

Biblioteca del especialista



Las inundaciones de 2010 en Veracruz Vulnerabilidad y adaptación

**Adalberto Tejeda Martínez
Estela Montes Carmona
Clorinda Sarabia Bueno
Coordinadores**

V E R A C R U Z

Universidad Veracruzana

Dr. Raúl Arias Lovillo
Rector

Dr. Porfirio Carrillo Castilla
Secretario Académico

Lic. Víctor Aguilar Pizarro
Secretario de Administración y Finanzas

Dr. César Ignacio Beristáin Guevara
Director General de Investigaciones

Lic. Claudia Díaz Rivera
Responsable técnica de la colección La Ciencia en Veracruz

La edición de este libro se realizó gracias al apoyo del Fondo Mixto de Ciencia y Tecnología, integrado por el Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave y el Conacyt, al proyecto 144382, Difusión de la Labor de los Investigadores Científicos y Tecnológicos en el Estado de Veracruz, mediante la colección de libros intitulada: La Ciencia en Veracruz.

Coordinador general de la colección La Ciencia en Veracruz / Víctor Manuel Alcaraz Romero

Coordinación editorial / Martha Poblett Miranda

Diseño editorial / Humberto Brera

Corrección de estilo / Ana María Carbonell León y Rosario Ponce Perea

Material manuscrito / Juana Zepeda Díaz, Gloria Cuevas Guillaumen y Uriel Bando Murrieta

Primera edición

D.R. © 2012. Consejo Veracruzano de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico

Esta obra es propiedad intelectual de sus autores, y los derechos de publicación han sido legalmente aceptados y autorizados.

Prohibida su reproducción total o parcial por cualquier medio sin autorización expresa y por escrito de su legítimo titular de derechos.

ISBN Colección La Ciencia en Veracruz: 978-607-9090-00-5

ISBN Las inundaciones de 2010 en Veracruz. Vulnerabilidad y adaptación: 978-607-9090-??-?

Impreso en México / Printed in Mexico



Contenido

INTRODUCCIÓN	6
– Cotaxtla: Un municipio que se levanta del desastre. Estrategias sustentables ante la presencia del cambio climático	12
– Propuesta para estimar la vulnerabilidad de la zona costera Veracruz-Boca del Río ante fenómenos hidrometeorológicos	34
– Zonas de abastecimiento de agua y albergues temporales en inundaciones y terremotos	60
– Atención psicosocial en desastres por inundaciones en el estado de Veracruz	106
– La salud pública veterinaria en el bajo Papaloapan veracruzano en condiciones de inundación	126
– Estrategias para reducir la vulnerabilidad de las unidades de producción de tilapia ante inundaciones en Veracruz	144
– Elementos clave de la capacidad adaptativa ante riesgos por fenómenos hidrometeorológicos extremos en el estado de Veracruz: una propuesta metodológica	168
SIGLAS	199
BIBLIOGRAFÍA	201

Introducción

El Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC) define la vulnerabilidad como el grado de susceptibilidad o de incapacidad de un sistema para afrontar los efectos adversos del cambio climático y, en particular, la variabilidad del clima y los fenómenos extremos. Asimismo, puntualiza que dependerá del carácter, magnitud y rapidez del cambio climático a que esté expuesto un sistema y de su sensibilidad y capacidad adaptativa.

El binomio vulnerabilidad-adaptación resulta importante al momento de plantear las estrategias y definir qué riesgos deben enfrentarse primero y cómo considerar el cambio climático, ya que la vulnerabilidad de la población no sólo está determinada por los eventos climatológicos, sino también por la distribución de la riqueza y las estructuras sociales.

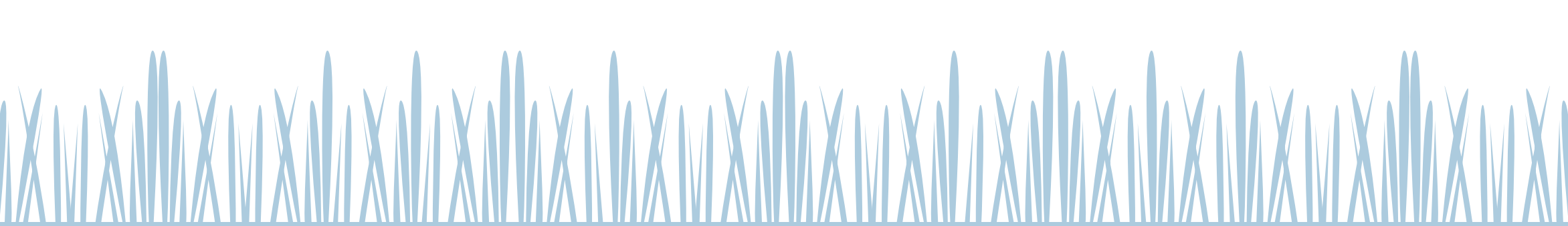
Cuando ocurre un evento, las personas afectadas son las que generan soluciones de adaptación en base a los riesgos locales existentes, al contexto local, a las tradiciones y a los sistemas de organización locales. Las políticas y los instrumentos institucionales pueden facilitar esta adaptación, de menor a mayor escala.

En este contexto se desarrolla el contenido de este tercer tomo, que consta de siete capítulos. El primero inicia con la estrategia que se plantea para el municipio de Cotaxtla, Veracruz (municipio marginado que cuenta con un largo y costoso historial de daños por inundaciones), y que servirá como proyecto piloto para otros municipios con las mismas condiciones desfavorables, en los que la gente que menos tiene es la más vulnerable a impactos adversos, pues éstos afectan los recursos que utilizan y de los que dependen en gran medida para su subsistencia.

El aumento en la densidad de población en las zonas costeras, los largos periodos de preparación que muchas de las medidas de adaptación requieren y las limitaciones institucionales, financieras y tecnológicas –particular-

mente en muchos países en desarrollo– dan como resultado que los sistemas costeros sean considerados vulnerables a los cambios del clima. A partir de esta premisa, el segundo capítulo presenta una propuesta para estimar la vulnerabilidad de la zona costera Veracruz-Boca del Río que, según los autores, puede ser aplicada a cualquier zona del país. Cabe resaltar que una de las conclusiones señala que los principales cambios en la cobertura del suelo son el incremento de la mancha urbana y la disminución de la vegetación de dunas costeras, situación preocupante, ya que sirven de barrera amortiguadora en un posible evento hidrometeorológico.

Cuando una comunidad se ve afectada por algún fenómeno natural (inundaciones, sismos) se tienen que hacer movimientos masivos de emergencia de la población afectada a refugios seguros, ya sea antes, durante o después de un evento, lo que presenta nuevos retos, como el suministro de agua potable a la población, desplazada o no. Ante esta problemática, los autores del tercer capítulo se dieron a la tarea de identificar zonas menos vulnerables a las inundaciones y terremotos para seleccionar sitios de abastecimiento de agua y tipificar construcciones de servicios estratégicos (albergues, hospitales, centrales de bomberos y plantas de tratamiento de agua), analizando las condiciones hidrogeológicas y el riesgo sísmico en la zona conurbada Veracruz-Boca del Río. Cabe señalar que estos efectos directos irremediablemente traen como consecuencia otros efectos indirectos: la seguridad en los alimentos y la salud humana. **Autores, por favor, desarrollar más esta idea** Es de destacar que la conclusión de este capítulo es que en México no se tiene la infraestructura necesaria para la instrumentación de planes de suministro de agua en situaciones de emergencia y que, por ende, no se cumplen los reglamentos modernos, en los que se consideran las condiciones locales, por lo que los



investigadores proponen la realización de más investigaciones al respecto y el planteamiento de nuevas propuestas.

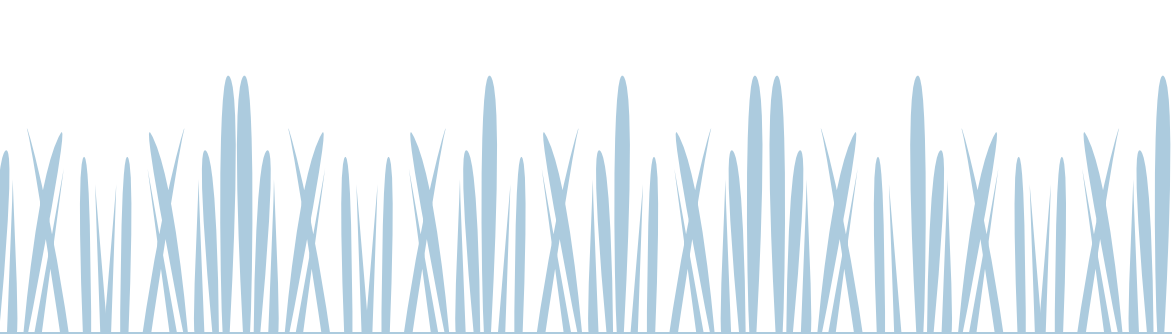
Por otro lado, resulta relevante indicar que las situaciones de emergencia y desastre producen diversos problemas a nivel individual, familiar, comunal y social. En cada uno de estos niveles, las emergencias y los desastres deterioran los mecanismos de protección de la persona y acrecientan los riesgos de que aparezcan numerosos tipos de problemas. En este contexto el capítulo cuarto plantea un modelo de intervención en desastres masivos para situar las diversas funciones que un psicólogo puede tener en las diferentes fases de un desastre. Las repercusiones psicológicas en la población después de un desastre por inundación, han llevado a desarrollar diferentes modalidades de intervención entre niños, adolescentes, jóvenes y adultos. Las fases que tiene este modelo para la intervención son: preadvertencia, advertencia, impacto y posimpacto, que se aplican a un colectivo (al individuo, a la familia, a la comunidad y a las organizaciones).

Dado que la inclusión de los animales en los planes de gestión de riesgo es vital para la recuperación social y económica de las comunidades, en el capítulo quinto se habla de los efectos que en la ganadería de la región del bajo Papaloapan —en especial la denominada de doble propósito, que da sustento a la existencia de una lechería tropical y genera los animales que serán enviados al abasto de carne— tiene una situación de desastre ocasionado por algún fenómeno hidrometeorológico, siendo las inundaciones las principales por su frecuencia. Asimismo, se plantea que para contrarrestar las enfermedades que padecen los bovinos, durante y después de dichas contingencias, es necesaria la aplicación de las medidas previstas en los programas de manejo en situaciones de desastre, elaborado con el enfoque de la salud pública veterinaria. La

intervención veterinaria de emergencia “típica” se puede dividir en dos etapas: una preparatoria y otra de emergencia propiamente dicha, precedida de un entrenamiento específico de los veterinarios para el manejo de epidemias.

En este orden de ideas, otra especie vulnerable es la tilapia que se cultiva en “granjas” acuícolas. En el capítulo sexto se señala que para su producción se debe considerar toda la información meteorológica e hidrológica disponible, pues las unidades donde se produce esta especie también fueron afectadas en un porcentaje considerable por el huracán *Karl*. Y que la vulnerabilidad de dichas unidades estuvo determinada por tres factores que están relacionados con el grado de exposición, la sensibilidad y la capacidad adaptativa (conocimiento del riesgo) y el acceso de recursos financieros para prevenir o mitigar los daños. Los productores afectados tienen un conocimiento tácito de los riesgos de inundaciones, por lo que se proponen estrategias dirigidas a la reparación de daños a corto, mediano y largo plazo.

Finamente y para concluir con este tomo, en el último capítulo se plantea que la capacidad adaptativa se relaciona no sólo con la historia socioambiental de los sistemas socioecológicos, sino también con las dinámicas poblacionales y la disponibilidad de activos, decisiones y opciones de vida, tales como tierra, agua, infraestructura, servicios, salud, educación, ingresos, seguridad social, así como por la posibilidad de contar con créditos e información. A partir de esta idea —y para proponer indicadores que evalúan la capacidad adaptativa frente a la exposición a eventos meteorológicos extremos— se desarrolla una metodología que parte de un marco conceptual integral planteado en proyectos anteriores, que se basa en los estudios del Programa Veracruzano de Acción ante el Cambio Climático.



Haciendo hincapié en que, si bien todo proceso de análisis metodológico necesita validación y prueba, sin duda alguna *Las inundaciones de 2010 en Veracruz Vulnerabilidad y adaptación* constituye un primer paso útil para la investigación.

Los desastres en el mundo han tenido y tendrán un creciente impacto. Las consecuencias ambientales y psicosociales, así como las unidades de producción se incrementarán significativamente, por ello es fundamental el papel de la Universidad Veracruzana y de los docentes-investigadores para la formación y preparación de nuevos cuadros universitarios en este ámbito de intervención para la atención integral y para la generación de conocimiento que pueda ser socialmente útil a la entidad veracruzana.

Estela Montes Carmona

Directora del Instituto de Ingeniería de la Universidad Veracruzana

Clorinda Sarabia Bueno

Investigadora de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Veracruzana Cotaxtla: un municipio que se levanta del desastre. Estrategias sustentables ante la presencia del cambio climático



Cotaxtla: Un municipio que se levanta del desastre. Estrategias sustentables ante la presencia del cambio climático

Rey Acosta Barradas
Katia Romero León



INTRODUCCIÓN

Los efectos antropogénicos en la atmósfera han causado cambios importantes en el clima del planeta, particularmente se observa una intensificación del ciclo global del agua que trae como consecuencia un incremento del riesgo por inundaciones. Diversos estudios han comprobado que la frecuencia de grandes inundaciones ha aumentado sustancialmente en el mundo en el último siglo y los modelos climáticos, tanto estadísticos como dinámicos, prevén que esta tendencia creciente continuará (Milly *et al.*, 2002). México y en particular el estado de Veracruz no escapan a la influencia de estos fenómenos meteorológicos y los impactos que dejaron los huracanes de 2005 y 2010 dan cuenta de ello.

Las inundaciones afectan de muchas maneras a la población; además de cobrar vidas humanas, son causa de desastres que afectan significativamente su bienestar económico y social, ya que destruyen su base socioeconómica y generan una estela de transferencia de recursos de otros sectores para apoyar a las personas afectadas. Esto hace que la zona de influencia del siniestro rebase con mucho el área de impacto, afectando el ritmo de crecimiento y desarrollo de la sociedad y dificultando la asignación de los escasos recursos hacia nuevas inversiones.

Los desastres representan una amenaza tanto para la estabilidad económica a corto plazo como para el desarrollo sostenible a largo plazo (Benson *et al.*, 2007). Sin embargo, son elementos naturales que van a seguir sucediendo y, por ello, la sociedad está obligada a conocerlos y a generar las condicio-

nes para reducir sus niveles de vulnerabilidad. Las inundaciones son parte de esa gama de fenómenos naturales con un amplio poder de destrucción que frecuentemente afecta extensiones territoriales densamente pobladas. La base de datos de desastres internacionales (OFDA/CRED, 2006) ha estimado que en el año 2000 hubo casi doscientos cuarenta millones de personas damnificadas por las inundaciones en todo el mundo. En México, entre 1971 y 2010 se registraron más de treinta inundaciones y sólo en el periodo 2005-2010 aproximadamente 5.5 millones de mexicanos resultaron afectados, siendo los huracanes *Stan* y *Karl* los más dañinos (OFDA/CRED, 2010).

Se ha estimado que en un solo año las pérdidas materiales alcanzaron más de cuatrocientos doce millones de pesos (Jiménez y Sánchez, 2007). Las transformaciones derivadas del cambio climático obligan a la adopción de políticas y medidas de prevención que minimicen los riesgos y garanticen la tranquilidad y seguridad de la población. Estas medidas pueden reducir las pérdidas tanto sociales como materiales de la sociedad (NIBS, 2002).

En Estados Unidos se ha calculado que por cada dólar invertido en prevención y seguros es posible ahorrar al menos cuatro dólares por reconstrucción (NIBS, 2005). Incluso un estudio en el estado de Luisiana mostró que la destrucción o modificación de estos ecosistemas puede resultar en un aumento significativo de los daños económicos causados por los huracanes de entre 4 732 y 18 653 dólares por hectárea removida (Constanza *et al.*, 1989).

Desafortunadamente, en México se ha privilegiado la remediación inmediata antes que evitar y prevenir los graves efectos derivados de los impactos de estos fenómenos naturales, ignorando

de alguna manera el alto costo en bienestar que le impone a la sociedad (Boege, 2003). Es necesario incorporar estrategias de prevención que reduzcan el impacto de los fenómenos naturales y que le den mayor certeza y continuidad a la tranquilidad de las personas en sus lugares de residencia, sobre todo en el sector rural.

El estado de Veracruz ha sido constantemente afectado por fenómenos naturales agravados por el cambio climático. Recientemente el huracán *Karl* provocó inundaciones y desastres importantes en diversos municipios. Su presencia evidenció una cultura incipiente en economía de huracanes en la entidad, lo que reveló el alto nivel de vulnerabilidad de la población. Por todo esto, resulta indispensable la implementación de estrategias ambientales, económicas, políticas y sociales que permitan la prevención y adaptación a estos fenómenos naturales. Partiendo de lo anterior, es objetivo de este trabajo presentar algunas estrategias de prevención que estarán basadas, no en la reconstrucción y reproducción de la vulnerabilidad, sino en un nuevo modelo de desarrollo que apunte hacia la restauración y reconciliación de la sociedad con su medio ambiente. Así, se pretende elaborar un modelo de desarrollo sustentable en el que las fortalezas naturales, como los ríos y arroyos, se conviertan en oportunidades del desarrollo y no en amenazas latentes a la espera de lluvias intensas para arrastrar destrucción.

En efecto –utilizando herramientas económicas y ambientales para la evaluación de daños, el cálculo de riesgos y el reconocimiento de oportunidades–, se pretende promover la reforestación con especies riparias que operarían como barreras naturales y la construcción de desfuegos que

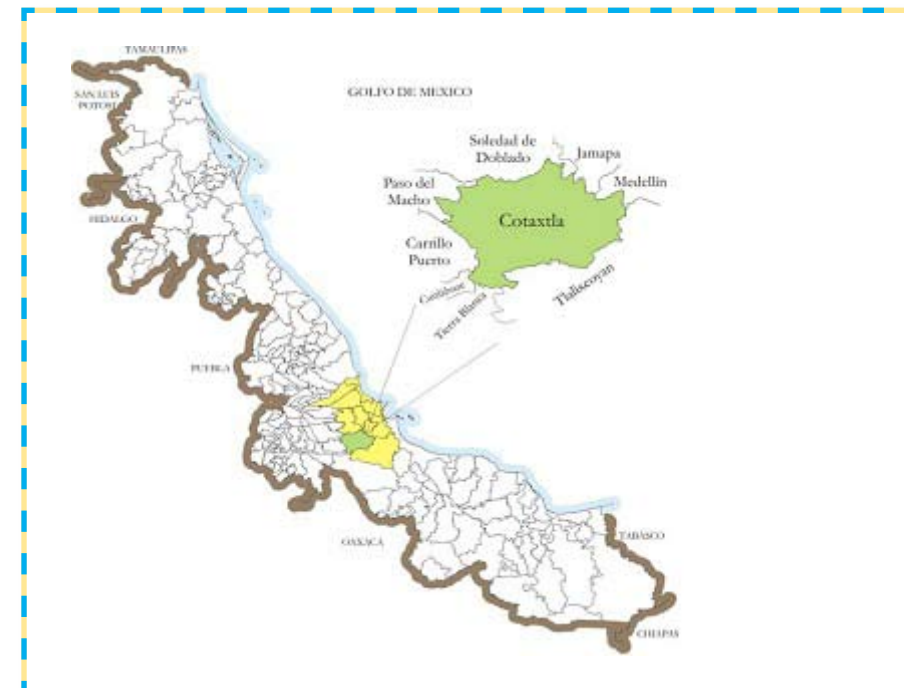
recanalicen los flujos de agua. Además, se propone incentivar la conversión de la actividad agropecuaria tradicional hacia una actividad agroforestal y agroecológica, de tal forma que se garantice la seguridad económica, social y ambiental del municipio en el mediano y largo plazos. La meta es un proyecto piloto que sirva de ejemplo para otros municipios con características y amenazas similares.

Situación general

El municipio de Cotaxtla –catalogado con un alto nivel de marginación– fue gravemente afectado por el huracán *Karl*. Se localiza en la región del Sotavento, en la zona centro costera del estado y cuenta con el río Cotaxtla y otros ríos menores. La deforestación es un problema latente, pues 93% del uso del suelo ha cambiado de bosques a ganadería o agricultura, y 68% de la población depende de esta actividad. En esta situación, el municipio se encuentra desprevenido ante huracanes y con un alto riesgo de futuros desastres, por lo que la posibilidad de seguir teniendo pérdidas económicas, ambientales y de bienestar social continuará latente.

Localización

Se localiza en la región del Sotavento, en la zona centro costera del estado de Veracruz (mapa 1), en las coordenadas 18° 50' latitud norte y 96° 24' longitud oeste, a una altura de 40 msnm; colinda al norte con Soledad de Doblado y Jamapa, al sur con Tierra Blanca, al este con Tlaxiaco y al oeste con Carrillo Puerto y Cuitláhuac.



Características físicas

Tiene una superficie de 659.68 km², cifra que representa el 0.91% del territorio estatal. Se localiza dentro de la cuenca Jamapa-Cotaxtla, formada por dos corrientes muy importantes, que en su confluencia se conocen como río Cotaxtla y río Jamapa. El río Cotaxtla representa una importante riqueza natural, se trata de un cuerpo de agua que atraviesa la parte central del municipio y que define mayoritariamente su perfil agroecológico. Existen además otros ríos de menor caudal aunque con un flujo permanente de líquido como son Paso Grande, Pozuelos y Soyolapa. También se localiza un río pequeño al suroeste del municipio, denominado río Tizapa, cerca de la comunidad de La Tinaja, que es afluente del río Cotaxtla. El Tizapa es considerado un río intermitente, **¡Autores sí**

■
Mapa 1
Ubicación del
municipio
de Cotaxtla
Fuente:
Centro Estatal de Estudios
Municipales, 1988

se refiere al Tizapa? ya que su fluido de agua suele interrumpirse algunos meses del año.

También existe un buen número de arroyos, unos con cause permanente y otros con cause temporal. En total el municipio de Cotaxtla cuenta con aproximadamente 541.4 km de escurrimientos de ríos y arroyos. Con la excepción del río Cotaxtla, los demás ríos y arroyos son de menor afluencia, sin embargo, son considerados de respuesta rápida (mapa 2). Esto es, son escurrimientos de crecimiento rápido e intempestivo en su caudal ante la presencia de lluvias intensas, ya que la mayoría de ellos nacen en las estribaciones de la sierra del Pico de Orizaba y Cofre de Perote.

Los ríos y escurrimientos localizados dentro del municipio representan su mayor riqueza; aunque, paradójicamente, también constituyen su principal amenaza.

Mapa 2
Cotaxtla: relieve y escurrimientos de agua

Fuente:
Prontuario
de Información
Geográfica Municipal
de los Estados Unidos
Mexicanos (2009)



Las inundaciones en la cuenca del río Jamapa-Cotaxtla se deben, en gran medida, a la presencia de lluvias generadas por sistemas tropicales que provocan inundaciones en tan sólo unas horas. De acuerdo con los registros estadísticos del sistema de captura de calamidades de la Secretaría de Protección Civil, en 2005, 547 420 habitantes de los municipios Atoyac, Boca del Río, Calchahuaco, Camarón de Tejeda, Córdoba, Cotaxtla, Huatusco, Jamapa, Manlio Fabio Altamirano, Medellín de Bravo y Totutla sufrieron los efectos de las inundaciones. El huracán *Stan*, que impactó con categoría uno (vientos máximos entre 119 y 154 km/h, escala Saffir-Simpson) al estado durante los días 1 al 5 de octubre de 2005, provocó intensas lluvias, vientos e inundaciones, así como desbordamientos de cuerpos de agua y deslaves, la pérdida de vidas humanas, y la destrucción de infraestructura, viviendas y cultivos; los municipios de la cuenca Jamapa-Cotaxtla afectados fueron 24.

Otro evento que impactó la región fue la precipitación generada por el frente frío 1 y la onda tropical 31 en septiembre de 2008; en aquella ocasión se desbordaron los ríos Jamapa y Cotaxtla y se inundaron al menos 12 poblaciones de los municipios de Jamapa, Cotaxtla, donde el agua superó en algunas partes los 55 cm (Reyes y Hubaldo, 2009).

Estos datos demuestran que históricamente Cotaxtla ha sufrido el paso de los huracanes sin tener prevención alguna ante los eventos que cada vez se vuelven más severos y frecuentes. El riesgo es cada vez más alto y crecerá en la medida que crezca la intensidad de los siniestros.

Características socioeconómicas

• Población

Para el año 2005, la población del municipio de Cotaxtla contabilizaba un total de 18 821 habitantes, cifra que representaba el 2.6% del total estatal. De éstos, 9 188 eran hombres y 9 633 eran mujeres. En una estimación para el 2010, el Comité de Planeación para el Desarrollo de Veracruz (Copladever) reportaba un total de 21 145 habitantes, de los cuales 10 591 eran hombres y 10 554 mujeres, lo que representa un crecimiento de la población del orden del 0.62%. Aquella cifra alcanzó números negativos en el periodo 2000-2005 del orden del -0.09%, debido a la emigración masiva de mano de obra hacia Estados Unidos (cuadro 1).

CUADRO 1

Cotaxtla: Tasa media de crecimiento de la población

2005-2010	2.35
2000-2005	-0.09
1995-2000	0.94
1990-1995	1.59
1980-1990	0.13

Fuente: Sefiplan-Copladever (2010)

Según el Censo Nacional de Población y Vivienda (2000), Cotaxtla es catalogado como un municipio de alta marginación, lo que lo ha convertido también en un alto expulsor de mano de obra, principalmente hacia Estados Unidos. De acuerdo con el INEGI (2005) cuenta con un total de 4 784 viviendas particulares, de las cuales 22.5% no disponen de agua potable, 25.5% no cuentan

con drenaje, 25% no cuentan con sanitarios; 5% no cuentan con electricidad, 18.7% cuentan con piso de tierra, y 97.2% no disponen de una computadora en casa.

Aunque el municipio posee una gran variedad de recursos naturales, como sucede con otros municipios del país, esta riqueza no se ha podido reflejar en el bienestar económico y social de su población que, como ya se señaló, vive en condiciones de alta marginación.

• Usos del suelo

El municipio de Cotaxtla tiene una vocación eminentemente agropecuaria, la presencia de sus ríos y arroyos, así como su clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, le han dado un perfil agroecológico muy apropiado para que la fotosíntesis sea la condición que determine su vocación productiva. Bajo estas condiciones, la producción agrícola ocupa alrededor del 55% del territorio municipal, la ganadería 38%, los asentamientos urbanos 0.05% y la vegetación secundaria 7% (gráfica 1). El proceso de deforestación ha aumentado ante una cre-



Gráfica 1
Cotaxtla:
Usos del suelo

Fuente:
Fuente: Copladever, 2010.

ciente actividad agrícola, más de 90% del uso del suelo es ahora destinado a la agricultura y ganadería, lo que ha acentuado el riesgo y vulnerabilidad de la población ante el desgaste y erosión del suelo. La gráfica 1 nos permite definir claramente cómo el sector agropecuario es primordial en la generación de riqueza y empleo en el municipio. Por lo tanto, es necesario crear propuestas que permitan a la población continuar con las actividades económicas, sin aumentar más la presión sobre los recursos naturales.

Actividad económica

- **Agricultura**

De acuerdo al anuario estadístico de 2009, el municipio cuenta con una superficie total de 53 780.6 ha, de las cuales se destinan a actividades agrícolas alrededor de 20 299.4, distribuidas en las 1 676 unidades de producción. Los principales productos agrícolas son: maíz con 1 425 ha, de las cuales 10 son de riego y 1 415 de temporal; frijol con 240 ha; papaya con 700 ha; limón persa con 356 ha y mango con alrededor de 700 ha. Hay otros productos de menor importancia que también se cultivan en el municipio como sandía, chile verde y naranja, entre otros (cuadro 2).

El área de pastizal ocupa una superficie de 29 485.7 ha, que se destinan en su totalidad a la ganadería, allí se ubican 1 320 unidades de producción rural con actividad de cría y explotación de animales. Existen también 614 unidades de producción rural con actividad forestal, de las que 224 se dedican a productos maderables.

CUADRO 2

Cotaxtla: Cultivos cíclicos y prerennes, 2009 (Riego y temporal)

1	Ajonjolí	60	60	45	0.75
2	Calabaza	10	10	15	1.5
3	Caña de azúcar	236	236	18,532.00	78.52
4	Chile verde	40	40	335	8.38
5	Frijol	240	240	210	0.88
6	Jaca (Jackfruit)	12	12	240	20
7	Limón	356	356	4,091.55	11.49
8	Maíz Grano	1,425	1,425	4,300.00	3.02
9	Mango	700	700	17,500.00	25
10	Nanche	4.5	4.5	13.5	3
11	Naranja	13	13	260	20
12	Papaya	700	700	49,000.00	70
13	Pastos	315	315	9,198.00	29.2
14	Sandía	25	25	438	17.52
15	Tamarindo	24.5	24.5	122.5	5
16	Toronja (Pomelo)	175	175	7,000.00	40
TOTAL		4,336.00	4,336.00		

Fuente: SIAP-SAGARPA (2010)

- **Población ejidal**

Un municipio agropecuario como Cotaxtla, encuentra un soporte muy fuerte en su población ejidal. En efecto, la población ejidal es importante, debido a que desde 2001 se cuenta con 17 ejidos que suman una superficie total de 7 775.034 ha y un total de 1 011 ejidatarios, de los cuales 880 eran varones y 131 mujeres. La presencia de población urbana es todavía incipiente, las comunidades que contemplan un mayor movimiento laboral, económico y comercial son la cabecera municipal Cotaxtla, La Tinaja, La Capilla y La Colonia Ejidal, aunque el mayor número de habitantes del munici-

pio se sigue concentrando en el sector rural, donde la presencia de productores campesinos ejidatarios garantiza la producción de granos básicos como maíz, frijol, chile y papaya, que son sustento no sólo de la población local, sino de otros municipios aledaños.

- **Ganadería**

La ganadería es una actividad importante en el municipio. En 2009 la producción de bovinos en pie alcanzó 6 610 t, mientras que la producción en canal alcanzó 3 305 t; la de porcinos en pie 2 097 t y en canal 1 680 t; la de ovinos 36 t; la de caprinos 6 t. Por su parte, la producción de gallináceas rindió 6 693 t en pie y 5 546 t en canal, mientras que la de guajolotes produjo 6 t. En lo que a producción de leche se refiere se produjeron 6 134 miles de litros; de huevo para plato se reportaron 64 t; y en la producción de miel 28 t, y 1 t de cera en greña (cuadro 3).

CUADRO 3

Cotaxtla: Producción, 2009

Especie	Producción (toneladas)	Valor de la producción (miles de pesos)
Ganadería		
Bovinos en pie	6,610.66	126,391.50
Bovinos en canal	3,305.89	119,766.90
Cerdos en pie	2,097.32	41,255.50
Cerdos en canal	1,680.46	58,673.80
Avícola		
Gallináceas en pie	6,693.7	120,920.80
Gallináceas en canal	5,546.10	145,747.20

Fuente: SIAP-SAGARPA (2010)

En resumen, la producción de ganado bovino da cuenta de 43% del total de la producción ganadera, mientras que la producción de aves contabiliza

za 44%. Esta vocación ganadera en la producción de gallináceas se debe a la cercanía que el municipio tiene con estratégicos centros urbanos (ciudad de Veracruz, Boca del Río y Córdoba).

- **Industria y servicios**

En materia de industria y servicios la actividad económica es menos relevante, no obstante, el municipio cuenta con cierta actividad petrolera y una industria de fabricación de fibras acrílicas. También se observa cierta actividad turística, sobre todo en la época de calor, pues resulta atractivo visitar el paisaje natural que enmarca al río Cotaxtla. La posición geográfica del municipio constituye una ventaja comparativa propicia para que en un mediano plazo el crecimiento de estos sectores económicos pueda ser incrementado.

Hacia una estrategia de sustentabilidad

Preámbulo

La pobreza que caracteriza al municipio junto con una planeación ajena al alto riesgo que representan las inundaciones hicieron que la factura que recientemente cobró el huracán *Karl* fuera muy alta. Un simple cálculo nos reporta que en cultivos como la papaya y el maíz se perdió casi el 100% de las cosechas, lo que en términos monetarios contabilizó más de 100 millones de pesos (SIAP, 2010). Este dato revela la necesidad de disponer de herramientas de evaluación de costos que sean lo más certeras posibles; de otra manera, no se podrían conocer los beneficios de la adopción e implementación de medidas preventivas en el municipio. Es necesario cuantificar los daños

materiales, económicos, sociales y ambientales que Cotaxtla sufrió después del paso de *Karl* mediante un análisis costo-beneficio que incluya no sólo cuestiones materiales, sino también los niveles de compenetración y sensibilidad de la población.

Metodología

Adaptando la metodología de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) a las características del municipio, se propone evaluar el impacto del huracán en daños materiales y sociales a la población (ex-post), de tal forma que se logre obtener una estimación lo más completa posible de los costos. Asimismo, se cuantificarán los beneficios derivados de establecer proyectos preventivos mediante un análisis costo-beneficio, en el que el nivel real de beneficios dependa del nivel de gravedad de los fenómenos extremos esperados. Este análisis se elaborará mediante el enfoque probabilístico, que consiste en obtener la curva de probabilidad de desborde, en el que además se incluirá la probabilidad de ocurrencia de inundaciones en el municipio. Para ello, se utilizará información de investigaciones realizadas previamente dentro de la cuenca Jamapa-Cotaxtla. Posteriormente, se analizará la vulnerabilidad de los medios de subsistencia imperantes en el municipio, los que serían destino prioritario de las medidas de reducción del riesgo, tanto para el caso de que dicha medida se adopte como para cuando no sea así. **Autores redondear la idea**

Con esta información se podrá obtener la curva de probabilidad de pérdida –a partir de la cual se tendrá la probabilidad de los diferentes niveles de

pérdida con y sin la medida adoptada– y se podrán calcular los beneficios anuales medios previstos de una medida de reducción del riesgo de desastres. Para que este análisis garantice mejores resultados, deberá combinarse con otros enfoques, como la teoría de juegos, y con estrategias de ganancia mínima o de pérdida máxima.

Ninguna estrategia funciona si la población no tiene los niveles de compenetración y sensibilidad que garanticen su funcionamiento y operatividad. Es por eso que se considera necesario incluir en el análisis la percepción de la población ante el riesgo de inundaciones en su localidad. Para esto, se estimará, mediante el método de valor de contingencia, la disposición de las personas a incurrir en gastos de prevención del riesgo. Este análisis permitirá calcular mejor la pérdida de bienestar social ante una contingencia como la inundación. Como parte del análisis, también deberán incluirse los posibles efectos indirectos del desastre, como el aumento en los precios de los insumos o de los productos agrícolas, así como la disponibilidad de inversión y financiación de costos ordinarios de la contraparte gubernamental requeridos para mitigar sus impactos.

Con este acervo de información, será más fácil y certero determinar el costo total de una contingencia ambiental, así como el beneficio derivado de su prevención y movilización. La depuración y perfeccionamiento de esta metodología facilitará su réplica en otros municipios con características y problemáticas similares. La idea principal es disponer, con más certidumbre y una mayor probabilidad de éxito, de información que facilite la toma de decisiones tanto del sector público como de la población en general.

Estrategias

Para Davis y sus colaboradores (2004) es necesario identificar la vulnerabilidad de la localidad para así reconocer las capacidades y oportunidades de aprovechar esa debilidad presente y convertirla en una fortaleza futura. En el cuadro 4 se presenta la categoría de vulnerabilidades y capacidades por ámbito económico, físico y social.

CUADRO 4

Vulnerabilidades y capacidades en diferentes ámbitos, relacionadas con las amenazas

Ambiente	Vulnerabilidad	Capacidad
Social	Ocupación de zonas inseguras	Capital social
	<ul style="list-style-type: none"> • Lugares y edificios con alta densidad de ocupación • Falta de movilidad • Baja percepción del riesgo • Empleos vulnerables • Grupos y personas vulnerables • Corrupción • Falta de educación • Pobreza • Falta de análisis de la vulnerabilidad y la capacidad • Gestión y liderazgo deficientes • Falta de planificación y preparación para desastres 	<ul style="list-style-type: none"> • Mecanismos para hacer frente a situaciones difíciles • Estrategias adaptables • Memoria de desastres anteriores • Buen gobierno • Normas de ética • Liderazgo local • Organizaciones no gubernamentales locales • Rendición de cuentas • Planes y preparación para desastres adecuadamente establecidos
Físico	Edificios en riesgo	Capital físico
	<ul style="list-style-type: none"> • Infraestructura insegura • Instalaciones críticas inseguras • Urbanización rápida 	<ul style="list-style-type: none"> • Edificios e infraestructura resistentes ante fenómenos adversos intensos
Económico	Agricultura de monocultivo	Capital económico
	<ul style="list-style-type: none"> • Infraestructura insegura • Instalaciones críticas inseguras • Urbanización rápida 	<ul style="list-style-type: none"> • Edificios e infraestructura resistentes ante fenómenos adversos intensos
Ambiental	Deforestación	Capital ambiental
	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminación del suelo, el agua y el aire • Destrucción de barreras naturales frente a tormentas (manglares) • Cambio climático mundial 	<ul style="list-style-type: none"> • Barreras naturales frente a la acción de las tormentas • Procesos naturales de recuperación ambiental (bosques que se recuperan de incendios) • Biodiversidad • Gestión responsable de los recursos naturales

Fuente: Davis, Haghebaert y Peppiatt (2004)

Con base en lo anterior, las estrategias de mitigación específicas que se proponen para el municipio de Cotaxtla tienen que ver con acciones como las siguientes:

Programa de reforestación

El uso inapropiado de los ecosistemas se manifiesta en un aumento de la vulnerabilidad de la cuenca en su conjunto. Por lo tanto, el manejo de todos los recursos es crucial para la prevención de riesgos por inundación, ello hace necesario un programa de reforestación en todo el municipio que le devuelva algo de las características naturales que tuvo en el pasado. Además, es urgente reforestar el área ribereña con especies riparias que funcionen como diques naturales para evitar el desbordamiento del río. Replantar el amurallamiento natural de las comunidades con especies nativas se ha convertido en una necesidad impostergable.

Rediseño de la producción agropecuaria

La tala de bosques y la presencia de cultivos que desnudan al suelo de su cobertura vegetal propician la erosión, de manera que llegan a los ríos grandes cantidades de materiales en suspensión que agravan los efectos de la inundación. Por lo tanto, se propone un rediseño de la producción agropecuaria y forestal que involucre la diversificación de cultivos, manteniendo una base forestal que sirva para el uso de recursos forestales y que, además, brinde servicios ecosistémicos de retención de suelo y de mitigación de los impactos de

la lluvia. La producción agrícola bajo un sistema agroecológico se plantea como una herramienta para el reordenamiento territorial y como una solución a los problemas de deslave.

Sistema de desfogues

Las canalizaciones de los flujos de agua solucionan los problemas de inundación en algunos tramos del río, pero en otros, donde el agua llega más rápidamente, los agrava. Éste es el argumento que sostiene la propuesta de la construcción de canales de desfogue que permitan el tránsito del agua hacia lugares menos poblados y donde puedan tener mejores usos alternativos.

Viviendas

Al asfaltar las superficies se impermeabiliza el suelo —lo que impide que el agua se absorba por la tierra— y facilita su escurrimiento con gran rapidez, aumentando el caudal de los ríos y la velocidad de inundación. Además, la ocupación de los cauces por construcciones reduce la sección útil para evacuar el agua y la capacidad de la llanura de inundación del río. Por lo tanto, es necesario un plan de ordenamiento de los asentamientos humanos que reduzca los riesgos de inundación. Se propone, además, la construcción de barreras artificiales frente a las casas con fosas sin cemento, como se ha realizado en otros países (Dixit, 2008), lo que permitiría que la población contara con el tiempo suficiente para llegar a refugios y lugares seguros.

Educación

Un hecho innegable es que sin un programa de educación no podrá generarse la cultura de la prevención necesaria para afrontar las contingencias. La educación es una semilla, es condición necesaria para rediseñar una nueva sociedad. Todas aquellas estrategias que se realicen en el municipio deberán tener un alto componente educativo y deberán ser congruentes con el manejo de toda la cuenca Jamapa-Cotaxtla, pues las políticas públicas, las condiciones del mercado y los usos y costumbres han marcado también los tipos de aprovechamiento y los estilos de desarrollo en el tiempo.

Consideraciones Finales

Un desastre natural como el que afectó la zona centro del estado de Veracruz el pasado septiembre de 2010, nos obliga a comprender su complejidad y a aprender de la experiencia. Los cotaxtlecos están consternados por la tragedia, pero también están conscientes de la profundidad y magnitud de la lección que el siniestro les ha dejado. No reniegan de los impactos de la naturaleza, pero sí les interesa conocerla, interpretarla y, sobre todo, vivir en armonía con ella. Lo peor que les puede ocurrir es dejar pasar la oportunidad y no generar una nueva cultura en la que las contingencias ambientales sean una parte sustantiva de la vida cotidiana de la sociedad.

En este sentido, debemos ser constructivos en la crítica y creativos en la solución. La actividad humana es la principal causa de los desastres naturales, pues ha venido alterando los ciclos naturales;

además, la mala planificación de los asentamientos humanos, la falta de medidas de protección y seguridad, la ausencia de planes de emergencia, y el escaso o nulo nivel de compenetración y sensibilidad de la población ante este tipo de fenómenos, son ingredientes que hacen que los fenómenos naturales se conviertan en desastres y adquieran proporciones más grandes.

El cambio climático y el calentamiento global generan nuevas circunstancias climatológicas en el planeta. Esta transición hacia nuevas condiciones demanda un proceso de educación de la sociedad para asegurar condiciones de adaptación y seguridad, la reducción de la vulnerabilidad y la creación de las bases para un modelo de desarrollo que promueva la restauración y la reconciliación de la sociedad con su medio ambiente. Es decir, un desarrollo que garantice la seguridad económica, social y ambiental de la población, siguiendo pautas de sostenibilidad en el corto y largo plazos.

Propuesta para estimar la vulnerabilidad de la zona costera Veracruz-Boca del Río ante fenómenos hidrometeorológicos

Eduardo Ramírez Chávez
Daniela Díaz García
Juan Manuel Rodríguez Esteves



INTRODUCCIÓN

Cada vez son más las regiones costeras de nuestro planeta que por su singularidad y complejidad atraen la atención del mundo científico. Dadas sus condiciones físicas y estéticas, las zonas costeras son áreas sujetas a fuertes demandas en torno a sus recursos naturales, ya que éstos ofrecen oportunidades especiales para el desarrollo de un gran número de actividades socioeconómicas, entre las que destacan la industria, el desarrollo urbano, el turismo y la recreación, el transporte, la agricultura, la acuicultura y las pesquerías, entre muchas otras actividades posibles (Hinrichsen, 1995). Por ello, más del 53% de la población en el mundo vive a menos de 200 km de la costa y esta cifra aumenta exponencialmente a través del tiempo (Ortiz Lozano *et al.*, 2005).

En las planicies costeras ha crecido la población y se han urbanizado (Gabriel y Pérez, 2006); la zona costera Veracruz-Boca del Río no es ajena a esta tendencia, de hecho ésta constituye uno de los corredores turísticos e industriales del estado y del Golfo de México y ha tenido un rápido crecimiento habitacional.

En general, dicha urbanización y ocupación utilitaria de los litorales se ha dado de un modo poco planificado, y ha contribuido a la modificación de la dinámica de los procesos biofísicos, a la degradación de los recursos y al incremento de la fragilidad natural del territorio que alberga las actividades del medio social. Esto, consecuentemente, ha potenciado impactos negativos sobre la comunidad y sus bienes, ocasionando los mal llamados “desastres naturales” (Rodríguez, 2007).

Bajo este contexto, se observa que existe una vinculación estrecha entre el medio ambiente y los desastres que no puede dejarse de lado al hablar de vulnerabilidad ante la presencia de fenómenos naturales (Monti y Escofet, 2008). De esta manera, situaciones como la degradación de un ambiente dada por la pérdida de cobertura vegetal natural, aumenta la vulnerabilidad del lugar ante amenazas naturales como lluvias extremas, huracanes, tornados, ventiscas, etcétera. La vulnerabilidad se agudiza si un sitio naturalmente frágil es modificado para instalar infraestructura urbana, acción que pone en riesgo a la población que lo habita.

En lo que se refiere a la gestión pública ante desastres, en México se ha abordado de una manera desarticulada, y a pesar de que se han hecho esfuerzos institucionales para la atención, mitigación y prevención de los desastres. Estos esfuerzos han sido planteados considerando sólo el punto de vista sectorial y se han enfocado a ubicar las zonas de riesgo (en la construcción de atlas de riesgos o peligros naturales), pero no se han desarrollado los mecanismos para su articulación con los diferentes instrumentos de planificación, como los planes de desarrollo o el Ordenamiento Ecológico del Territorio (OET). Por esta razón distan de ser considerados como instrumentos de política integradora.

Lo antes mencionado se complica aún más, si se enmarca en el contexto del actual cambio climático global, en el cual numerosos factores asociados al calentamiento atmosférico y al ascenso del nivel medio del mar han dado lugar a una intensificación de los fenómenos naturales extremos, que acompañados del cambio de la cobertura de suelo, del constante crecimiento poblacional y de la expansión urbana fuera de control, han propiciado

la degradación ambiental de las costas (Cabrera *et al.*, 2009; EIRD, 2003).

El desarrollo económico de la zona costera de Veracruz-Boca del Río ha implicado la transformación de la cobertura natural, lo que ha repercutido en la provisión de los servicios ambientales que proporciona cada tipo de vegetación. En este sentido, resulta fundamental modelar la vulnerabilidad costera para el desarrollo sustentable de las costas y los océanos, más aún tratándose de municipios que, como los aquí estudiados, representan un gran aporte económico al estado (INEGI, 2005). Esta zona conurbada de Veracruz y Boca del Río convive con ecosistemas de gran relevancia como los manglares, sistemas de estuarios, arrecifes coralinos, costas rocosas y playas, todos ellos de enorme importancia por sus recursos naturales y los servicios ambientales que prestan a la comunidad (Cortina *et al.*, 2007).

Respecto al tema de vulnerabilidad, el investigador se enfrenta al reto de desarrollar definiciones, las cuales deberán ser precisas y concretas (INE, 2000). La innovación de conceptos debe permitir asociar rasgos del mundo natural y social como requisito para la planeación ambiental, basada en la vulnerabilidad de la región, que es relativamente poco conocida por la ciencia y cuenta con planes para intensificar su desarrollo (García, 2006). **¿Autores texto confuso, ¿qué se basa en la vulnerabilidad de la región, y qué es lo poco conocido por la ciencia?**

El presente trabajo contribuye a la estimación de la vulnerabilidad costera basada en un modelo que por medio de indicadores permita la construcción de índices, y cuya apreciación sintética logre facilitar la comprensión para la toma de decisiones.

Justificación

El sistema conturbado **Autores ¿el término conturbado es correcto?** de Veracruz-Boca del Río es considerado la principal zona conturbada costera del país y presenta un acelerado crecimiento (Ortiz Lozano *et al.*, 2005). El incremento de asentamientos humanos cercanos a las costas aumenta la presión que se ejerce sobre los ecosistemas costeros, reflejándose en las concesiones de los hábitats, el incremento de contaminantes en la zona, la excesiva demanda de recursos costeros y la creciente pérdida de la biodiversidad, como una consecuencia de los cambios de cobertura y uso de suelo, la deforestación y la fragmentación de los ecosistemas.

De acuerdo con lo anterior, el área de estudio enfrenta graves riesgos de sufrir percances fuertes en temporada de lluvias. A pesar del esfuerzo conjunto del gobierno (en sus tres niveles) y de la sociedad en general, no se ha logrado establecer las condiciones que garanticen la seguridad a la población ante estos fenómenos. Hasta aquí se puede observar que el riesgo se compone de un sistema natural y un sistema social, esto es, lo que afecta y lo que está afectando (Romo, 1996). **Autores confuso, falta aclarar**

Respecto a la valoración de la vulnerabilidad costera ante amenazas hidrometeorológicas se encuentra que, por un lado, ésta ha estado sujeta a un prolongado e intenso debate, sin alcanzar acuerdos o definiciones únicas. Se cuenta con algunos modelos conceptuales, en situaciones muy puntuales o en procesos muy generales, o con modelos que separadamente analizan situaciones sociales o naturales por medio de indicadores específicos

para cada área, pero no con la combinación de ambos (Sorensen *et al.*, 1992). Por otro lado, se han calculado indicadores de tipo ambiental, es decir, que combinan variables naturales y humanas (Villa y McLeod, 2002), sin embargo, son escasos los modelos propuestos a nivel local, particularmente para países en desarrollo.

Para el caso de México, el gobierno federal considera a la zona costera como una zona prioritaria y orienta su gestión, por lo menos en su discurso, de manera integral como un tema de seguridad nacional, en el que se incluyen temas como los riesgos naturales, la vulnerabilidad de la población y la infraestructura, la autosuficiencia alimentaria, el manejo sustentable del agua, etcétera. Por ello, se está impulsando una política ambiental nacional sobre océanos y costas que proporcione bases para un desarrollo sustentable y que cuente con ordenamientos ecológicos marinos y terrestres (Semarnat, 2006).

Además de su heterogeneidad paisajística, la complejidad geomorfológica y climática de la zona costera implica una serie de factores que conllevan a realizar un análisis a diferentes escalas que permitan definir los componentes y elementos necesarios en su análisis (Escofet, 2004). **Autores confuso, idea no clara**

Un elemento importante para el estudio de la zona costera es el cambio climático, que se da principalmente en países en desarrollo, puesto que en los últimos años se ha presentado un drástico aumento en el número de eventos naturales extremos que han ocasionado muertes humanas, pérdidas materiales asociadas con la destrucción de viviendas e infraestructura, entre otras.

Según datos del Programa de las Naciones Uni-

das para el Medio Ambiente (PNUMA), se estima que entre 1980 y 2000, el 75% de la población mundial ha estado expuesta, al menos una vez, a ciertos desastres naturales como terremotos, ciclones, inundaciones o sequías (PNUMA, 2004). De aquí parte la necesidad de representar el espacio y los elementos que contiene, así como de contar con una visión comprehensiva y sinóptica que facilite el entendimiento de los diferentes tipos de problemas que se enfrentan en las zonas costeras. Ante esto, es primordial elaborar un análisis que permita estimar y asignar valores objetivos a los bienes y servicios que prestan los ecosistemas, como una herramienta en el establecimiento de estrategias para su conservación y desarrollo sustentable.

En este estudio se estima la vulnerabilidad costera ante los fenómenos naturales de origen hidrometeorológico, para identificar los factores que construyen socialmente el desastre en la zona costera de Veracruz-Boca del Río, y establecer mecanismos que se puedan insertar dentro del manejo integral de la zona costera.

Objetivo general

Diseñar un modelo que identifique los ambientes más susceptibles ante fenómenos hidrometeorológicos (particularmente lluvias) de la zona costera Veracruz-Boca del Río.

Objetivos específicos

- Identificar los principales fenómenos naturales que han afectado a la zona.
- Identificar los principales cambios de cobertura de suelo.

- Determinar las zonas susceptibles de sufrir daños ante fenómenos naturales.
- Seleccionar los factores que generan la vulnerabilidad ante fenómenos hidrometeorológicos, particularmente lluvias.

Marco teórico

La zona costera es definida como una franja de tierra firme y espacio oceánico adyacentes que interactúan entre sí, con recursos naturales susceptibles de ser aprovechados y que proporcionan bienes públicos o privados (Sorensen *et al.*, 1992). La utilización de los recursos costeros es muy diversa y adopta múltiples formas que en ciertos casos son complementarias, pero a veces generan conflictos, por lo que una de las directrices que se plantea el gobierno mexicano es ordenar el territorio en sus aspectos terrestre y marino. En este último componente, las costas mexicanas toman importancia por su ocupación poblacional relativamente reciente (Espejel y Arredondo-García, 2007).

El Manejo Integrado de la Zona Costera (MIZC) presenta como meta mejorar la calidad de vida de las comunidades humanas que usan o dependen de los recursos costeros, manteniendo los servicios ambientales producidos por estos ecosistemas, pero sin dejar de lado las actividades económicas propias de cada región que lleven a su desarrollo (Cicin-Sain y Knecht, 1999). Es importante aplicar este tipo de planeación y manejo ambiental en países como México, que poseen un extenso litoral en el que se realizan múltiples actividades. La presente investigación se enmarca bajo este concepto. Los esfuerzos pioneros del MIZC

datan de los años sesenta cuando, en Estados Unidos, varios estados conformaron agencias oficiales para enfrentar los complejos problemas costeros derivados de las presiones del desarrollo. El mayor impulso se alcanzó en 1972 con la promulgación del Acta Federal de Manejo de las Zonas Costeras (MZC), la cual proporcionó la estructura administrativa y los fondos e incentivos necesarios para conseguir (bajo concurso) el apoyo del gobierno federal para el planteamiento de programas integrales sobre los usos de tierra y agua de la zona costera, por entonces no bien definida. En 1979, más de dos docenas de los 53 estados y territorios costeros habían aprobado programas de MIZC, cubriendo más del 90% de la costa de Estados Unidos (Matuszeski, 1999).

A nivel mundial, fue en 1992, bajo el escenario de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, que se recomienda el MIZC, como un marco apropiado para responder a los asuntos (mundiales y nacionales) planteados por las relaciones entre la sociedad y los medios marino-costeros. En el año 2000, en el capítulo 17 de la Agenda 21, se instaba a todas las naciones con litoral a adoptar planes de manejo integrado costero. Entonces quedó claro que para conservar y proteger los componentes y los procesos costeros, la parte terrestre y la parte marítima debían ser gestionadas conjuntamente, en un único programa, necesariamente con formas innovadoras e integradoras de planificación y gestión (Cabrera *et al.*, 2009).

El MIZC es aplicado en varios países y definido por diferentes autores (INE, 2000; Cicin-Sain y Knecht, 1999; León y Robles, 2002; UNESCO, 1997; Moreno-Casasola *et al.*, 2006). Todos con-

cuerdan en que debe ser un proceso dinámico que reúna a gobiernos y sociedades, a científicos y administradores, a intereses públicos y privados, que sus estrategias de manejo deben considerar las relaciones existentes entre cada subsistema, dentro de una frontera geográfica con límites hacia el mar y hacia tierra.

Para eso es necesaria una aproximación integrada, en la que se considere incluir información de los sistemas biofísicos y socioculturales a diferentes escalas, y en la que se puedan contemplar las diferentes perspectivas que tienen los distintos encargados de la administración de la zona costera. Sin embargo, y a pesar del carácter incluyente que en teoría debe tener el MIZC, sólo ha sido hasta fechas recientes que las ciencias naturales han tratado de incluir los procesos y fenómenos de estudio de las ciencias sociales (Adger, 1996; Turner, 1998).

De esta manera el MIZC no es sólo una herramienta para la planeación y administración de las costas, sino un enfoque de manejo de una zona geográfica establecida, es decir, resume una decisión tomada con base en aspectos ecológicos, tecnológicos, socioeconómicos, legales, políticos, filosóficos y éticos, según el contexto social (Moreno-Casasola *et al.*, 2006).

Cabe resaltar que en el contexto del actual cambio climático global, en el que numerosos factores asociados al calentamiento atmosférico y al ascenso del nivel medio del mar han dado lugar a una intensificación de los fenómenos naturales extremos y a la degradación ambiental de muchas costas (Cabrera *et al.*, 2009). A esto se suma el hecho de que los sectores influyentes de la sociedad comenzaron desde hace varias décadas a entender

que la zona costera es mucho más que una franja de mar con una línea fronteriza en la tierra (García, 2006), que los ecosistemas costeros brindan servicios ambientales fundamentales, entre los que hay que destacar los relacionados con la protección costera frente a los riesgos ante fenómenos naturales crecientes, como las inundaciones, los huracanes, los tsunamis y tormentas, por mencionar algunos. Sólo así se explican los llamados de atención que se han hecho en diferentes partes del mundo sobre la necesidad urgente de administrar el espacio costero de manera responsable, con inteligencia, prudencia y perspectivas de largo plazo (Gay, 2000; Conde, 2003; Magaña, 2003; Monterroso y Gómez, 2002; Cavazos y Divas-Rivas, 2004).

La urbanización y ocupación de los litorales sin una planificación, sin respetar las normas existentes, así como el cambio en el uso del suelo y la modificación o destrucción de las protecciones costeras naturales (arrecifes coralinos, pastos marinos, manglares, dunas) pueden contravenir la dinámica de los procesos biofísicos, degradar los recursos costeros, incrementar la fragilidad natural del territorio que soporta las actividades del medio social y, consecuentemente, potenciar impactos negativos sobre la comunidad y sus bienes (Monti y Escofet, 2008; Cabrera *et al.*, 2009). Estas condiciones incrementan el riesgo definido a partir de la magnitud, intensidad y frecuencia de fenómenos naturales, tanto hidrometeorológicos como geológicos —es decir la amenaza—, y de aspectos físicos, socioeconómicos y ecológicos que muestran la vulnerabilidad que se tiene ante el mismo (Monti y Escofet, 2008).

El uso de un MIZC encuentra su justificación en que los asentamientos urbanos en los espacios litorales, usualmente frágiles y pequeños, requieren de enfoques explícitos sobre sus rasgos físicos y sociales. La conservación y uso sostenido de esos espacios demanda la confluencia y acuerdos de diferentes actores, dentro del proceso dinámico de diagnóstico, monitoreo y ajuste (Barragán, 1997).

Para esta investigación el riesgo es la probabilidad de que se produzcan ciertas consecuencias a raíz de un evento natural o provocado. Las consecuencias son un factor que depende tanto del grado de exposición de los elementos, como de la susceptibilidad de los mismos frente a amenazas (fenómenos naturales hidrometeorológicos o geológicos) (Cardona, 1993). La vulnerabilidad es la incapacidad de un sistema para absorber, mediante su propio ajuste, los efectos de un determinado cambio en el medio (Wilches-Chaux, 1993).

Como parte de la filosofía del manejo integrado costero, la reducción de riesgos y desastres se ha venido constituyendo en un subconjunto de elementos y acciones cuyos objetivos son: prevenir las amenazas, minimizar la vulnerabilidad ante dichas amenazas (mitigar), avisar a la población antes de la ocurrencia de un desastre (alertar) y evacuar. También salvar, asistir y proteger a la población y a sus bienes (responder), y corregir los daños (reconstrucción). Por lo tanto, las medidas de prevención, mitigación, alerta, respuesta y reconstrucción deben implementarse todas en un MIZC.

El MIZC desde la perspectiva de la vulnerabilidad

Las zonas costeras son la primera línea de defensa continental contra las amenazas de origen natural. Son zonas de amortiguamiento contra los estragos de los tsunamis, olas embravecidas, inundaciones y erosión. Existen dos aspectos funcionales de la relación humana con las zonas costeras: la prestación de servicios ecológicos y la mitigación de los efectos de las amenazas hidrometeorológicas y marinas, aspectos que están estrechamente vinculados (Isobe, 1998).

La Política Ambiental Nacional para el Desarrollo Sustentable de Océanos y Costas (PANDSOC) es la visión integral del sector medio ambiental para el desarrollo de acciones del gobierno que incorporen a la sociedad civil y conduzcan el desarrollo de las costas y océanos del país bajo procesos económicos limpios, en beneficio de las poblaciones humanas que habitan estas regiones (Semarnat, 2007). En ella se menciona que se tiene que incluir en los procesos de planeación de la zona costera y marina, y los compromisos establecidos en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, para reducir su vulnerabilidad, prever desastres y realizar un manejo integrado de riesgos asociados a este fenómeno global.

De esta manera, la gestión ambiental puede convertirse en una forma eficaz para reducir los desastres y, al mismo tiempo, lograr muchos otros objetivos, incluyendo la conservación de la biodiversidad, la mitigación de los cambios ambientales globales adversos y la reducción de la pobreza. No obstante, se reconoce la dificultad actual que representa la integración de la gestión ambiental

en las políticas de reducción de desastres, especialmente en lo que respecta a la gestión de recursos hídricos para reducir el riesgo de inundaciones (EIRD, 2003). En las estrategias para la reducción de desastres, rara vez se promueven actividades ambientales que minimicen la vulnerabilidad, y por lo general, cuando se presentan, sólo son un efecto secundario positivo pero no planificado. Sin embargo, la difusión de los casos en que se han aplicado estimula su utilización (EIRD, 2003).

Actualmente, los sistemas de planeación son ampliamente aceptados como herramienta de la gestión ambiental para disminuir la vulnerabilidad. La planeación ambiental es necesariamente un ejercicio interdisciplinario que genera progresos metodológicos como consecuencia directa del aprendizaje mutuo entre los diferentes colaboradores. De la misma forma, recientemente el manejo integral de la zona costera, al incorporar varios sectores y cobrar relevancia regional en temas relacionados con la seguridad alimenticia, la disminución de la pobreza, la conservación de la biodiversidad, la reducción de riesgo de los peligros naturales y el desarrollo económico, ha sido reconocido como un subcampo de la planeación ambiental (Christie *et al.*, 2005).

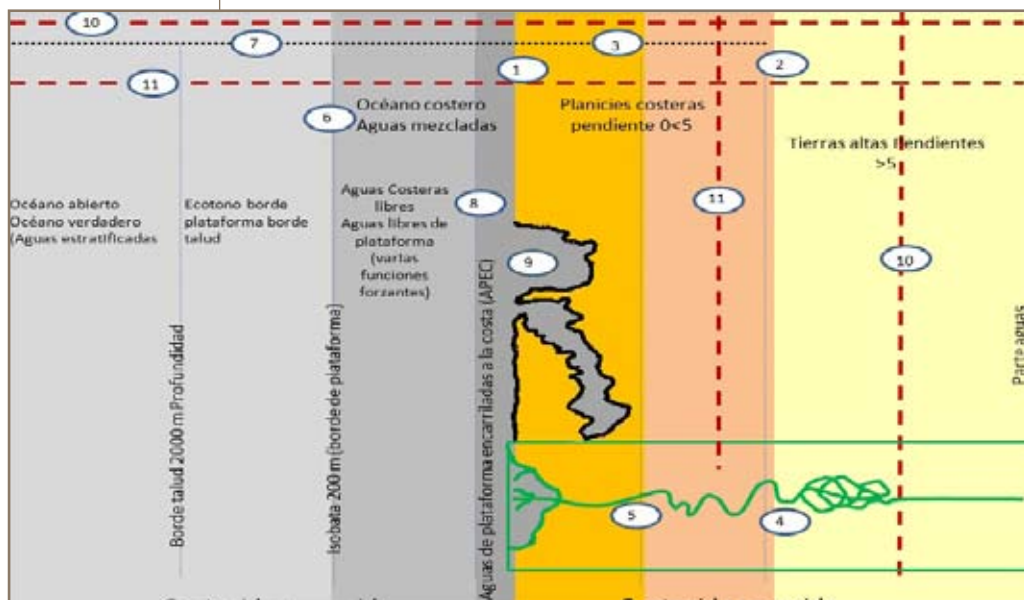
Lo anterior puede ser comprobado por el número de naciones con algún tipo de programa de manejo costero, las cuales han crecido de 57 en 1993 a 95 en el 2000 (Sorensen y Harbor, 2000). Esto representa un aumento substancial en la inversión de los gobiernos de los países desarrollados y de las organizaciones internacionales hacia los países en desarrollo en esta materia.

De hecho, una definición restringida de desarrollo se plantea, de forma muy abreviada, como

la reducción de vulnerabilidades (o de riesgos) y el aumento de las capacidades de la sociedad, es decir, la categoría de riesgo pasa a ser parte intrínseca del desarrollo (Lavell, 1996). Por lo cual, la caracterización, diagnóstico y monitoreo de los riesgos costeros es hoy un componente clave de los programas de MIZC y constituye una sólida base del proceso de planificación y toma de decisiones antes, durante y después de la ocurrencia de una emergencia asociada a los riesgos (Cabrera *et al.*, 2009).

Para incorporar la reducción de riesgos y desastres al MIZC, es fundamental realizar una zonificación. Esta investigación retoma los trabajos de Gómez-Morín y Fermán (1991) y Escofet (2004), en tanto estos autores integran los ambientes terrestres y marinos en zonas costeras en un modelo jerárquico anidado. Las investigaciones de estos autores, junto con los estudios de García (2006) han sido integrados en las propuestas del Instituto Nacional de Ecología (INE) para la regionalización

Gráfica 2
Franjas paralelas
a la costa
Fuente: Escofet (2004)



de los mares y costas mexicanos, orientada al ordenamiento costero (Córdova y Vázquez *et al.*, 2006). Cabe mencionar que para este trabajo se partirá de las franjas marino-costeras reconocidas por los autores antes mencionados (gráfica 2) y se planteará, tomando como base la planicie costera, identificando amenazas presentes y describiendo su vulnerabilidad ante ellas. No sólo se busca optimizar la explotación del litoral o la delimitación de las zonas a proteger y la conservación/recuperación, sino también analizar los aspectos que minimicen la vulnerabilidad y, por consiguiente, el riesgo de la zona conturbada Veracruz-Boca del Río.

Metodología

La metodología que se empleará para este trabajo se ha dividido en dos secciones, una que corresponde a la descripción del trabajo de campo, que tiene como finalidad conseguir insumos básicos para alcanzar los objetivos planteados, y otra en la que se aborda el aspecto cartográfico, el procesamiento y la corroboración de la información obtenida.

Aproximación espacial

Desde una perspectiva espacial o territorial, es importante considerar la forma en que el uso del territorio y sus recursos puede obedecer a lógicas y racionalidades territoriales distintas, ya sea por necesidades locales, regionales, nacionales o internacionales (Lavell, 2000). Ahora bien, si se piensa en las cuencas hidrográficas como una región, partiendo de una perspectiva que permite considerar

tanto factores naturales como sociales, se permitirá conocer la capacidad de reconocerlo de otros espacios **Autores, ¿qué permitirá? No es claro** (Rodríguez, 2007). De esta manera, la cuenca hidrográfica es un ecosistema estratégico para la observación y el análisis de las relaciones ambiente-sociodemográficas; representa una unidad natural para revelar las consecuencias ambientales de la acción humana, y las consecuencias sociodemográficas de los límites naturales sin estar delimitado por criterios políticos administrativos, por esta razón se utilizaron herramientas que permiten su estudio a dos diferentes escalas espaciales (Hogan, 1993).

Trabajo de campo

En la primera fase del trabajo de campo se identificaron coberturas de suelo o unidades ambientales (UA) 1:1 **Autores ¿a qué se refiere?**. Es decir, se identificaron las diferentes características ambientales de la zona en estudio, tratando de reconocer en campo las diferentes unidades que podrían considerarse como homogéneas al interior del área, a partir, principalmente, de caracteres geomorfológicos (parte aguas) y tipo de vegetación (cobertura de suelo). Cabe aclarar que para este reconocimiento ya se contaba con una delimitación del área de estudio, hecha de manera preliminar con ayuda de paquetería de Sistemas de Información Geográfica y de las subcuencas que reporta la Comisión Nacional del Agua para la zona.

Posterior a la identificación de las UA, se documentó la problemática ambiental directamente. En el mismo recorrido se registraron los problemas

ambientales evidentes a simple vista y aquellos factores que permitían suponer de forma sustentada la presencia de otros problemas menos evidentes. En algunos casos se obtuvo registro fotográfico.

Delimitación del espacio costero-terrestre

El estudio se abordó bajo dos escalas: la denominada mesoescala, cuya aproximación es de 1:100 000, y la llamada escala local, con una aproximación de 1:50 000. De esta manera la cuenca es la unidad espacial para el área de estudio. De este modo, las microcuencas y las localidades en las que se trabajó fueron las siguientes:

CUADRO 5

Microcuencas con sus localidades

Microcuenca	Localidades	Población total por microcuenca (INEGI, 2010)
Las Palmas	• Vargas, Nevería, Rancho el Gringo (Veracruz).	2,608
San Julián	• Delfino, Victoria, San Julián, Villarán (Veracruz).	5,604
Punta Gorda	• Punta Gorda, Basurero municipal (Veracruz).	66
Geovillas	• Cabo Verde, Caños de Santa Rita, Dos Lomas, Mata Cocuite, Paso San Juan, Santa Elena, Santa Rita, Valente Díaz y La Loma, San Bernardo, La Higuera, Apolo, Rancho La Parroquia, Maravillas, El Pando, Plan de Oro, Rancho Oluta, El Cocal, Rancho La Parroquia , Finca Villa Rica, Rancho Las Brisas, Rancho Limones, Buenos Aires, Los Pinos, Rancho Tamaca (Veracruz).	30,667
Río Medio	• Col. El Renacimiento, Col. Chalchihuecan, Granja del Río Medio 5 km, Rancho La Concha (Veracruz)	6,502
Las Bajadas	• Las Amapolas, Las Bajadas, Campestre Las Bajadas, Emiliano Zapata, San José, Rancho El Infante, Rancho Tembladeras (Veracruz).	19,960
Turística	• Boca del Río, Veracruz (Boca); Veracruz, (Veracruz).	564,777
La Condesa	• Paso Colorado, San José Novillero (Boca)	1,228
Puente Moreno	• Puente Moreno (Boca), El Almendro Sonora, Malibrán de las Brujas, Mata de Pita, Bajos del Jobo, Loma de Lila (Veracruz).	2,608

Autores: Falta fuente

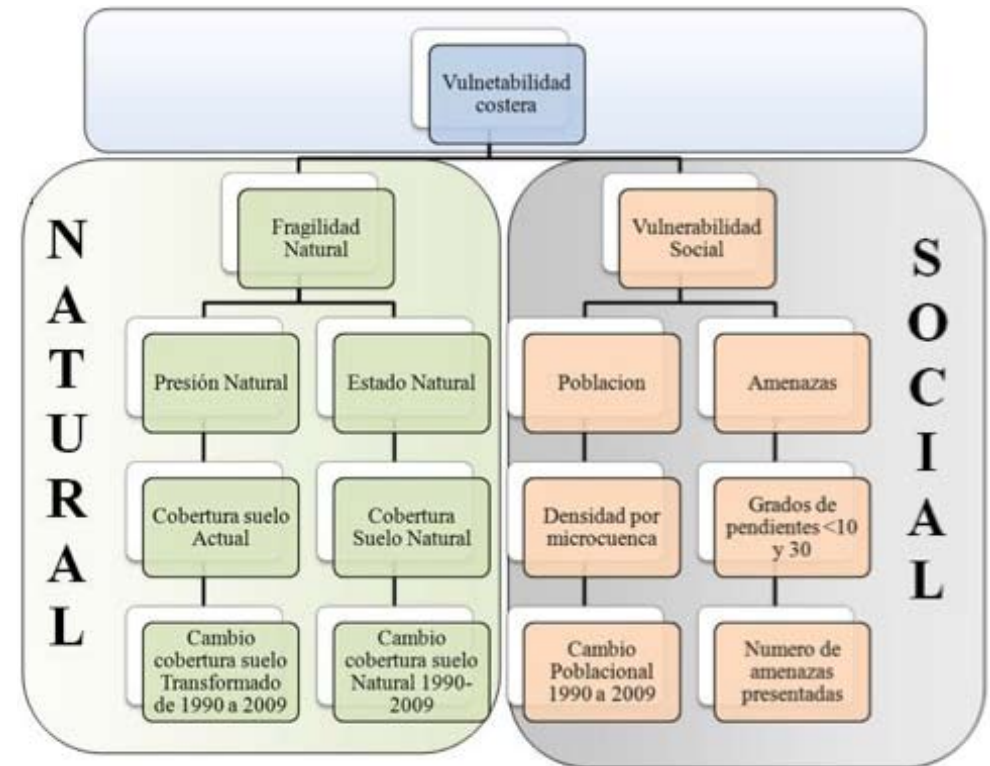
El nombre asignado a la microcuenca fue con base en la localidad más conocida dentro de la microcuenca. Para determinar las unidades ambientales, se reclasificó la cobertura de suelo que presenta el INEGI para la región (vegetación de dunas costeras, agricultura de riego, agricultura de temporal, área urbana, cuerpo de agua perenne, cuerpo de agua perenne interior, pastizal cultivado, agricultura de temporal):

- Cobertura de suelo natural, que se refiere a los usos de suelo que no han sido transformados significativamente por el ser humano
- Cobertura de suelo transformado, que hace mención a aquellos suelos que presentan un grado de alteración o uso por parte del ser humano.

Modelo de vulnerabilidad costera para la zona costera Boca del Río-Veracruz

El modelo se ramifica en dos índices, índice de fragilidad natural (IFN) y el índice de vulnerabilidad social (IVS). Donde el IFN expresa la condición del ambiente natural (EN) respecto del uso que la sociedad hace del territorio a través de la cobertura de suelo transformado o natural (PN). El IVS expresa la vulnerabilidad a la que está expuesta la población local, a través de la condición demográfica de la población (Pob), las amenazas naturales que se han presentado y el grado de la pendiente del terreno (AP) (esquema 1).

Con la delimitación obtenida, se obtiene la pérdida de cobertura vegetal natural de 1990 a 2010.



Información que posteriormente se utilizará como indicadores en la construcción del modelo de vulnerabilidad costera. Del mismo modo se calcula la superficie ganada por el uso de suelo transformado, es decir, aquella superficie cuyo uso de suelo ha perdido sus propiedades naturales y representa una actividad económica para la sociedad. Para la vulnerabilidad social se conjuga la densidad de la población para los años 1990 y 2010, el cambio poblacional que hubo en el mismo periodo de tiempo. Mientras que para el índice de amenaza se tomarán en cuenta indicadores como el número de amenazas registradas y el grado de pendiente del terreno.

■ Esquema 1
Modelo de vulnerabilidad costera
Fuente: FALTA

Modelo de vulnerabilidad costera Veracruz-Boca del Río

(Abstracción)

• Natural

A) **IVN:** índice de vulnerabilidad natural.

IFN: índice de fragilidad natural.

Pres. Nat: indicador de presión natural.

Cob Suelo Actual: cobertura de suelo transformado actual.

Cambio Cob Suelo t_0-t_1 : cambio de cobertura de suelo transformado.

Estado Natural: indicador de estado natural.

Cob Suelo Natural: cobertura de suelo natural actual.

Cambio Cob Suelo Nat: cambio de cobertura de suelo natural.

• Social

B) **IVS:** índice de vulnerabilidad social.

Población: indicador de la presión de población.

Pob/Área: indicador del tamaño de la población por área (microcuenca).

Pob₁-Pob₀: indicador del cambio en el tamaño de la población.

Amenaza y Pob: indicador del estado de la localidad.

°Pendiente: indicador grado de pendiente del terreno.

No. Amenaza: indicador de número de eventos extremos.

Es importante aclarar que el modelo de vulnerabilidad está expresado como la suma de los índices de fragilidad natural (IFN) y el índice de vulnerabilidad social (IVS).

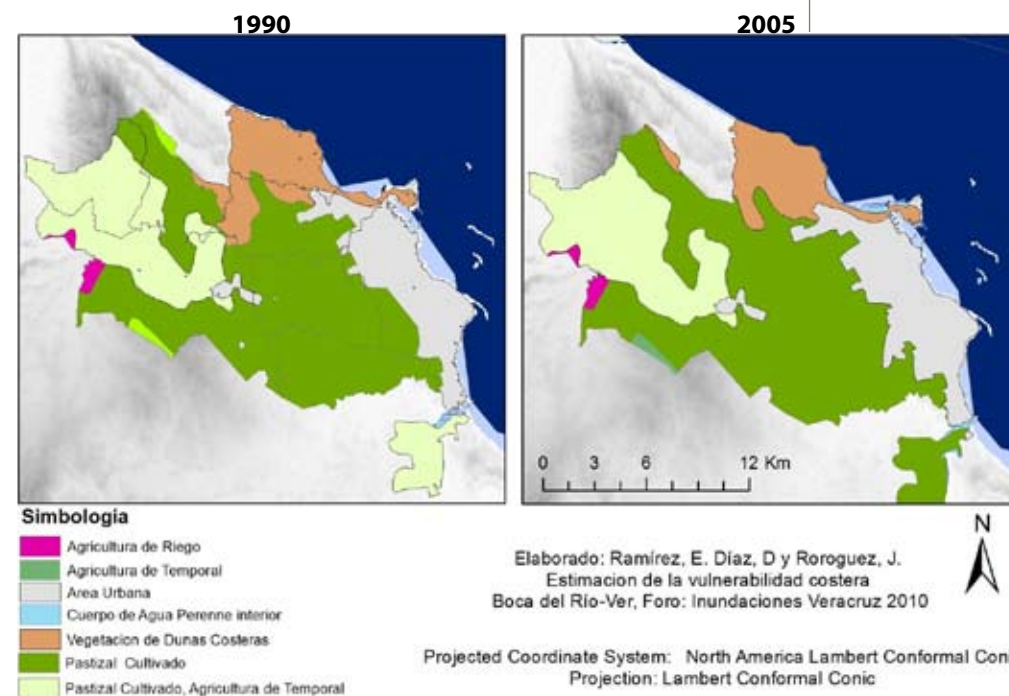
De esta manera nuestro modelo responde a la lógica de

$$MVC = \sum \text{índice de fragilidad natural (IFN)} + \text{índice vulnerabilidad social (IVS)} = 1 \quad (1)$$

Resultados

A continuación se presentan los análisis espaciales resultantes. En primera instancia se muestran los cambios de cobertura de suelo presentes de 1990 a 2005 (mapa 3), donde se contempla como principal crecimiento el área de uso urbano, y como principal decremento a la vegetación de dunas costeras. Es importante recalcar que se presenta un

■
Mapa 3
Cambios de cobertura de suelo Veracruz-Boca del Río
Fuente: Ramírez, Díaz, D. y Roroguez, J.





Grado de vulnerabilidad

- Bajo
- Medio
- Alto
- Veracruz
- Boca del Río

Elaborado: Ramírez, E. Díaz, D y Roroguez, J.
Estimación de la vulnerabilidad costera
Boca del Río-Ver, Foro: Inundaciones Veracruz 2010

Projected Coordinate System: North America Lambert Conformal Conic
Projection: Lambert Conformal Conic



Mapa 4
Vulnerabilidad costera Veracruz-Boca del Río
Fuente: Ramírez, Díaz, D. y Roroguez, J.

cambio de uso para toda la microcuenca la Condensa (microcuenca más austral), que pasa de ser de agricultura de temporal/pastizal cultivado a completamente pastizal cultivado.

Como segundo análisis se tiene al modelo en sí, el cual nos indica que todas las microcuencas cuentan con algún grado de vulnerabilidad: la microcuenca “turística” es la que presenta un grado de vulnerabilidad más alto; las microcuencas Puente Moreno, Las Bajadas, Río Medio, Geovillas presentan una vulnerabilidad media, mientras que las Palmas, San Julián y Punta Gorda tienen una vulnerabilidad baja (mapa 4).

Conclusión

Es importante mencionar que estimar la vulnerabilidad costera por medio de indicadores de-

mográficos y ecológicos junto a una perspectiva temporal incorporada, permitirá visualizar los diferentes tipos de vulnerabilidad de una manera integrada. Asimismo, será posible identificar y ver espacialmente las fuerzas que directamente califican la vulnerabilidad.

El análisis de una subcuenca, subdividida en microcuencas o unidades ecológicas, provee un contexto significativo y manejable para analizar los cambios pasados y modelar los futuros, ya que son unidades con ambientes físicos homogéneos en los que se pueden contrastar las diversas formas de apropiación de la naturaleza y sus consecuencias ambientales.

El estudio muestra que los principales cambios en la cobertura de suelo son el incremento de la mancha urbana y la disminución de la vegetación de dunas costeras, que se ha observado en la microcuenca denominada Punta Gorda. Es muy posible que este cambio de cobertura aumente el grado de vulnerabilidad media de las microcuencas de la parte central, ya que al momento de suscitarse un evento hidrometeorológico extremo, al no haber una barrera que amortigüe su fuerza, los efectos se distribuyen tierra adentro.

Este modelo de vulnerabilidad resulta aplicable a cualquier zona del país, debido a que contempla indicadores fáciles de obtener y con aceptación nacional; sin embargo, para esta situación en particular el indicador de pendientes no tiene mucha representatividad, pues la mayor parte de la superficie del área de estudio es considerada “plana”, resultando discriminatorio para el análisis.

Se sugiere a aquellos encargados de tomar decisiones a distintos niveles, que analicen el uso de ponderaciones sobre los índices e indicadores que

componen el modelo, y los consideren como base para los proyectos de planificación territorial, considerando, además, que la vulnerabilidad costera de Veracruz-Boca del Río es un proceso dinámico, por consiguiente cambiante, por lo que la generación de diferentes escenarios en donde se modele la vulnerabilidad es de vital importancia.

Agradecimientos

Los autores de este trabajo agradecemos en especial a la Universidad Veracruzana y al Consejo Veracruzano de Ciencia y Tecnología por llevar a cabo el *Foro Inundaciones 2010 en el estado de Veracruz* y por invitarnos a formar parte de las memorias del mismo.