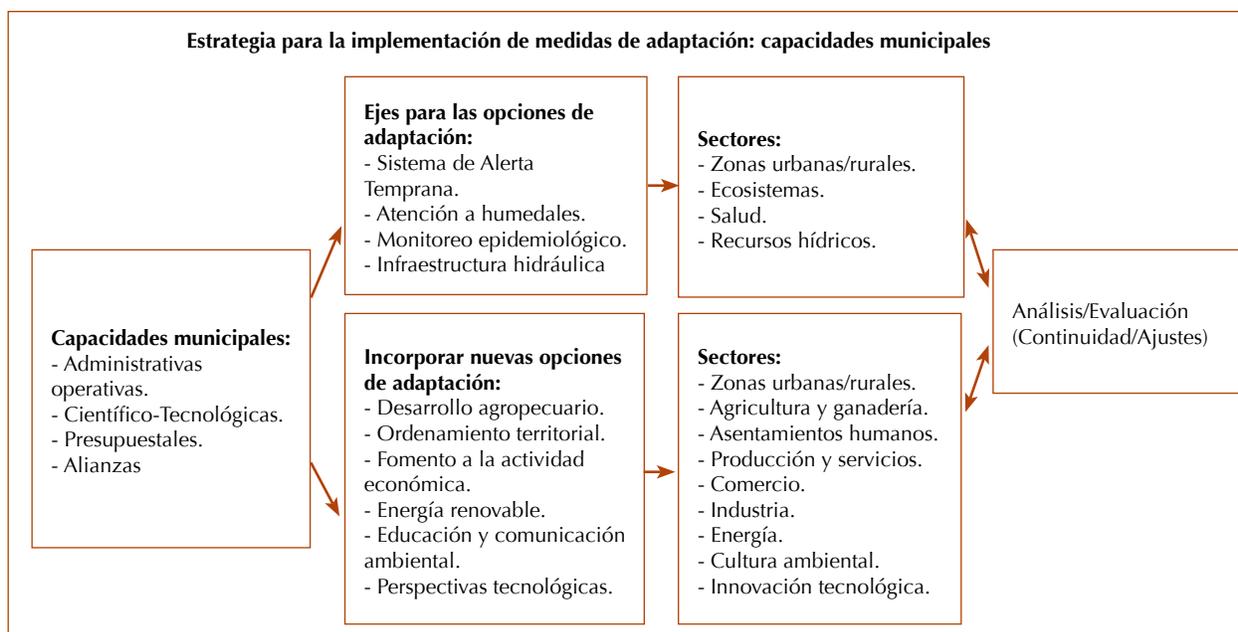


Figura 3.7 - Estrategia para la implementación de medidas de adaptación en municipios costeros del Golfo de México. Capacidades municipales.

Afortunadamente, ya existe conocimiento científico para cambiar el manejo de prácticas para proteger los humedales ante el cambio climático. Esto es particularmente relevante donde los cambios puedan llevarse a cabo a un costo reducido y aplicado para objetivos

múltiples y complementarios. Por ejemplo, un mejor control de drenaje en los humedales no sólo mejorará la capacidad de recuperación de estos humedales al cambio climático, también protegerá las reservas de carbono, la biodiversidad, el apoyo a la cadena alimentaria. Proporcionar topes para permitir la migración de los humedales estuarinos servirá a objetivos múltiples, además de reducir los impactos del cambio climático, incluyendo protección para retardación de oleaje, controles de erosión, protección de estuarios ante la contaminación y la protección de zonas de desove de peces y para cría de moluscos.

Para comunicar las implicaciones económicas del cambio climático es necesario enfatizar los costos de la inacción. Por ello, deben incrementarse los trabajos encaminados a establecer los costos de la adaptación.

Las medidas de adaptación deben ser vistas como proyectos pero sobre todo como propósitos de política pública integral que consideren en todo momento la participación organizada y activa de la sociedad. Dichas estrategias son herramientas que los tomadores de decisiones deben apropiarse desde su concepción, desarrollo y continua evolución para la consolidación de los resultados.

¿Cuánto cuesta no hacer nada? Estimaciones económicas derivadas de los riesgos potenciales por el cambio climático en las zonas de estudio

Las pérdidas potenciales según tipo de amenaza climática para las cuatro zonas de estudio muestra que la región de Altamira-Tampico-Cd Madero ha sido la más afectada por inundaciones y aumentos de temperatura. Comparándola con la región de Punta Allen, estas pérdidas se deben esencialmente a las afectaciones en la zona urbana Altamira-Tampico-Cd. Madero. Para las cuatro zonas de estudio, las actividades que presentan considerables pérdidas ante eventos hidrometeorológicos extremos son la agricultura y la ganadería.

A continuación se presentan los costos sociales y económicos actuales y potenciales derivados de los escenarios de cambio climático para cada uno de los sitios de estudio (Tabla 2). Se consideran las principales amenazas así como los diferentes grados de vulnerabilidad demográfica y patrimonial existentes en los sitios.

Considerando la relación directa de la producción agrícola y ganadera, con cambios en la temperatura y la precipitación, se evaluaron los posibles impactos en los rendimientos y en la producción bruta agrícola y ganadera. Para este análisis se consideraron los cultivos de maíz, frijol, sorgo, soya y sandía, que forman parte de la especialización agrícola de los 4 sitios. Para la ganadería se estiman los rendimientos unitarios de algunas especies como ganado bovino, ovino, caprino y porcino.

La vulnerabilidad socioeconómica se evaluó considerando datos demográficos y se estimó el valor de las viviendas ante la presencia de una inundación relacionada con la presencia de un evento de lluvia extremo.

Tabla 2. Costos estimados potenciales (en pesos) sobre el sector económico en los humedales bajo cambio climático

	Región 1: Río Pánuco y humedal Altamira- Tampico-Ciudad Madero	Región 2: Río Papaloapan y Sistema Lagunar Alvarado	Región 3: Ríos San Felipe, Naranjeño, Arenal y Santa Ana y Sistema Lagunar Carmen- Pajonal-Machona	Región 4: Boca Paila y humedal de Punta Allen
Pérdidas actual en agricultura respecto al óptimo de producción -miles de pesos - ¹	85,544.0	33,535.5	58,601.4	1,081.6
Pérdidas potencial (2030) en agricultura por incremento en temperatura respecto al óptimo de producción -miles pesos 2009- ¹	133,474.1	116,059.6	66,449.8	1,140.5
Pérdidas potenciales anuales (2030) en caso de inundación severa (agricultura) -miles de pesos de 2009-	7,257,147	8,705,387	3,086,426	223,742
Pérdidas actual en ganadería respecto al óptimo de producción -miles de pesos- ²	722,112	341,459	439,154	25,327
Pérdidas potencial (2030) en ganadería por incremento en temperatura respecto al óptimo de producción -miles de pesos de 2009- ²	282,742	136,887	136,029	8.332
Pérdidas potenciales anuales (2030) en caso de inundación severa (ganadería) -miles de pesos de 2009-	7,394,332	6,843,582	4,303,426	621,201
Número de viviendas en los humedales costeros (mismos municipios)	175,266	40,220	49,670	13,255
Valor económico estimado de viviendas en los humedales costeros (en millones de pesos M.N.)	\$ 35,053.2 (40% del valor inmobiliario regional)	\$ 8,044.0 (17% del valor inmobiliario regional)	\$ 9,934.0 (12% del valor inmobiliario regional)	\$ 2,651.0 (23% del valor inmobiliario regional)
Total de costos estimados potenciales (2030) en caso de inundación severa (miles de pesos 2009)	\$49,704,679.00	\$23,592,969.00	\$17,323,852.00	\$3,495,943.00
Total de costos estimados potenciales (2030) en caso de temperaturas asociadas al cambio climático (miles de pesos 2009)	\$1,223,872.10	\$627,941.10	\$700,234.20	\$27,557.43

1 Incluye sólo los cultivos de Maíz, Frijol, Sorgo, Soya y Sandía.

2 Incluye ganado Bovino, Ovino, Caprino y Porcino.

Los resultados obtenidos muestran que la región de Altamira-Tampico-Ciudad Madero ha sido la más afectada por inundaciones y aumentos de temperatura. Comparándola con la región de Punta Allen, estas pérdidas se deben esencialmente a las afectaciones en la zona urbana Altamira-Tampico- Ciudad Madero. Para las cuatro zonas de estudio, las actividades que presentan considerables pérdidas ante eventos hidrometeorológicos extremos son la agricultura y la ganadería.

Al analizar los sectores de mayor importancia para las cuatro regiones se tiene que aunque las actividades primarias no son dominantes (predominan para la regiones 1 y 2 el sector manufactura, para la región 3, el sector minería, electricidad, agua y construcción, y para la región 4, el sector servicios), año con año los gobiernos estatales y municipales invierten recursos significativos en las pérdidas asociadas a inundaciones y altas temperaturas.

El planteamiento de las opciones de adaptación es el inicio del reconocimiento de necesidades de acción ante los potenciales impactos de cambios en el clima. La estrategia que los municipios podrían considerar en su instrumentación debe ser entendida como un proceso de ajuste continuo. En primer lugar debe considerar las causas (actividades humanas) de los procesos que desencadenan cambios en las condiciones del clima y cómo esas alteraciones tienen impactos sobre elementos del medio y sectores sociales reconocidos como vulnerables. Las respuestas que se planteen deben constituirse en un proceso de institucionalización de las acciones desde cada nivel político-administrativo.

Fotografía: Carolina Neri





Cuarta Parte

Lecciones aprendidas del proyecto

- I Experiencias del proyecto
- II Otras enseñanzas sobre las necesidades de adaptación en los humedales del Golfo de México
- III La adaptación desde el contexto de la Protección Civil

I. Experiencias del proyecto

Parte de las enseñanzas que ha dejado el desarrollo de este proyecto en humedales costeros del Golfo de México es que la adaptación al cambio climático implica una transición social rápida para la creación de capacidades institucionales (e “institucionalizables”) que permitan respuestas estructurales y estructuradas para amortiguar los efectos negativos de la variabilidad climática presente y futura.

El elemento más relevante en términos de articular e instrumentar propuestas de adaptación a nivel local, son los actores sociales involucrados en cada caso. En el estudio, los actores clave comienzan a ser redefinidos en un contexto de diálogo entre académicos y tomadores de decisiones. La labor de “puentes” entre el conocimiento y la acción adquiere una relevancia especial cuando se trata de construir proyectos de principio a fin, logrando que las propuestas sean apropiadas por los miembros de las comunidades en donde se trata de adaptar.

La aceptación e implementación de cualquier proyecto de adaptación debe tomar en cuenta que no sólo los periodos de gobierno influyen, sino también el reconocimiento de que se trata de un problema clima -sociedad de largo plazo.

Se reconoce que la comunicación con cada uno de los liderazgos locales tiene que irse “acondicionando y modificando” conforme avanza el trabajo, como parte de la interacción que se mantiene desde el principio del proyecto, pues los municipios que participaron, pueden ser de diversas tendencias y cambiantes en los plazos de duración del proyecto. Al nivel de gobierno local se debe iniciar el diálogo entre sectores y organizaciones para impulsar las medidas de adaptación primero en las ciudades que están en la cuenca baja y posteriormente en la cuenca alta. Hasta ahora la idea de influir desde la ciudad del puerto (las lagunas costeras y puertos del Golfo de México) en las acciones que se realizan en la cuenca media y alta tiene una alta receptividad

En la implementación de cualquier proyecto que pretenda desarrollar capacidades frente al cambio climático es importante considerar a las ciudades como ejes de los procesos de adaptación. En el caso de México, las ciudades medias y grandes registran altas condiciones de riesgo frente a cambios en el clima debido a la concentración de actividades económicas y población. Las relaciones entre el campo y la ciudad, son elementos que deben adecuarse para desarrollar capacidades frente al cambio climático, por ejemplo para garantizar la seguridad hídrica de los centros urbanos o bien el abasto de alimentos. En las ciudades en general, existe más desarrollo institucional y aunque es más complejo el sistema o la estructura organizacional, hay más tomadores de decisiones con capacidad para movilizar recursos humanos y financieros. Por otro lado, es en las ciudades donde se concentran las representaciones de organizaciones empresariales y productivas incluso del campo. El diálogo entre los actores clave en las ciudades sobre los impactos potenciales del cambio climático y las posibilidades de acción, puede tener un gran eco en el resto de la sociedad y en otro tipo de asentamientos humanos.

La transición poblacional de México, y de gran parte del mundo, obliga a pensar en las ciudades como ejes de los procesos de adaptación al cambio climático. Los grandes riesgos se presentan en las ciudades y cerca del 70 por ciento de la población mexicana vive en ellas. Las relaciones entre el campo y la ciudad, si bien ya no son de grandes migraciones, ahora son de una interdependencia compleja. La ubicación de los sistemas urbanos tiene un efecto importante sobre grandes áreas rurales, y viceversa. Tan sólo por aspectos de abasto de agua o de alimentos, las zonas rurales se vuelven determinantes del futuro de las ciudades.

Las ciudades costeras son sistemas que pueden avanzar más rápido en el desarrollo de estrategias de adaptación, por que empiezan a identificar de manera recurrente los impactos de un clima extremo. Por esto, su trabajo en adaptación puede llevar a lecciones aplicables y replicables en otros sistemas urbanos o rurales. Se está en el momento de pasar de la respuesta al desastre a la prevención. El conocimiento en las ciudades costeras sobre los efectos de huracanes o inundaciones como las de Tabasco en el 2007, los obligan a establecer un diálogo constructivo (y sobre prevención) con los habitantes de las partes altas de las cuencas.

Es clave considerar que la debilidad de instituciones ambientales en ciertas regiones requiere de la identificación de otros actores para impulsar la adaptación. Esto no es un trabajo simple y no existen textos que hayan incursionado en el complejo mundo de los intereses políticos y el desarrollo regional bajo cambio climático. Los responsables del sector Protección Civil pueden convertirse en los grandes aliados del sector ambiental para impulsar una recuperación de los ecosistemas y sus servicios.

Las fuentes de financiamiento nacional e internacional constituyen un punto que los esquemas de monitoreo/seguimiento de las medidas de adaptación deben cuidar. El reto es garantizar los recursos para que se alcancen las metas de las propuestas que emergieron del proceso. Las fuentes externas de financiamiento esperan que cada iniciativa encuentre fondos al interior de cada país una vez que ésta inició o fue anunciada o publicada. La identificación de posibles fondos, programas o agencias de financiamiento para la implementación de medidas, se vuelve parte del propio diseño de la estrategia de adaptación.

Fotografía: Carolina Neri



Cuando se aplica el conocimiento científico en materia de cambio climático para diseñar estrategias de adaptación, queda el reto de cómo transferir el sistema de toma de decisiones a los actores locales.

Por ello, deben fomentarse nuevas estructuras académicas, y establecerse nuevos esquemas de colaboración entre los gobiernos y las universidades. El reto es empatar necesidades y capacidades de unos y otros, en un diálogo entre academia y gobierno que no debe aplazarse más por que puede producir inamovilidad. En este sentido se debe aprovechar el momento de sensibilidad de la sociedad y gobierno en las zonas costeras del Golfo de México luego de los desastres ocurridos en el 2010. El potencial existente en las ciudades costeras, altamente afectadas por inundaciones, para generar alianzas que también consideren la opinión de la sociedad civil y sus propuestas de reducción de vulnerabilidad debe explotarse. Considérese además que tanto las organizaciones no gubernamentales como las cúpulas empresariales tienen un papel importante en la construcción de alianzas; de otra forma, nuevamente los gobiernos locales intervendrán con grandes inversiones y a través de respuestas privadas aisladas para dar respuesta a los retos de la adaptación, sin realmente resolver el problema.

Es necesario considerar, de igual forma, el enfoque de género en las prácticas de adaptación, pues muchos proyectos se desarrollan bajo esta premisa, tal es el caso de la construcción de viveros en Alvarado, Veracruz, donde se destaca la labor de las mujeres, quienes son las responsables de su manejo.

Las ONGs pueden realizar la gestión del conocimiento científico en el corto plazo, y ser los motores que acorten tiempos y disminuyan los costos de transacción de la transferencia de tecnología de las universidades a los gobiernos.

Desafortunadamente, el manejo de riesgo está asociado a muy pocas organizaciones y la agenda verde (manejo de laderas, reforestación, restauración de ecosistemas -bosques, mangles, selvas-, conservación de la biodiversidad y áreas protegidas), queda relativamente lejos de los intereses de las ciudades. Es en esta gran brecha donde estriban las posibilidades de educar a quienes toman decisiones y quienes hacen los programas gubernamentales, para que la agenda verde se vea como parte del diálogo de manejo de cuenca y un elemento que reduce el riesgo de futuros desastres con lo que los intereses de la parte ambiental (campo) y de la protección civil (ciudad) pueden coincidir de manera natural.

En el proceso de adaptación también debe reconocerse el papel central que juegan los medios de comunicación en la educación y la percepción del público sobre el cambio climático. Para informar y desarrollar capacidades que preparen a la sociedad a enfrentar impactos y avanzar en la gestión de riesgos frente a cambios en el clima, es necesaria la generación de capacidades en los periodistas y comunicadores en general. La mejor manera de ilustrar la relación entre clima y riesgos no sólo es captar la atención del público alrededor del desastre, sino llevarlo a visualizar el efecto directo de un fenómeno ambiental sobre las actividades de diferentes sectores vulnerables y comunicar posibilidades de acción.

El papel de los medios de comunicación

El papel de los medios de comunicación en la educación y percepción del público, han sido clave para informar y educar a las personas sobre los riesgos y cómo prepararse ante casos de emergencia. En general, se puede decir que el nivel de credibilidad del público a los medios de comunicación es bajo porque no se contextualiza la magnitud de las amenazas, no se brinda la información adecuada para cada público y los contenidos se tratan de manera catastrofista sin dejar posibilidades de acción a la sociedad. Los medios proveen información rápida a un gran número de personas al mismo tiempo, pero la acción de parte del público, requiere de numerosos avisos de alerta de parte de los medios y esto no siempre sucede.

Por ejemplo, en estudios de percepción del riesgo ante ciclones tropicales se encuentra que: las personas obtienen información sobre huracanes principalmente de los medios locales (55%); de la radio y otros medios (35%), y ocasiones del canal del tiempo (10%). Sin embargo, es importante señalar que la cobertura de televisión, radio y prensa es con frecuencia insuficiente en muchas zonas costeras de México por: falta de alcance en la señal de radio y la cobertura de televisión cada vez mayor del sistema de cable, o la suspensión de la circulación de periódicos durante todo el tiempo que dura el evento y sus efectos. Esto es un problema que debe ser atendido ya que el público está desinformado y es más vulnerable a los embates de un huracán, por ejemplo, si no cuenta con información.

- Es importante contar con personas expertas –o capacitar a los que den información analítica–, discutiendo incertidumbres o inconsistencias y comportamiento del evento a reportar. De la misma manera, es importante contar con el equipo dentro del medio, o estar en comunicación directa con una entidad especializada, que dé un seguimiento apropiado al evento.

Los medios deben de tener la percepción correcta de la magnitud de la amenaza y del evento que está ocurriendo. Esto es clave para dar al público la percepción adecuada de urgencia que se requiera según la magnitud y peligrosidad del evento y que éste actúe en consecuencia.

- La información que los medios provean al público deberá darse para que éste pueda contestar a las siguientes preguntas: ¿Qué puedo hacer y cómo puedo hacerlo? ¿Cuándo necesito hacerlo? ¿Qué pasa si no lo hago?
- Ante eventos que se suceden con cierta frecuencia en una región, como en el caso de los huracanes en la península de Yucatán, se requiere educar al público constantemente, y los medios tienen una gran tarea en este punto.

II. Otras enseñanzas sobre las necesidades de adaptación en los humedales del Golfo de México

El desarrollo de este proyecto obligó a abordar necesariamente el tema de la conservación, restauración o rehabilitación de arrecifes coralinos, manglares, otros humedales costeros y diversos ecosistemas propios de la interfase marino-costera; considerados todos ellos como barreras naturales de contención ante eventos extremos como los ciclones tropicales. Ésta debe ser una prioridad no sólo ecológica, sino socio-económica del conjunto de políticas públicas para enfrentar los impactos previstos bajo los escenarios del cambio climático a escala regional y local.

Los escenarios de cambio climático a escala regional que consideran no sólo las tendencias de los valores medios sino la actividad de valores extremos, llevan a escenarios de impactos esperados más completos. Para el presente estudio se ha puesto énfasis en las variaciones del clima relacionadas con nortes, huracanes y con nivel de mar, pero también para cambios en la actividad de ondas de calor y eventos de lluvia intensa o sequía. La mayoría de los impactos proyectados son negativos, pero esto se debe a que con frecuencia no se toma en cuenta la capacidad de adaptación existente. Se han analizado también escenarios, considerando la restauración de los humedales y sus alrededores como una forma de visualizar el impacto de la adaptación. Son estos escenarios los que requieren los tomadores de decisiones para generar una respuesta.

En el caso de Tampico-Altamira-Madero se demuestra que la reforestación y la conservación del humedal resultan claves en el confort humano, y al mismo tiempo, para la viabilidad socioeconómica y ambiental de la región. La pérdida del humedal tendría graves consecuencias para toda la zona, por lo que se recomienda se analice con cuidado el plan de crecimiento urbano. En el sistema lagunar Alvarado, el principal problema está relacionado con una mayor pérdida de la calidad del agua ante los incrementos esperados de temperatura y una mayor concentración de azolves por eventos extremos más intensos. De no actuarse en un plan de restauración o rehabilitación (reforestación) en la zona, actividades como la acuicultura se verán comprometidas en los años por venir, terminando con



Fotografía: Carolina Neri

los esfuerzos presentes de un desarrollo sostenible en la región. Incluso para las actividades de ganadería o agricultura los aumentos en temperatura tendrán consecuencias sobre su productividad.

La zona costera de Tabasco (Pajonal Machona) tiene problemas serios de pérdida de costa o sedimentación. Las alteraciones a la morfología del terreno con el fin de incrementar la productividad acuícola no han tenido los resultados esperados y, por el contrario, han alterado la dinámica costera. Aunque las proyecciones de incremento en los eventos extremos tienen una gran incertidumbre, los aumentos de temperatura y los eventuales escurrimientos incrementados seguirán alterando la dinámica ecológica de la zona. La amenaza de mayor actividad en relación al petróleo y un incremento del nivel del mar terminan por generar un escenario poco prometedor para actividades acuícolas o agrícolas y por supuesto, para la vida del humedal costero. Será necesario restaurar el balance del ciclo hidrológico regional para conservar la productividad de la región y esto dependerá de un reordenamiento ecológico territorial.

Finalmente, la zona más prometedora para conservar el humedal costero se encuentra en Punta Allen, no porque las amenazas de cambio climático sean menores, sino porque ahí se cuenta con la mayor capacidad para gestionar el riesgo ante huracanes más intensos, aumento del nivel del mar, pérdida de humedad del suelo y mayor actividad de eventos meteorológicos extremos. Los numerosos esfuerzos de conservación en la zona deberán enfrentar sin embargo, el reto de contestar cuál es el nuevo significado de la conservación en un entorno de clima cambiante por factores globales ajenos a su accionar local. El distinguir entre la auto-regulación de los ecosistemas y el permitirse intervenir para conservar será un debate por afrontar no sólo en Punta Allen, sino en todas la Áreas Naturales Protegidas de México.

III. La adaptación desde el contexto de la Protección Civil

Con esta experiencia se ha encontrado que la posibilidad de crear sistemas de alerta temprana (medida clave y central mencionada por todos los documentos de ONU, Banco Mundial y otras agencias) o la restauración como “bioescudo” frente a amenazas naturales, tienen un gran potencial para articular, desde el ámbito de la Protección Civil, las propuestas de adaptación. Los recursos disponibles para atender este sector son un motor para entender y potenciar las acciones preventivas frente al cambio climático.

Es posible afirmar que existe un lento pero importante movimiento pendular de los conceptos y de las respuestas institucionales en México en materia de políticas públicas; una cierta migración conceptual y operativa con relación al medio ambiente y al tema de cambio climático, el cual, junto con el manejo de ecosistemas y su restauración, están moviéndose o trasladándose al sector de la Protección Civil, donde los temas de las variaciones hidrometeorológicas son atendidas y vigiladas desde la óptica de protección-prevención-atención de desastres que proveen los ecosistemas como parte de sus servicios. Cuando un sistema de humedales en buen estado provee protección a los bienes inmuebles a través de la disminución de daños, el valor de sus servicios alcanza los US\$33,000.00 por hectárea.

Un costo promedio de restaurar o rehabilitar es del orden de US\$6mil por hectárea, por lo que el beneficio es de al menos el 5x1. Piénsese por ejemplo en el caso del gobierno de Veracruz, donde la degradación de cuencas o humedales llevó a que las lluvias intensas del huracán Karl tuvieran un costo estimado en US\$5,000,000,000. Otros ejemplos de magnitud similar en cuanto al costo del desastre son Canún y Wilma en el 2005 o Tabasco y las inundaciones en el 2007.

Veracruz y Tamaulipas crearon secretarías de protección civil como entidades encargadas de vigilar y mantener sistema de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos, pero la alta vulnerabilidad y la inacción de medidas de adaptación preventivas, lleva a desastres costosos. El papel de las cuencas reforestadas empieza a cobrar importancia en mantener la infiltración y alargar el tiempo de respuesta y disminuir las escorrentías hacia las partes bajas de las cuencas, como mecanismo que reduce estructuralmente la vulnerabilidad.

Se sabe que los gobiernos locales, sean municipios o estados, tienen marcos temporales para planear y realizar acciones contundentes en muy corto plazo, tres años en el primer caso y seis en el segundo. Por ello la idea de efectos o impactos del cambio climático que se expresa en esquemas temporales de 20, 50 o 100 años, deben ser traducidos en elementos que permitan a las autoridades decidir y tomar iniciativas inmediatas, en este caso de adaptación, que den nuevo sentido o enmarquen acciones de beneficio en el corto plazo, y que sean aplicables en sus periodos de administración. Además de las diversas amenazas climáticas, se tienen respuestas sociales diferenciadas (ej. Contraste cultural sur y norte). Se debe también considerar que la complejidad de la interlocución aumenta como consecuencia de la dinámica de los partidos políticos. Estados de un partido político con municipios de otro partido o del mismo, plantean un reto especial de comunicación para instrumentar estrategias de adaptación. Es el mismo caso el de municipios conurbados que abarcan incluso dos estados, o bien que inician o terminan su administración. Ahí la adaptación implica mayores esfuerzos de coordinación institucional entre sectores y niveles de gobierno.



Fotografía: Carolina Neri

Las propuestas relativas a disminuir los riesgos hidrometeorológicos en el ámbito de la protección civil son en sí muy atractivas. El planteamiento es válido casi para cualquier fenómeno o proceso que experimente la naturaleza y que involucre acciones de políticas públicas de gobierno. La recuperación de un ecosistema, la reforestación, el manejo pesquero, y en este caso, los ciclos y fenómenos asociados a las variaciones del clima, requieren de una visión de largo plazo y de acciones e inversiones que trascienden los periodos administrativos gubernamentales.

Las instituciones que atienden los riesgos deben tener una estructura que potencie los sistemas de alerta temprana y la reducción de vulnerabilidad mediante medidas estructurales, como ejes principales de la adaptación.

Tarde o temprano, esta convergencia temática e institucional llegará al diálogo para coordinar acciones y programas de adaptación. Dentro de este marco de análisis, se debe considerar que al final las medidas de adaptación no son otra cosa que un diálogo entre sociedad y gobierno, ahora con un carácter impostergable, de restauración de nuestras condiciones ambientales, de manejo de riesgos y sin duda, de atender el mayor de los retos de ésta sociedad.

En suma, una forma de abordar la adaptación es desde el ámbito de la Protección Civil, aun y cuando se trate de proponer restauración o rehabilitación, pues cuando se hace desde el sector ambiental las cosas avanzan muy lento. En este momento, la sociedad de México, pero en particular aquella que vive en regiones costeras del Golfo de México, está sensible a los impactos del clima y sus autoridades también, por lo que es importante resaltar el papel de los ecosistemas como bioescudos. Cuando se trata de reducir la magnitud y frecuencia de los desastres, no hay otra alternativa que trabajar en prevención. El Gobierno de México ha comenzado a trabajar en pasar de una política de respuesta a la emergencia a una de prevención, a pesar de que una de las restricciones para adoptar medidas de adaptación ante el cambio climático, es su costo. Por ello, es necesaria la implementación de medidas que aporten beneficios en el corto plazo y a bajo costo, o que incluso genere ahorros económicos (CICC, 2007).

El responsable del Manejo Local de Riesgos del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en México, Xavier Moya García, señaló que las políticas para enfrentar los desastres naturales exigen un cambio urgente, pues el llamado Fondo Nacional de Desastres Naturales (Fonden) “ya no da más” (“El Universal, 31 octubre 2010). El paso de más recursos a FOPREDEN para tener que pagar menos por FONDEN debe darse como una estrategia de adaptación al cambio climático. Ante nuevos retos, se requiere creatividad en soluciones. La combinación de varias aproximaciones puede resultar en una suma que lleve a México a menor vulnerabilidad. La adaptación en los humedales costeros del Golfo de México representa una gran oportunidad de mostrar que se puede.

Consideraciones finales

Lecciones aprendidas

- Los impactos esperados por cambio climático estarán básicamente relacionados a una mayor actividad e intensidad de eventos extremos.
- La vulnerabilidad a esta amenaza se incrementa por falta de planeación en el uso de suelo y el deterioro ambiental (microcuencas, humedales, poca gestión de riesgo).
- Mediante estrategias de restauración, rehabilitación o conservación, se podría generar un servicio ecosistémico de protección civil, que justifique la inversión en adaptación.
- Se debe capacitar a los sectores clave en materia de generación y aprovechamiento de información climática (pronósticos del tiempo severo, estacionales de clima, planeación con proyecciones decadales).
- Aprovechar el interés actual de las autoridades y entidades financiadoras, para que los aspectos ambientales adquieran la misma importancia que los económicos y los sociales en las políticas de gobierno (valor de la acción y de la inacción).

Referencias

- Aguilar, E., T. C. Peterson, P. Ramírez Obando, R. Frutos, J. A. Retana, M. Solera, I. González, Santos, R. M., Araujo, A. Rosa Santos, V. E. Valle, M. Brunet India, L. Aguilar, L. Álvarez, M. Bautista, C. Castañón, L. Herrera, E. Ruano, J. J. Siani, F. Obed, G. I. Hernández Oviedo, J. E. Salgado, J. L. Vásquez, M. Baca, M. Gutiérrez, C. Centella, J. Espinosa, D. Martínez, B. Olmedo, C. E. Ojeda, Espinoza, M. Haylock, R. Núñez, H. Benavides, R. Mayorga. 2005. Changes in precipitation and temperature extremes in Central America and Northern South America, 1961-2003. *Journal of Geophysical and Research in Atmosphere.*, 110, doi:10.1029/2005JD006119.
- Carr, D. L. 2003. Administración de los recursos naturales y fecundidad en la reserva de la biosfera de Sian Ka'an: campos y anticoncepción en el pueblo langostero de Punta Allen. En: Muñón Pablos, E. (ed). *Género y medio ambiente*. Plaza y Valdés. México, D.F.
- Centro Nacional de prevención de desastres (CENAPRED). 2001. Diagnóstico de Peligros e identificación de riesgos de Desastres en México. Atlas Nacional de Riesgos de la República Mexicana. México, Secretaría de Gobernación, CENAPRED y CEPAL. 225 pp.
- CICC (Comisión Intersecretarial de Cambio Climático). 2007. Estrategia Nacional de Cambio Climático. Presidencia de la República. México
- CICC (Comisión Intersecretarial de Cambio Climático). 2009. Programa Especial de Cambio Climático. Poder Ejecutivo Federal. México
- COECP (Comité de Ordenamiento Ecológico para Consulta Pública). 2010. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe. Semarnat, México.
- CONABIO. 2009. Manglares en México: extensión y distribución. 2a ed. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 99 pp.
- CONABIO. 2010. Ficha técnica para la evaluación de los sitios prioritarios para la conservación de los ambientes costeros y oceánicos de México. Arrecife profundo Cozumel. The Nature Conservancy, Conanp, ProNatura. Disponible en www.conabio.gob.mx/gap/images/e/.../104_Arrecife_Profundo_Cozumel.pdf
- CONABIO-SEMARNAT. 2008. Fotografías aéreas digitales de la Región Golfo de México. Tomadas por Joanna Acosta o José Díaz en el marco del proyecto "Los Manglares de México: Estado actual y establecimiento de un programa de monitoreo a largo plazo" desarrollado por la CONABIO y con el apoyo de SEMARNAT.

- Costanza, R., O. Pérez-Maqueo, M. L. Martínez, P. Sutton, S. J. Anderson y K. Mulder. 2008. The Value of Coastal Wetlands for Hurricane. Protection Ambio Vol. 37, No. 4, June 2008 Royal Swedish Academy of Sciences 2008 247, <http://www.ambio.kva.se>
- DOF. 2005. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. reforma del 23-02-2005, México.
- DOF. 2008. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2007-2012, SEMARNAT, MÉXICO
- Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar. 2003. Sistema Lagunar Alvarado. Disponible en: ramsar.conanp.gob.mx/documentos/fichas/42.pdf
- Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar. 2003. Sian Ka'an. Disponible en: ramsar.conanp.gob.mx/documentos/fichas/17.pdf
- Goldenberg SB, C. W. Landsea, A. M. Mestas-Nunez y W.M. Gray. "The recent increase in Atlantic hurricane activity: Causes and implications". Science 293: 474–479. doi:10.1126/science.1060040. PMID 11463911
- Hernández Santana, J. R., M. A. Ortiz Pérez, A. P. Méndez Linares, L. Gama Campillo. 2008. Morfodinámica de la línea de costa del estado de Tabasco, México: tendencias desde la segunda mitad del siglo XX hasta el presente. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM. Núm. 65, 2008, pp. 7-21
- Holland, G. J., y P. J. Webster. 2007. Heightened tropical cyclone activity in the North Atlantic: Natural variability or climate trend?, Philos. Trans. R. Soc. London, Ser. A, doi:10.1098/rsta. 2007.2083.
- Imagen del Golfo, 27 de septiembre de 2010. Disponible en <http://www.imagendelgolfo.com.mx>
- INE. 2005. Evaluación Preliminar de las Tasas de Pérdida de Superficie de Manglar en México. Dirección General de Investigación de Ordenamiento Ecológico y Conservación de los Ecosistemas. Instituto Nacional de Ecología, México.
- INE. 2006. Tercera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. México, primera edición. 274 pp.
- INE. 2009. Adaptación a los impactos del cambio climático en los humedales costeros del Golfo de México. J. Buenfil (ed), 2 Vols. INE, México. Vol. I 377 pp y Vol. II. 487 pp. Disponible en: [<http://www.ine.gob.mx>]
- INE. 2009b. Cuarta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. México, primera edición. 274 pp.

INEGI, Censos Económicos 2009. Disponible en:
<http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/proyectos/censos/ce2009/default.asp?s=est&c=14220>

Infolatam, 21 de septiembre de 2010. Disponible en: <http://www.infolatam.com>

IPCC. 2007a. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)] Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

IPCC. 2007b: Climate Change 2007: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Parry, Martin L., Canziani, Osvaldo F., Palutikof, Jean P., van der Linden, Paul J., and Hanson, Clair E. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, 1000 pp.

Kim, H., P. J. Webster y J. A. Curry. 2009. Impact of shifting patterns of Pacific Ocean warming on the frequency and tracks of North Atlantic tropical cyclones. *Science*, 325, 77-80

King, D. 1998. The Dollar Value of Wetlands: Trap Set, Bait Taken, Don't Swallow. *National Wetlands Newsletter*. Vol. 20, No. 4. Environmental Law Institute. Washington D.C. USA

Landa, R., V. Magaña y C. Neri. 2008. Agua y clima: elementos para la adaptación al cambio climático. Semarnat. México.

Lindig-Cisneros, R. y J. B. Zedler. 2005. La restauración de humedales. En: Sánchez, Ó., E. Peters, R. Márquez-Huitzil, E. Vega, G. Portales, M. Valdés y D. Azuara (eds.). *Temas Sobre Restauración ecológica*. Instituto Nacional de Ecología-Semarnat, U.S. Fish and Wildlife Service, Unidos para la Conservación. México, D. F. pp. 201-213

Magaña, V., J. L. Pérez, J. L. Vázquez, E. Carrisoza y J.B. Pérez. 1999. El Niño y el Clima. Los Impactos de El Niño en México. V. Magaña, Ed., 23-66.

Méndez, M., V. Magaña. 2010. Regional Aspects of Prolonged Meteorological Droughts over Mexico and Central America. *Journal of Climate* 23:5, 1175-1188 Online publication date: 1-Mar-2010.

Poder Ejecutivo Federal. 2007. Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012. Presidencia de la República, México.

- Rajavel, A.R., Natarajan, R. and Vaidyanathan, K. 2006. Mosquitoes of the mangrove forests of India: Part four – Coringa, Andhra Pradesh. *Journal of American Mosquito Control Association*, Vol. 22 No. 4, pp. 579-81.
- Ramsar. 1971. Convención de Ramsar sobre los humedales. *Convention on Wetlands of International Importance especially as Waterfowl Habitat*. UNESCO. Ramsar, Irán.
- Ramsar Convention. 2010. Disponible en: <http://www.ramsar.org>
- Salas-de-León D. A., M. A. Monreal-Gomez, D. Salas-Monreal, M. L. Riveron-Enzastiga y N. L. Sanchez-Santillan. 2006. Inter-annual sea level variability in the southern Gulf of Mexico (1966-1976). *Geophysical Research Letters*, 33, n.8, L08610.1-L08610.4.
- Semarnat. 2007. Estrategia Nacional para el Ordenamiento Ecológico del Territorio en Mares y Costas. México
- Semarnat-Conanp. 2010. Estrategia de Cambio Climático para Áreas Protegidas (ECCAP). SEMARNAT. México. 40 pp.
- Semenov, M. A., R. J. Brooks, E. M. Barrow y C. W. Richardson. 1998. Comparison of the WGEN and LARS-WG stochastic weather generators for diverse climate. *Climate Research*. 10: 95-107 pp.
- SIAP, SAGARPA, Sistema de Información Agropecuaria. 2009. Disponible en <http://www.siap.gob.mx>
- Tiessen, H. y J. W. B. Stewart. 2000. Applying Ecological Knowledge to Landuse Decisions. SCOPE, IAI and IICA. 159 pp.
- Tudela, F. 1989. La modernización forzada del trópico, El caso de Tabasco. Proyecto Integrado del Golfo, El Colegio de México, México. p489
- WWF. 2010. Planeta Vivo: Informe 2010. Biodiversidad, biocapacidad y desarrollo. WWF. España. 119 pp.
- Zaldivar, M. A., J. A. Herrera-Silveira, C. Teutli-Hernández, F. A. Comín, J. L. Andrade, C. Coronado y R. Pérez. 2010. Conceptual Framework for Mangrove Restoration in the Yucatán Peninsula. *Ecological Restoration - Volume 28, Number 3, September 2010*, pp. 333-342

