

Revista mensual sobre la actualidad ambiental ISSN 1409-214X N° 147 DICIEMBRE 2005 €500

AMBIENTICO

DESASTRES

[DESLIZAMIENTOS, INUNDACIONES,
ERUPCIONES VOLCÁNICAS, SISMOS...]



En tu mundo

Tel.: 207 47 27 (central),
207 53 15 (cabina),
fax: 207 54 59,
e.e.: radioucr@cariari.ucr.ac.cr



OCUPA TODO EL ESPACIO Guía urbana

EN ENERO

- Especial sobre el TLC: Segunda parte
- Especial no. 1 de 2006: Contaminación y destrucción del ambiente
- Especial no. 2 de 2006: Disputas y denuncias ambientales
- Especial no. 3 de 2006: Problemas e iniciativas en áreas silvestres protegidas
- Especial no. 4 de 2006: Iniciativas ciudadanas para enfrentar problemas ambientales



S U M A R I O 1 4 7

TEMA DE PORTADA

Editorial De <i>Mitch a Epsilon</i>	3
Allan Lavell Construcción social de las amenazas. Desastres: expresión de la problemática ambiental	4
Luis Diego Morales Ambiente, reducción de desastres y realidad costarricense	6
Manuel Argüello "Desarrollo" depredador globalizado	8
Elizabeth Mansilla Riesgo y (des)orden territorial en México: Cancún y <i>Wilma</i>	10
Víctor González y Marino Protti Afinamiento del potencial sísmico y monitoreo de la brecha sísmica en Nicoya	12
Eliécer Duarte, Erick Fernández y Wendy Sáenz Impacto del volcán Rincón de la Vieja	16
Stephen Bender Corredores de comercio y reducción de desastres en América Latina	19
Omar D. Cardona Indicadores de vulnerabilidad y riesgo	21

Foto de Portada: Deslizamiento de tierra en Tapezco, San José.

Galería Ambientalista
[galeria@una.ac.cr • www.galeria.una.ac.cr]
CIENTOS DE FOTOS DEL AMBIENTE TICO

Esta publicación
contó con
el apoyo
financiero de



AMBIEN TICO

Revista mensual sobre la actualidad ambiental

Nº 147 DICIEMBRE DE 2005

Director y editor Eduardo Mora.

Consejo editor Manuel Argüello, Gustavo Induni, Wilberth Jiménez, Luis Poveda.

Fotografía Alfredo Huerta (salvo excepciones señaladas)

Asistencia y administración Rebeca Bolaños

Diagramación e impresión Litografía e Imprenta Segura Hermanos, tel. 279 9759.

Escuela de Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional,
tel.: 277 3688, fax: 277 3289, apartado postal: 86-3000, Costa Rica,
ambientico@una.ac.cr, www.ambientico.una.ac.cr

De Mitch a Epsilon

Es 4 de diciembre y el huracán Epsilon alcanza vientos sostenidos de más de 136 km por hora en el Atlántico. La temporada de huracanes de 2005 ha sido -y no acaba- sin duda extraordinaria. Es la más intensa y activa que registra la historia con un total de 25 tormentas tropicales y 14 huracanes, de los que seis han alcanzado las categorías tres, cuatro o cinco, las máximas en la escala de intensidad Saffir-Simpson. Ésta es la mayor cantidad que se ha registrado en los 110 años en que se han llevado estadísticas, y supera los 21 sistemas de 1933, lo más alto hasta ahora en la historia. Esta temporada no solo batió los récords de cantidad de huracanes sino también de intensidad, con tres ciclones de categoría cinco: *Katrina*, *Rita* y *Wilma*. Este último es el huracán que se ha intensificado más rápidamente en la historia, pasando de tormenta tropical a un gigante de categoría cinco en apenas 24 horas, y es también el de más baja presión registrada en su centro (882 milibares).

La pregunta inmediata es si estamos frente a un punto más que extraordinario, el de 2005, del ciclo, o si, más bien, se está observando elementos de un nuevo ciclo, una nueva situación vinculada con el cambio climático inducido por la acción humana.

En Centroamérica se recuerda todavía vívidamente el impacto del huracán *Fifi* que en 1974 dejó casi 100.000 muertos y gravísimas pérdidas, particularmente en Honduras; igual que sucedió con el huracán *Mitch* en 1998. La condición de istmo -cuya columna vertebral es una enorme cadena de volcanes- y de puente entre continentes y océanos, no solo da una inmensa biodiversidad y una riqueza natural casi sin límites, sino también la condición de riesgo anual con la temporada de ciclones del Atlántico, el movimiento de las placas tectónicas en ambas plataformas continentales y la sucesiva erupción de los volcanes que ya destruyeron casi todas las capitales nacionales de la región desde la Colonia, y no acaba, como lo muestra la erupción del volcán *Illamatepec*, más conocido como *Santa Ana*, en El Salvador, el recién pasado 1 de octubre.

Al igual que respecto de la actividad volcánica y sísmica originada en los movimientos de las placas tectónicas, la reacción social e institucional vinculada con los fenómenos meteorológicos ha sido mínima. Si bien la investigación científica se ha desarrollado ampliamente en las dos últimas décadas, su impacto sobre la acción preventiva y la emergencia permanen-

te de nuevas situaciones de riesgo, derivadas de la orientación que da el crecimiento económico y poblacional, ha sido casi nulo.

Desde los huracanes *Mitch* y *George*, que marcaron un hito por su gigantesco impacto multinacional en 1998, poco se ha avanzado en la organización institucional y los sistemas de prevención, pero menos aun en la reflexión política e ideológica en relación con el impacto humano y económico de los huracanes, los sismos y demás eventos. Solo en unos pocos países se ha profundizado la capacidad de respuesta; pero el proceso de rehabilitación y reconstrucción ha sido sometido a la lógica de la ganancia fácil, del despilfarro e, incluso, del robo directo, de manera que el enorme apoyo internacional de donantes no ha tenido ni un mínimo impacto en el cambio de dirección, y en todos los países de la región continúan crecien-

do contingentes inmensos de población en riesgo: de ser arrastrados por corrientes, sepultados por deslizamientos, quemados por flujos piroclásticos, ahogados en las próximas oleadas de un tsunami o aplastados por la destrucción generada incluso por pequeños sismos -dadas las muy insuficientes condiciones de habitabilidad y de calidad de vida de las mayorías empobrecidas.

Si bien todavía no ha habido cientos de miles

de muertos en un solo evento, como con el tsunami en Indonesia en diciembre de 2004, o con el terremoto en Bam, en Irán de 2003, o con el terremoto del pasado 8 de octubre en Cachemira, Pakistán, los múltiples y continuados eventos no tan menores en Centroamérica suman gigantescos impactos humanos y las poblaciones enteras, ya en el límite del hambre, pasan a ser contingentes de refugiados que dependen para su supervivencia de la ayuda internacional.

Mientras tanto, en todos nuestros países, a pesar de que algunos conceptos se han asumido como nuevo lenguaje, aunque vaciándolos del contenido crítico y analítico con que se forjaron -como "gestión del riesgo"-, la cruda experiencia de los impactos de *Gamma*, *Stan* y *Beta* en las semanas recientes, con decenas de miles de refugiados que se proyectan en los meses venideros de 2006 sin comida ni recuperación de sus medios de vida, solo ha tenido respuesta de emergencia, sin previsiones de recuperación ni -menos aun- de reconstrucción segura.



Construcción social de las amenazas. Desastres: expresiones de la problemática ambiental

ALLAN LAVELL

Hace unos 10 años tuvimos la oportunidad de reflexionar sobre la naturaleza de las amenazas asociadas al riesgo de desastre y, eventualmente, al desastre en la sociedad (Lavell 1996). Por amenazas entendemos la potencialidad de daño asociado a eventos físicos de distintos tipos; por riesgo, la probabilidad de daños y pérdidas futuras resultado de amenazas que interactúan con vulnerabilidades sociales; y, por desastre, contextos de pérdida y daño reales que significan una interrupción del funcionamiento rutinario de una sociedad y exigen intervención externa para enfrentar la respuesta y la reconstrucción. De esa reflexión salió la noción de la existencia de lo que llamamos en ese momento *amenazas siconaturales*, que operan de forma particular o se combinan de forma sinérgica o concatenada con las llamadas *amenazas naturales* y *tecnológicas* para proveer condiciones básicas para la concreción de condiciones de desastre. A diferencia de las *amenazas naturales*, expresiones físicas de la dinámica propia de la naturaleza, las *siconaturales* se asocian con posibles o probables eventos físicos en cuya concreción ha jugado un papel fundamental la intervención humana en el ambiente natural. Inundaciones, sequías, deslizamientos, hundimientos y otros, cuya existencia o proceso de ampliación en términos de magnitud o extensión se puede explicar por procesos particulares de degradación ambiental, intervención humana en el ambiente y cambios en los patrones de cultivos, entre otros.

Múltiples ejemplos de este tipo de amenazas y de su "construcción social" existen en el mundo y sirven, entre otras cosas, para relativizar y desmitificar la noción excluyente de *amenazas naturales* y, en fin, de *desastres naturales*. Además, el reconocimiento de su existencia y su dinámica suma un argumento más a la noción misma de la "construcción social del riesgo y los desastres", cual es el de que no solamente se trata de las formas en que la sociedad construye condiciones de vulnerabilidad social que potencian el efecto de las amenazas y garantizan su transformación en pérdidas y daños, sino también la forma en que la sociedad misma construye amenazas físicas de forma directa. Y aquí es importante aclarar que hasta las mismas *amenazas naturales* son también "construcciones sociales" en la medida en que

los impactos que puedan tener en la sociedad están directamente relacionados con las condiciones de asentamiento, la localización, las condiciones sociales de vida y, en fin, la vulnerabilidad de los seres humanos y las estructuras físicas que les dan sustento económico y social. De estos argumentos y evidencias empíricas surge la noción de que los desastres (la forma actualizada o concretada del riesgo) son expresiones y resultados del problema ambiental en general, que emergen con la inadecuada gestión del ambiente y las contradicciones establecidas entre los patrones de ocupación y uso del territorio y sus recursos y los límites y potencialidades que éstos ofrecen.

Con el reciente impacto de los huracanes *Katrina* y *Wilma* y la tormenta tropical *Stan* y sus devastadores efectos en Estados Unidos, México y Guatemala, sumado a otros eventos anteriores y posteriores (inundaciones en Mumbai y el sur de Italia este año; inundaciones en numerosos países de Europa durante los últimos cinco años e inundaciones y deslaves en Vargas, Venezuela, en 1999, entre otros), se ha fortalecido el debate y la reflexión sobre el rol que el cambio climático global, como proceso inducido por intervención humana, juega o jugará en la ampliación de las condiciones de amenaza asociadas a ese tipo de evento de origen hidrometeorológico. La presente sequía en la región amazónica está, también, dentro de ese debate: o sea, en qué medida lo que se experimenta hoy y en el futuro nos acercará más a la noción de *amenazas siconaturales* que de *amenazas naturales* per se, tema de importancia al aceptar que en cualquier año promedio más de un 70 por ciento de las muertes y daños asociados a desastres se explican por eventos de ese tipo y que esta proporción y su nivel absoluto podrían aumentar de forma importante en el futuro.

En lo que se refiere a desastres, hay un cambio radical en la escala de análisis y de los impactos de ellos. La utilización de la noción *amenaza siconatural* comenzó a trascender el análisis y la explicación de eventos locales -y, en general, de pequeña escala- que empezó hace 10 años y se relacionaba con las nociones de pequeños y medianos desastres (promovido y sustanciado por La Red en América Latina durante esa década), para introducirse en el terreno de los grandes cambios planetarios y la concreción de nuevas amenazas de incidencia

Allan Lavell, geógrafo, es investigador adscrito a la Secretaría General de la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales e integrante de la Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina.

macrorregional y transnacional, producto del cambio y dinámica globales. Y esto es un cambio de perspectiva y de preocupación en muchos sentidos, porque ya no es un asunto de gestión ambiental local, sino global, lo que está en juego -si es que ha de haber oportunidades de reducir las amenazas de forma directa. Las consecuencias políticas de esto son obvias en general, por lo que la reiterada negación del gobierno de George Bush de aceptar las evidencias científicas sobre el cambio climático y de firmar el acuerdo de Kioto, entre otros, tiene graves consecuencias para las sociedades y localidades lejanas del territorio nacional norteamericano y de los patrones de contaminación y producción que éste promueve.

Aunque, por lo corto de las series estadísticas existentes y otros aspectos aún no resueltos de la investigación científica sobre cambio climático global, no es posible establecer relaciones directas y proporcionales entre -por un lado- los procesos de degradación ambiental (de los que la destrucción de la capa de ozono está entre los más dramáticas) y -por el otro lado- la existencia, número, características y dimensiones de los eventos físicos amenazantes de tipo hidrometeorológico que han impactado el mundo recientemente, no cabe duda de que hay un cambio de calidad en su expresión. Al hablar de un aumento de 0,5 por ciento en la temperatura promedio de la Tierra durante las últimas décadas, de deshielo de montañas desde Suiza hasta Perú, de aumento en un 50 por ciento en la extensión física de los huracanes del Caribe y en su fuerza promedio durante los últimos 30 años y de desertificación en muchas partes del globo -entre otros aspectos-, no se puede establecer con precisión la contribución humana a estos cambios pero sí se puede postular con cierta seguridad que contribución hay y en algunos casos muy significativa. Es una hipótesis razonable de proponer. Y con esto lo *socionatural* aumenta su significado.

Frente al aumento de la incidencia humana en la concreción de las amenazas, la intervención puede intentar reducir la amenaza de forma directa o reducirla indirectamente a través de la reducción de la vulnerabilidad y el aumento en las capacidades de adaptación y ajuste humano hacia el futuro. El riesgo se reduce o se prevé operando, sobre cualquiera de sus componentes, las amenazas físicas o las vulnerabilidades humanas. La gestión correctiva (operando sobre el riesgo ya existente) y prospectiva (previendo el riesgo futuro) requiere un conocimiento íntimo de los patrones existentes y posibles del riesgo y de sus procesos causales. Y en esto hay que evolucionar desde una visión imbuida por interpretaciones naturalistas -en las que es fácil caer o apoyarse en el fatalismo y lo religioso-, hacía visiones en que se aprecie claramente que el riesgo es una construcción social y que su reducción requiere tanto intervenciones para evitar la concreción de nuevas amenazas de tipo socionatural y natural como las que aumentan la capacidad de resistencia y ajuste a las nuevas condiciones

-casi inevitables- ambientales.

No hacerlo significará un creciente desequilibrio con el ambiente que solamente puede servir para elevar la visibilidad y el impacto de los desastres de tal manera que asuman en el futuro una posición en el espectro de daño y pérdida en el mundo que no revisten hoy a pesar de sus obvios y bien visibles efectos. En la actualidad, la destrucción de bienes y producción y el número promedio de muertos asociados a desastres es relativamente insignificante comparado con los asociados a la depreciación paulatina o la destrucción violenta de bienes e infraestructura explicados con el ciclo económico en general y en razón de las guerras, problemas cotidianos de salud, accidentes de tránsito, violencia en la sociedad, etcétera. Pero al pasar el tiempo, al aumentar nuestra intervención en el ambiente y en la creación de nuevas amenazas, y al aumentar la vulnerabilidad social aun más con el continuo aumento de la pobreza y la marginalidad, esta situación podría cambiar radicalmente y los desastres podrían ocupar una posición mucho más álgida en el recuento de crisis que tipifican nuestro desajuste con el ambiente que da esencia a la vida humana en el planeta. Hoy, a pesar de los intentos de elevar la visibilidad, la explicación y las razones para aumentar la intervención de las sociedades en la gestión del riesgo de desastre, es obvio que aún no se ha constituido como un problema social y político de peso, exigiendo una intervención más articulada y constante. Esta situación podría variar radicalmente en el futuro en virtud del cambio climático global y del aumento de la vulnerabilidad que seguramente acompañará la transformación global económica, social y política en marcha, y en la cual la contribución de las *amenazas socionaturales* podría ser también muy significativa como para incitar ese cambio previsible de la actual situación.

Referencias bibliográficas

Lavell, Allan. "Degradación ambiental, riesgo y desastre urbano: problemas y conceptos", en Fernández, María Augusta. 1996. *Ciudades en riesgo*. La Red - USAID. Lima [también en: www.desenredando.org].



Ambiente, reducción de desastres y realidad costarricense

LUIS DIEGO MORALES

El ser humano vive en un contexto ambiental que lo condiciona y, a la vez, le permite alcanzar niveles de desarrollo según sus propias capacidades, modelos culturales, socioeconómicos, decisiones políticas y visión de futuro. Al hacerlo, los humanos perturbaban severamente el entorno debido a la explotación desmedida que llevan a cabo de sus recursos, al aumento de la infraestructura para facilitar el intercambio de bienes y servicios y al desarrollo mismo de los asentamientos y espacios urbanos. Es así como se va construyendo un escenario de riesgos con elementos o componentes vulnerables que pueden ser dañados o perderse cuando se presenten las amenazas naturales con fenómenos geofísico-biofísicos propios del planeta Tierra y sobre los cuales no se tiene control, pero que son mitigables mediante el ordenamiento y planificación del uso del suelo para aprovechar sus ventajas comparativas con normas, códigos y prácticas de construcción apropiadas y con un estilo de vida que armonice con el contexto ambiental en el que se vive, para así reducir o mitigar los efectos de un desastre disparado por una amenaza natural o antrópica en un escenario vulnerable, producto de una construcción social y económica propia del modelo de desarrollo seguido.

Tenemos, por lo tanto, un gran escenario que podemos representar con un triángulo cuyos vértices están ocupados por las siguientes variables: seres humanos, ambiente y desarrollo, que encierran un escenario potencial de riesgos (combinación de la amenaza y de la vulnerabilidad), o sea, de pérdidas frente a situaciones de desastre, dependiendo de cómo se relacionen e interactúen las tres variables, aumentando o disminuyendo sus factores de vulnerabilidad, tanto física como social.

Los datos a nivel global, regional y nacional muestran una mayor frecuencia, con un aumento sostenido de su cantidad, de desastres asociados a fenómenos naturales y al crecimiento de la vulnerabilidad (en particular la social con el aumento de la pobreza) y de las pérdidas que causan: económicas y de vidas y sufrimiento humanos, sobre todo en los países en vías de desarrollo ubicados en las regiones tropicales, afectados por eventos climáticos extremos (tormentas tropicales y hu-

racanes, con vientos y lluvias intensas), que a menudo terminan en desastres. El huracán *Mitch*, que afectó Centroamérica en octubre de 1998, dejó más de 9.000 muertos, sobre todo en Honduras y Nicaragua, con pérdidas económicas de billones de dólares y un retroceso en su desarrollo de más de 20 años. Para todos los países de esta región, 2005 ha sido particularmente desastroso en pérdidas materiales y humanas, asociadas a unas condiciones climáticas especialmente severas y -en su severidad- frecuentes, llegando incluso a agotarse la lista de nombres -correspondiente cada uno a cada letra del alfabeto- previstos para las posibles tormentas y huracanes del Caribe durante el año, teniéndose entonces que apelar al uso de las letras del alfabeto griego alfa, beta y gamma.

En nuestro país, enero de 2005 se inició con una edición de temporal en todo el margen Caribe, que dejó la mayor inundación de los últimos 35 años, y estamos ahora cerrando el año con el mayor temporal del margen Pacífico (desde el 19 de septiembre al 19 de noviembre), con inundaciones y avalanchas que dieron por resultado más de 12.000 personas albergadas durante varios días e incluso semanas, con pérdidas de cinco vidas por inundaciones y dos por deslizamientos-avalanchas en el sur de San José (cerca de río Azul) y una en Llano Grande de Cartago, con pérdidas directas en infraestructura, viviendas y cultivos que superan los \$200.000.000 y con la carga de sufrimiento humano que aún perdura, aunado a las limitaciones de recursos financieros para hacer frente a las tareas de reconstrucción. Evidenciándose así el efecto sobresalientemente pernicioso de los desastres en países donde no se puede invertir en recuperar lo perdido y, entonces, se potencia el círculo vicioso de la pobreza, con el que los más afectados son los grupos humanos más pobres, que son los más vulnerables.

Las estadísticas de la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (CNE), utilizando la base de datos Desinventar para los diferentes eventos dañinos de los últimos años, muestran que los fenómenos más frecuentes son los de tipo hidrometeorológico (80 al 90 ciento), por lo que enfocaremos ahora la atención sobre el problema del agua, como recurso y líquido vital y como fuente de destrucción cuando

Luis Diego Morales, geofísico, es presidente de la Junta Directiva de la Comisión Nacional de Emergencias de Costa Rica.

no se controla.

Para controlar o reducir la amenaza (agua sin control) y la vulnerabilidad del ser humano, sus obras y su entorno ambiental, debemos intervenir o gestionar la reducción del riesgo de desastres antes de que ocurra, esto es, *trabajar en la gestión del riesgo* y, si el desastre es inevitable, *atender y administrar la emergencia*, incluyendo la rehabilitación y la posterior reconstrucción. Una buena *gestión del riesgo de desastres* contribuye a reducir el impacto y, por lo tanto, las pérdidas, priorizando la protección y la seguridad de la vida humana, y luego la infraestructura para continuar el desarrollo y la protección del entorno ambiental. Por lo tanto, debemos trabajar con un enfoque integral para la reducción de los escenarios de riesgos socio-naturales relacionados con el agua en el corto y el largo plazos, incorporando el ordenamiento territorial, la planificación del uso de la tierra con fines constructivos y de cultivos y la administración de cuencas hidrográficas como técnicas de gestión ambiental, incluyendo la participación comunitaria y de los gobiernos locales a lo largo y ancho de la cuenca. Para este fin, CNE con su Programa de redes comunitarias para la reducción de los desastres ha venido trabajando para integrar en un solo esfuerzo a los actores nacionales -municipios, comités locales y escuelas- e internacionales -Unicef y Radio Netherland (proyecto con fondos de la Unión Europea)- y, más recientemente, a Catie e Instituto de Aguas y Alcantarillados con sus *asadas* (acueductos rurales), articulado todo con los sistemas comunitarios de alerta por crecidas en las cuencas del

río Cañas-Lajas en Guanacaste, del Pirrís-Parrita en el Pacífico Central, y en la vertiente del Caribe con énfasis en la cuenca del Reventazón y con sistemas de radio-comunicación para el Chirripó-Matina, Estrella y la cuenca del Sixaola.

La degradación ambiental de las cuencas y la presencia de los seres humanos con sus asentamientos y modelos de desarrollo contribuyen a la deforestación, escorrentía, erosión e inestabilidad de laderas, propiciando no solo un balance crítico del agua como recurso sino también un aumento de las crecidas y de los caudales máximos, con los problemas de inundaciones y avalanchas en las partes medias y bajas de las cuencas. En las áreas urbanas, la población ocupa los bordes de los cauces de los ríos y quebradas, y sus laderas y cañones, aumentando la vulnerabilidad y potenciando la probabilidad de desastre. Al respecto, merece destacarse la expresión de Bertold Brecht: "Del río que se lleva todo a su paso, se dice que es violento... pero de las riberas humanas que lo encierran y oprimen... nadie habla de violencia".

En consecuencia, debemos propiciar la integración de un triángulo estratégico, esta vez con la gestión ambiental, la gestión del agua y la gestión de riesgos como vértices, y con el ser humano en el centro como sujeto de su propio desarrollo en armonía con el ambiente, potenciando así la conservación y el aprovechamiento racional de los recursos y el proceso de reducción de los desastres.



Inundación de río Sixaola, Caribe Sur, Costa Rica

CNE

"Desarrollo" depredador globalizado

MANUEL ARGÜELLO

El capitalismo, salvaje o no, ha mostrado en los últimos dos siglos su naturaleza depredadora en razón del imperio de la ganancia privada -tanto en economías de mercado como en las de planificación centralizada-; y en los últimos 15 años se ha hecho patente una nueva etapa todavía más intensa de explotación desmedida de los recursos naturales y humanos, principalmente a causa del impulso monstruoso de esa mezcla de capitalismo salvaje y estado autoritario centralizado que se impone a fuerza de tanques y consumismo en las otras eufemísticamente llamadas naciones del "socialismo real", pero también en otros países asiáticos, antiguas colonias europeas subordinadas a esos centros imperiales.

Ejemplos de eso son -aunque con historias distintas en lo político y lo militar- China e India, que juntas reúnen enorme parte de la población mundial y que como economías son responsables, en los años recientes, de un impacto gigantesco en la vida planetaria con su modelo de explotación extrema -y sin miramientos- de humanos y naturaleza, a partir de la que se enriquecen en grado sumo las empresas multinacionales que, destacadamente en China, invierten ahí en asocio con el gobierno. No solo se continúa y exacerba un modelo energético basado en combustibles fósiles, sino también un patrón manufacturero que reproduce el proceso industrial europeo y norteamericano pero con menos controles, menos presión de grupos opositores y en forma mucho más acelerada. El inmenso volumen de producción

y el altísimo grado de contaminación, despilfarro y destrucción de recursos que se está dando implican que las gravísimas condiciones que han venido creándose con el modelo depredador y contaminante de EU se estarían multiplicando en muy cortos períodos y llevando a un límite no solo la contaminación global sino también el uso de los recursos minerales y hasta de materiales de construcción elementales como arena y piedra. China ha superado ya a EU en el volumen consumido de carbón y acero y se

acercas ya al volumen de consumo de petróleo de este país, manteniendo un crecimiento sostenido de dos dígitos y una tecnología aun más contaminante. Así, una proyección de otros 25 años a estos ritmos y volúmenes hace palidecer la situación actual del calentamiento global, ya que se prevé un consumo de petróleo que superaría el total producido hoy en el planeta solo para China, y peor aun si también se acelera la destrucción de bosques, ámbito en el



Inundación de río Sixaola, Caribe Sur, Costa Rica

CNE

que a este país le corresponde asimismo mucha responsabilidad, dado que es ya el mayor demandante de madera del planeta y el mayor exportador de madera contrachapada.

Si a las situaciones consumistas extremas, como las que plantea la economía de EU y de los principales países industriales de Europa, se unen estas realidades y perspectivas referentes a la nación más populosa del mundo, y también las referentes a India, la gravedad de la destrucción ambiental será mayor de lo que se pensaba tan solo hace una década, cuando todavía la propia existencia del calentamiento global era negada por muchos.

Manuel Argüello-Rodríguez, sociólogo especialista en planificación regional, es profesor e investigador en Universidad Nacional.

Estos procesos destructivos del ambiente justificados por la producción de mercancías de bajísimo precio-gracias a la explotación extrema de la población asiática- tendrán efectos de carácter global, y también otros más puntuales, y se reproducirán en el tiempo y en el territorio. Específicamente se trata de los llamados *efectos sucesivos*, que con la destrucción ambiental o con un desastre pueden complicar las posibilidades de una recuperación a corto y largo plazo y dificultar la identificación de los orígenes que desatan los eventos destructivos, que además tienen como característica básica la primacía de lo regional sobre lo nacional, sin duda alguna. La deforestación masiva para exportar madera y la extracción de metales, gases y petróleo para atender las demandas nuevas y viejas dejará a los países proveedores en condiciones desérticas, con altísimos grados de contaminación por residuos de la extracción -en la minería, por ejemplo- y sin capacidad de reacción más que para exportar su población; y, además, en condiciones de vulnerabilidad social y ambiental propicias para la ocurrencia de grandes desastres. A la vez, el calentamiento global incrementará los impactos, en particular en zonas costeras y pequeños valles propensos a inundaciones, deslizamientos, avalanchas y ventiscas huracanadas.

Esas grandes transformaciones de impacto planetario obviamente tienen graves consecuencias en las pequeñas economías y poblaciones centroamericanas y caribeñas. Los *efectos sucesivos* en el territorio implican que, sin obtener nada de las ganancias, los pequeños países sí reciben el impacto del aumento de precios de una diversidad de productos, en particular minerales y combustibles, dado el inmenso y veloz crecimiento de la demanda en el nuevo mercado mundial global, lo cual lleva aparejada una mayor reducción del financiamiento de políticas sociales, preventivas y mitigadoras de desastres. Los países que tienen reservas o son productores -o las multinacionales en ellos localizadas- pueden recibir ganancias, pero han de apechugar con los contaminantes generados y los posibles accidentes de gran magnitud en razón de la premura y la dimensión de las explotaciones, lo cual expresa la manera en que se generaliza el modelo de producción y consumo global en estos pequeños países.

Pero la más acabada forma de lograr la implantación definitiva de un modelo devastador de capitalismo más que salvaje en nuestra región se encuentra en el mal llamado Tratado de Libre Comercio entre Estados Unidos y Centroamérica más República Dominicana (Cafta). La definición que ese TLC hace de la empresa y de las condiciones en que ellas podrán operar niega prácticamente las posibilidades de control gubernamental y municipal sobre el uso y condiciones de explotación del territorio, perpetuando las actuales condiciones de explotación de la población que obligan a la migración por hambre a millones de centroamericanos y dominicanos. Las condiciones de inversión que privilegia el Cafta, por

encima del comercio, se ocultan en forma de definiciones ambiguas en anexos que no se discuten y de los que se disminuye su importancia real. Con el denominado "trato nacional" (véase artículo 12.2 del Capítulo Doce: "Servicios Financieros" del TLC) se busca asegurar a las partes -es decir a todos los empresarios participantes en negocios de bienes o servicios, aun los financieros- que puedan obtener el mejor de los tratos brindados a las empresas nacionales, incluso si este mejor trato a los nacionales pretendiera alcanzar metas de carácter social vinculadas con pobreza, vivienda o producción. En consecuencia, no podrían darse políticas nacionales que privilegiaran con incentivos a las empresas que generaran específicas calidades de vida requeridas por una política social particular sin que pudieran las mismas condiciones ser exigidas por las multinacionales que, además, tendrían el privilegio de no permitir condiciones de cumplimiento de tales metas. Al definir este tipo de trato, lo mismo que el de "nación más favorecida" (véase artículo 12.3 del mismo capítulo), se estaría limitando y serían sujeto de litigio los subsidios en estrados internacionales -no los de los países afectados-, que mutuales, asociaciones, fondos mutuos, entidades estatales o cooperativas -que ahora se consideran "empresas" por igual- obtienen para ejecutar proyectos productivos, incluyendo los habitacionales y de desarrollo regional y servicios especiales como los de protección ambiental.

Pero, además, con el Cafta se introduce la figura de "expropiación indirecta", que se define como "una situación en donde un acto o una serie de actos de una Parte tienen un efecto equivalente al de una expropiación directa sin la transferencia formal del título o del derecho de dominio". Las regulaciones tipo *plan regulador o plan de urbanismo*, como el Plan Gam [Gran Área Metropolitana], y cualquier otro control, como el relativo a la explotación de petróleo y minería de cualquier naturaleza, sin duda constituyen ese tipo de limitaciones. Con la aprobación de este modelo los municipios estarían perdiendo la potestad de regular sus jurisdicciones territoriales, a menos que estuvieran dispuestos a indemnizar de inmediato y en valores transferibles. Esto sucedería así en toda la región centroamericana y, de expandirse el modelo a los países caribeños y suramericanos con instrumentos como el Alca, pues también ahí sucedería, como ya ocurre en México.

La imposición de decisiones por parte de minúsculas cúpulas tecnocráticas más que privilegiadas, y la sumisión de las más diversas elites políticas y militares a las decisiones de los grandes centros mundiales de poder y finanzas, lleva ya más de dos décadas en nuestros países: es el llamado modelo de "apertura" cuya culminación es el nuevo TLC. Con el tema del libre comercio se oculta la imposición de condiciones de explotación del ambiente y el ser humano que se expresarán finalmente en forma de desastres, que los medios de comunicación que ahora lucran con la propaganda pro TLC atribuirán luego a la furia de la naturaleza.

Riesgo y (des)orden territorial en México: Cancún y *Wilma*

ELIZABETH MANSILLA

México es un país complejo por su geografía, por su historia y por su estilo de desarrollo. En cerca de 2 millones de km² se combinan una gran diversidad de climas y condiciones geográficas que sustentan la riqueza natural del país, pero también su predisposición a una serie de fenómenos peligrosos que pueden desencadenar desastres de magnitud considerable. Sismos, huracanes y lluvias torrenciales, actividad volcánica, temperaturas extremas y variaciones climáticas importantes -con sus consiguientes efectos derivados- son fenómenos recurrentes que a lo largo de las últimas décadas han protagonizado desastres de gran magnitud en distintas regiones del país. Los terremotos de 1985, los huracanes *Gilberto* en 1988 y *Paulina* en 1997, los efectos provocados por el fenómeno *El Niño* en 1997-98 y los recientes huracanes *Stan* y *Wilma* que arrasaron el Caribe mexicano y gran cantidad de poblaciones pobres en el sureste del país, son algunos de los más emblemáticos por la extensión del daño y la magnitud del impacto. A estos fenómenos de origen o manifestación natural se suman otros asociados con factores tecnológicos que también se han traducido en grandes desastres. Las explosiones en una planta de gas en San Juan Ixhuatepec en 1984, y las producidas por una fuga de gasolina en 13 kilómetros de la red de drenaje de la ciudad de Guadalajara en 1992, son los ejemplos más significativos.

La ocurrencia de desastres en el país responde a patrones de riesgo caracterizados por aspectos geográficos complejos, pero fundamentalmente por estilos inadecuados de apropiación del territorio. Durante el siglo XX, la población mexicana se incrementó en poco más de seis veces hasta alcanzar 100 millones de personas, convirtiendo al país en la undécima nación más poblada del mundo. Sin embargo, la distribución de la población en el territorio no ha sido homogénea, prevaleciendo severos desequilibrios entre entidades federativas o estados: el 50 por ciento se localiza en solo siete de las 32 entidades federativas, el 60 por ciento habita en centros urbanos y aproximadamente el 20 por ciento lo hace en la ciudad de México.

Como en otros países, en México los patrones de

distribución poblacional han estado dominados por los procesos de crecimiento económico y la generación de empleos. El proceso de urbanización es relativamente reciente, ya que aun cuando se inicia a partir de la década de los cuarenta -con el impulso del proceso de industrialización generado por el modelo de sustitución de importaciones-, es hasta los años setenta que adquiere una dinámica mucho más acelerada; primero, con el impulso generado por el proceso de industrialización y, después, por el surgimiento de importantes polos turísticos.

La velocidad del proceso de urbanización rebasó la capacidad gubernamental de planeación, de atención y de administración del crecimiento de las ciudades; y ante la ausencia de políticas compensatorias propició que las desigualdades regionales y locales en materia de producción, población y marginación se reprodujeran y se acentuaran. Así, el territorio quedó conformado por muy pocos núcleos económicos importantes densamente poblados y una gran cantidad de centros dispersos y desarticulados de los sectores económicos estratégicos.

La ciudad de Cancún, su conformación y estilo de crecimiento, de alguna manera sintetizan los efectos nocivos de la urbanización caótica que ha caracterizado al país, particularmente en las últimas tres décadas. De ser un pueblo costero sin ninguna importancia a principios de los años setenta, se transformó en muy pocos años en el centro turístico más importante del país y en uno de los más promovidos mundialmente. Proyecto de gobierno del entonces presidente Echeverría (1970-1976) y objeto del deseo de administraciones posteriores, motivó millonarias inversiones que se concentraron en la franja costera -de aproximadamente 26 km- donde se desarrolla la zona hotelera y comercial. Hoy se cuenta con casi 28.000 habitaciones, distribuidas en 96 hoteles registrados, y existen proyectos para ampliar su capacidad en poco más de 24.000 adicionales.

Desde otra perspectiva, Cancún se convierte también en la *tierra prometida* de muchos mexicanos y extranjeros que desplazados de otras zonas del país, donde la crisis económica es mucho más cruda y palpable, sucumben ante el encanto de la derrama de recursos económicos generada por el *gran turismo* y *5 estrellas* y deciden aventurarse apostando su patrimonio al establecimiento de pequeños restaurantes y comercios en la

Elizabeth Mansilla, planificadora urbana y economista mexicana, es investigadora y consultora integrante de la Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina (www.desenredando.org).

zona. Esto trae consigo un crecimiento exorbitante de la ciudad (su población se multiplicó cinco veces en 20 años, pasando de 80.981 habitantes en 1980 a 419.815 en 2000) y una presión muy considerable sobre el territorio y los recursos naturales locales, a lo que se suma la presencia de una población fluctuante de poco más de tres millones de turistas al año y los efectos producidos por la desigualdad y la poca previsión en la orientación de las inversiones.

En la actualidad, la zona turística de Cancún produce el 20,8 por ciento de las divisas totales que se obtienen a nivel nacional, el 40 por ciento de las divisas por turismo, recibe al 38 por ciento del turismo internacional y genera alrededor de \$15 millones diarios, lo que resulta muy importante si se considera que el turismo es la tercera fuente de ingresos del país. Sin embargo, las disparidades en el desarrollo dentro de la misma zona y el impacto ambiental que esto ha producido son notables: mientras que en la zona hotelera la cobertura de los servicios de abastecimiento de agua y drenaje alcanza el 100 por ciento, en el centro de la ciudad y las zonas periféricas el abastecimiento de agua potable apenas llega al 74 por ciento y el drenaje apenas alcanza al 35 por ciento. Por otra parte, la ciudad en su totalidad -incluida la zona hotelera- carece de un sistema de drenaje pluvial adecuado, provocándose inundaciones y el arrastre por las lluvias al sistema lagunar de la zona de

una gran cantidad de contaminantes. Asimismo, más del 50 por ciento del manglar se ha perdido a causa de la anarquía y el deficiente manejo de la Zona Federal Marítimo Terrestre por parte de autoridades y concesionarios, lo que ha propiciado rellenos en humedales, sedimentación y cambios en las condiciones físico-químicas del agua, a lo que se suma que grandes hoteles de 700 y más habitaciones se encuentran construidos directamente sobre la playa frente a mar abierto y en zona franca de impacto de huracanes y tormentas tropicales.

Mezcla fatal: concentración de la población + desigualdad social + urbanización caótica + degradación ambiental + amenazas naturales y no tan naturales. Resultado: un cóctel mucho más peligroso que las exóticas piñas coladas, icono del Caribe.

Dos eventos desastrosos -sin contar la cumbre de la

Organización Mundial del Comercio realizada en septiembre de 2003- han marcado la historia de este centro turístico: el huracán *Gilberto* en 1988 y uno nuevo y más destructivo: *Wilma*, en 2005. Gilberto puso en evidencia la alta vulnerabilidad de la ciudad frente a éste y otro tipo de fenómenos: de categoría 5 en la escala Saffir Simpson, impactó en forma directa -con vientos sostenidos de 250 km/h y rachas de hasta 320 km/h- la isla de Cozumel y la zona turística de Cancún dejando una estela de destrucción a lo largo de muchos kilómetros y provocando la inhabilitación de la zona turística por más de dos meses. Entre los efectos más notorios causados por el huracán, además de las afectaciones en vivienda e infraestructura en las zonas marginales, estuvo la destrucción total o parcial de numerosos hoteles localizados en la zona costera, la destrucción total del 60 por ciento de las playas y la quema de árboles y vegetación por efecto del intenso viento en la zona selvática yucateca. 318 muertos y alrededor de \$5.000 millones constituyeron las pérdidas a lo largo del paso de *Gilberto* por todo el Caribe y el noreste del territorio mexicano.

La lección de *Gilberto* poco sirvió. El quinquenio 1990-1995 es el periodo de mayor crecimiento de la población en la zona y marca el auge en la construcción de hoteles y la apertura de establecimientos de servicios. En ese periodo Cancún se consolidó como el centro turístico más importante del país y uno de los más destacados a nivel mundial. Sin embargo, las políticas de ordenamiento territorial, re-

construcción segura y protección y recuperación ambiental no se vieron por ninguna parte. Se privilegió la venta de lotes de playa a precios atractivos, la reconstrucción artificial de las playas y el desarrollo de infraestructura en la zona hotelera.

Wilma acabó de nuevo con la fantasía de los Resort & Spa y hoy hay que encarar un saldo superior a los \$3.000 millones en pérdidas, de nuevo la reconstrucción de las famosas playas de arenas blancas del Caribe mexicano, la reconstrucción del sueño de miles de personas que llegaron con la ilusión de forjarse un patrimonio y la reconstrucción de la imagen de un importante centro turístico cuyas prioridades se centran en estar listos para recibir a miles de turistas en la temporada alta de fin de año. Sin embargo, de hacer planes para recibir al próximo huracán, nada se menciona.



Ciudad de Cancún: zona hotelera y centro.

Afinamiento del potencial sísmico y monitoreo de la brecha sísmica de Nicoya

VÍCTOR GONZÁLEZ Y MARINO PROTTI

La tectónica regional de América Central está controlada principalmente por el choque de la placa del Coco con la placa del Caribe y el bloque de Panamá (figura 1). Como consecuencia de esta colisión, la placa oceánica del Coco se subduce a velocidades que van desde 70 mm por año frente a Guatemala hasta poco más de 90 mm por año frente a la península de Osa (calculado a partir de De Mets *et al.* [1990]) (figura 1).

A lo largo de este límite de placas es donde ocurren, en Costa Rica, la mayoría de los terremotos de gran magnitud.

La subducción bajo Nicaragua y Costa Rica de litosfera de la placa del Coco, con génesis y características geomórficas diferentes, produce cambios importantes en la zona de interacción con la placa del Caribe y el bloque de Panamá. El acople de la placa del Coco, tanto con la placa del Caribe como con el bloque de Panamá, cambia a lo largo de la zona de subducción desde Nicaragua hasta el

sur de Costa Rica (Protti-Quesada 1991, Protti *et al.* 1995). Estos cambios correlacionan muy bien con las características batimétricas del fondo oceánico que se subduce y están directamente relacionadas con la génesis y la edad de la placa del Coco. La edad de la placa

del Coco controla el ángulo de subducción, la profundidad máxima del área de acople y la profundidad máxima de la sismicidad intraplaca. Asimismo, las características del fondo oceánico influyen en el tamaño y continuidad de las asperezas en la zona de acople (Protti-Quesada 1991).

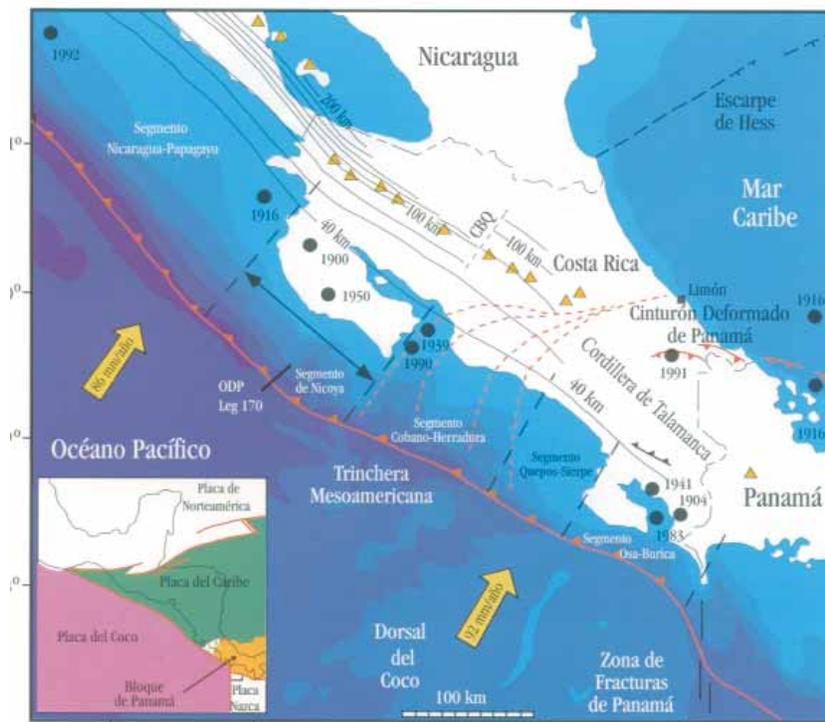
Con base en las diferencias mencionadas anteriormente y en los registros de sismicidad tanto histórica

como instrumental, la zona de subducción en el Pacífico sur de América Central se ha dividido en cinco segmentos (Protti *et al.* 2001) (figura 1): (1) Nicaragua-Papagayo, (2) Nicoya, (3) Cóbano-Herradura, (4) Quepos-Sierpe y (5) Osa-Burica. Litosfera de la placa del Coco creada en la dorsal del Pacífico se subduce por debajo de la placa del Caribe en los dos primeros segmentos, mientras que la placa del Coco creada en la dorsal de Galápagos se subduce por debajo del bloque de Panamá en los dos últimos segmentos y por debajo

de una transición entre la placa del Caribe y el bloque de Panamá en el segmento Cóbano-Herradura.

Bajo el segmento de Nicoya, la placa del Coco que se subduce es relativamente vieja, de batimetría suave y bajo ángulo de subducción, similar al del segmento Nicaragua-Papagayo. Sin embargo, a diferencia del segmento Nicaragua-Papagayo, la existencia de la península de Nicoya en este segmento ejerce una importante carga litostática sobre la superficie de subducción **amen-**

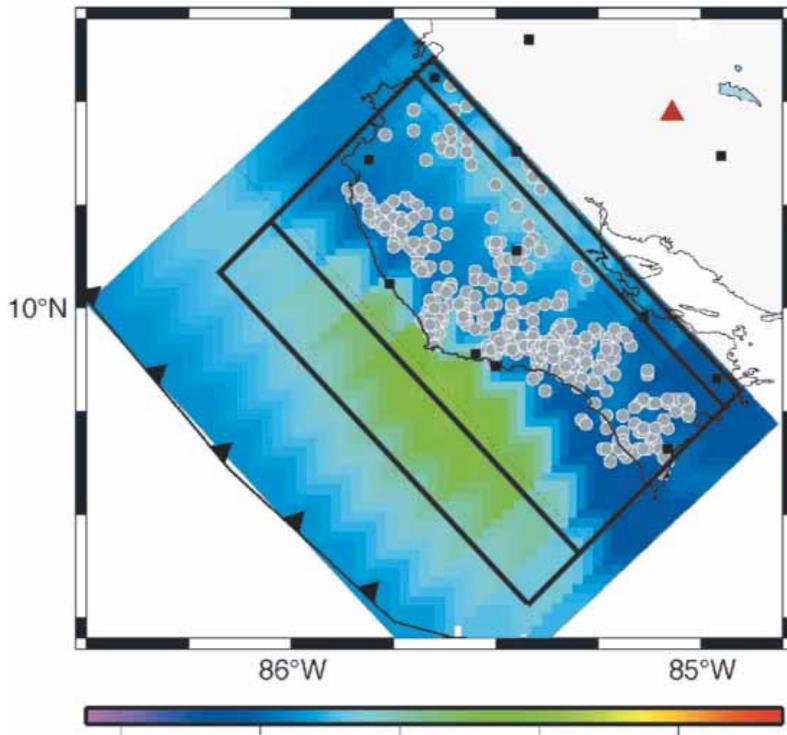
Figura 1. Detalle de la tectónica local de Costa Rica y geometría de la zona Wadati-Benioff.



Los contornos de profundidad de la placa del Coco bajo Costa Rica están dados a intervalos de 20 km, comenzando con el de 40 km. Los triángulos rellenos representan volcanes activos y los círculos rellenos muestran la ubicación de los terremotos con magnitudes mayores a siete 7 grados durante el siglo XX. CBQ señala la Contorsión Brusca de Quesada (tomado de Protti *et al.* 2001).

Víctor González y Marino Protti son geofísicos especialistas en sismología e investigadores en el Observatorio Vulcanológico y Sismológico de la Universidad Nacional.

Figura 2. Resultados de la inversión de los datos de *gps* indicando dos parches de la brecha sísmica de Nicoya con acoplamiento más fuerte: una frente a la costa a unos 10 km de profundidad y la otra por debajo del valle del Tempisque a unos 35 km de profundidad (Norabuena *et al.* 2004).



Los círculos representan los sismos mejor localizados de la red temporal de Nicoya y los cuadrados los sitios de *gps* utilizados en la inversión. Se presenta además los límites mínimo y máximo del área potencial de ruptura (rectángulos de líneas gruesas) utilizados en este trabajo para la estimación del potencial sísmico.

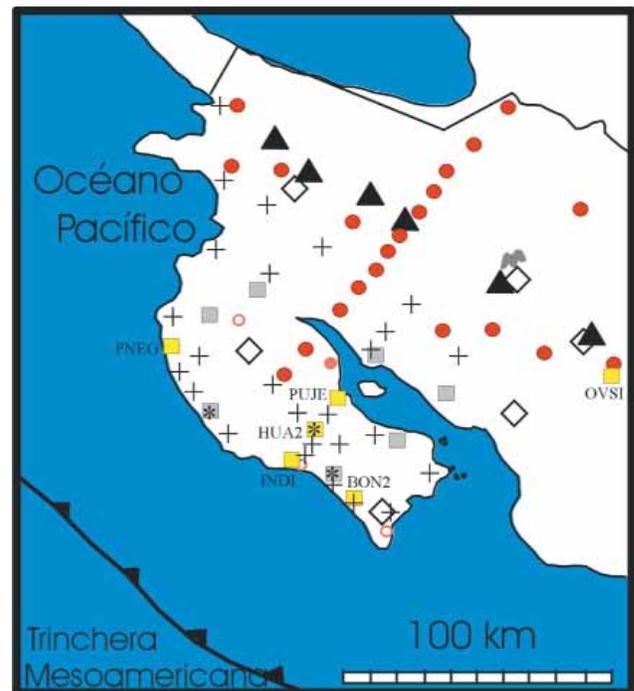
tando así los esfuerzos normales e incrementando, por lo tanto, el acople entre las dos placas (Protti *et al.* 2001). Debido a este fuerte acople el segmento de Nicoya se caracteriza por la generación de sismos de gran magnitud (superior a siete grados) y por una baja actividad sísmica de fondo en los períodos intersísmicos. En este segmento han ocurrido sismos de gran magnitud en 1826, 1853, 1900 y 1950. El sismo de Sámara del 23 de agosto de 1978, de 6,9 grados de magnitud, rompió solo una pequeña porción del segmento de Nicoya (Güendel 1986). Con base en el tamaño del área de ruptura y la magnitud del evento, se estima que este sismo liberó alrededor del seis por ciento de la energía total acumulada hasta esa fecha bajo la península de Nicoya.

La ausencia de un terremoto importante desde octubre de 1950 en el segmento de Nicoya, y la ocurrencia de los sismos en 1990 en la entrada al golfo de Nicoya al sureste, y en 1992 frente a Nicaragua al noroeste, han permitido determinar la extensión geográfica de lo que definieron Protti *et al.* (2001) como la "brecha sísmica de Nicoya". Tanto la magnitud de los terremotos ocurridos en este segmento, su actividad sísmica anormalmente baja durante el período intersísmico, así como la deformación cortical observada, brindan información adicional sobre las características del siguiente terremoto por debajo de la península de Nicoya.

Posterior al trabajo de Protti *et al.* (2001), ha habido nuevos resultados que permiten afinar sus estimaciones del potencial sísmico del segmento de subducción de Nicoya. Contribuciones sismológicas y geodésicas (Newman *et al.* 2002, Iinuma *et al.* 2004, Norabuena *et al.* 2004, DeShone *et al.* 2006) restringen el porcentaje de acoplamiento elástico a $50 \pm 5\%$ y el área potencial de ruptura a $8000 \pm 1500 \text{ km}^2$. Con estos valores y aplicando los mismos algoritmos utilizados por Protti *et al.* (2001), obtenemos que en los próximos cinco años la brecha sísmica de Nicoya tiene potencial para generar un sismo de $7,8 \pm 0,1$ grados de magnitud de momento (M_w).

Para el monitoreo tectónico de la península de Nicoya operamos, conjuntamente con otras instituciones, redes de control geodinámico sísmicas y geodésicas. La red sísmica permanente en los alrededores de la península de Nicoya consiste en cinco estaciones de período corto y componente vertical. De diciembre de 1999 a julio de 2001 los autores de este trabajo e investigadores de la Universidad de California

Figura 3. Red de monitoreo geodinámico de la península de Nicoya.



Estaciones sismológicas: rombos blancos = red permanente de período corto y componente vertical; círculos blancos = estaciones temporales de período corto y tres componentes; círculos rojos = estaciones de banda ancha; asteriscos = estaciones de pozo profundo de período corto y tres componentes. Estaciones de *gps*: cuadrados amarillos = estaciones continuas instaladas; cuadrados grises = estaciones continuas a instalar; cruces = monumentos geodésicos de ocupaciones en campañas.



Destrucción por crecida de río en Pacífico sur, Costa Rica

CNE

en Santa Cruz operaron una red sismológica digital de 20 estaciones en la península de Nicoya, instalada para detallar la geometría de la zona sismogénica por debajo de la península de Nicoya. Actualmente, como parte del proyecto Tucan con las universidades de Boston y Brown, estamos operando una red sismológica de 20 estaciones digitales de banda ancha en el norte y centro de Costa Rica. A finales de 2005 se instalaron, además, junto con la Universidad de California en Santa Cruz y la Universidad de Miami, tres estaciones sísmicas más, y a principios de 2006 instalaremos dos más de superficie y tres estaciones sismológicas de pozo profundo.

Junto con el Laboratorio de Propulsión a Chorro de la Agencia Nacional de Aeronáutica Espacial de Estados Unidos, el Ovsicori-Una ha participado en la ocupación de monumentos geodésicos de una red de *gps* en

y alrededor de la península de Nicoya, la cual, diseñada por Ovsicori-Una específicamente para el seguimiento de la brecha sísmica de Nicoya, ha sido ocupada en 1994, 1996 y 1997 (Lundgren *et al.* 1999) y con participación de la Universidad de Miami y 20 monumentos más, en 2000 y 2003.

Con el fin de incrementar la resolución de las mediciones de deformación y para modelar mejor la ubicación de los límites superior e inferior de la zona sismogénica por debajo de la península de Nicoya, se construyó un perfil denso de monumentos de *gps* a través de la península, perpendicular a la trinchera, para ocupaciones anuales. Este perfil geodésico fue construido en 2001 y ocupado en 2001, 2002, 2003 y 2005, con el apoyo financiero de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón y la asesoría técnica del Centro Ja



Deslizamiento de tierra en el Valle Central, Costa Rica.

CNE

ponés de Ciencias Marinas y Tecnología y el Instituto de Investigación de Terremotos de la Universidad de Tokio. También, con el apoyo de esas tres instituciones japonesas se obtuvo la instrumentación para la instalación de tres estaciones permanentes de *gps* para el registro de la deformación continua y la captura de sismos silenciosos (Protti *et al.* 2004, Protti *et al.* 2005) en los sitios Indi, Hua2 y Puje del perfil geodésico.

Actualmente, junto con las universidades de Miami y de California en Santa Cruz, nos encontramos ampliando la red de estaciones continuas de *gps*: a finales de 2004 se instaló una en Playa Negra (PNEG) y a principios de 2005 otra en Bongo (Bon2). Durante el primer semestre de 2006 se instalarán siete estaciones más completando así una red de 12 con un espaciamiento menor que 25 km (en la figura 3 se muestra la ubicación

de todas las estaciones de la red de monitoreo geodinámico de la brecha sísmica de Nicoya).

Conclusiones: Se ha delimitado la extensión geográfica de la brecha sísmica de Nicoya y se ha ubicado en su contexto tectónico regional. Con base en su tamaño y tasas de deformación, se estima que esta brecha tiene potencial para generar un sismo de magnitud $M_w = 7,8 \pm 0,1$ durante los próximos cinco años. Estamos cumpliendo con el compromiso histórico de documentar lo mejor posible la deformación en la banda de registro más ancha posible (de 100 Hz a decenas de años) y por el mayor tiempo posible, de tal forma que se pueda dejar registros de las fases presísmica, cosísmica y postsísmica del próximo sismo de Nicoya. Esta información será invaluable para la predicción sísmica en Costa Rica y la región del *circumpacífico*.

Referencias bibliográficas

- De Mets, C. *et al.* "Current plate motions", en *Geophys. J. Int.*, 101, 1990.
- DeShon, H. R. *et al.* "Seismogenic zone structure beneath the Nicoya Peninsula, Costa Rica, from 3D local earthquake P- and S-wave tomography", en *Geophysical Journal International*, Vol 164, issue 1, January, 2006.
- Güendel, F. 1986. *Seismotectonics of Costa Rica: an analytical view of the southern terminus of the Middle American Trench*, Tesis doctoral, University of California, Santa Cruz.
- Iinuma, T. *et al.* "Inter-plate coupling in the Nicoya Peninsula, Costa Rica, as deduced from a trans-peninsula GPS experiment", en *Earth and Planetary Science Letters* 223, 2004.
- Lundgren, P. *et al.* "Seismic cycle and plate margin deformation in Costa Rica: GPS observations from 1994 to 1997", en *Jour. Geophys. Res.*, 104-B12, 1999.
- Newman, A. *et al.* "Along-strike variability in the seismogenic zone below Nicoya Peninsula, Costa Rica", en *Geophysical Research Letters*, Vol. 29, No. 20, 2002.
- Norabuena, E. *et al.* "Geodetic and seismic constraints on some seismogenic zone processes in Costa Rica", en *J. Geophys. Res.*, 109, B11403, doi: 10.1029/2003JB002931, 2004.
- Protti-Quesada, J. M. 1991. *Correlation between the age of the subducting Cocos plate and the geometry of the Wadati- Benioff zone under Nicaragua and Costa Rica*, Tesis de Maestría, University of California, Santa Cruz.
- Protti, M., F. Güendel, y K. McNally. "Correlation between the age of the subducting Cocos Plate and the geometry of the Wadati-Benioff zone under Nicaragua and Costa Rica", en Mann, P. (ed.). 1995. *Geologic and Tectonic Development of the Caribbean Plate Boundary in Southern Central America*. (Geological Society of America Special Paper 295). Colorado.
- Protti, M., F. Güendel, F. y E. Malavassi. 2001. *Evaluación del potencial sísmico de la Península de Nicoya*. Editorial Funa. Costa Rica.
- Protti, M. *et al.* "A Creep Event on the Shallow Interface of the Nicoya Peninsula, Costa Rica Seismogenic Zone", en *Eos Trans. AGU*, 85(47) (Fall Meet. Suppl., Abstract S41D-07), 2004.
- Protti, M. *et al.* "Silent Seismic Activity Recorded in Costa Rica by a Continuous GPS Network", en *Int. Ass. of Seism. & Phys. Earth Int. General Assembly* (volume of abstracts). 2005.

SUSCRIPCIÓN ANUAL

12 ejemplares: ¢ 4.000

AMBIENiCO

Periodo suscripción: desde _____ hasta _____
(mes) (año) (mes) (año)

Forma de pago: ____ en efectivo, o ____ cheque a nombre de FUNDAUNA o ____ depósito en el Banco Nacional a nombre de FUNDAUNA cuenta **004-010272-9**, detalle : Proyecto 033506, y enviar copia de la boleta de depósito al fax 277-3289 (si se hace transferencia por internet, anotar como oficina la N° 004).

Nombre: _____

Teléfonos: Oficina: _____ Casa: _____ Celular: _____

Fax: _____ Correo electrónico: _____

Correo postal (para envíos): _____

[Enviar este cupón o la información solicitada al fax 277-3289 o comunicarse con el 277-3688 o con ambientico@una.ac.cr]

Impacto del volcán Rincón de la Vieja

ELIÉCER DUARTE, ERICK FERNÁNDEZ Y WENDY SÁENZ

El volcán Rincón de la Vieja es un estratovolcán con actividad histórica y prehistórica. Registros de finales del siglo XVIII evidencian una variedad de modalidades eruptivas: magmática, freato-magmática, freática y fumarólica. En aquel tiempo, aunque el impacto ambiental de tal actividad era notable, ésta no representaba una amenaza para la sociedad de la región. Pero con el avance de la frontera agrícola y la colonización de áreas cercanas, pequeños grupos de población empezaron a enfrentar una variedad de riesgos derivados de la actividad volcánica primaria y/o de fenómenos secundarios asociados.

El complejo volcánico Rincón de la Vieja, localizado al noroeste de Costa Rica, en la sierra volcánica de Guanacaste (dentro del Parque Nacional Volcán Rincón de la Vieja), posee unas nueve formas sumitales alineadas en dirección noroeste-sureste. Dentro de las mejor preservadas se puede mencionar el cono Braun, el Von Seebach, el cráter activo, el Rincón Viejo y el Santa María. La abundancia de formas y las características morfológicas y geológicas muestran un complejo volcánico altamente explosivo y de geografía cambiante en el tiempo (Kempter 1996). Este inmenso macizo se podría dividir con un eje noroeste-sureste (coincidente con la divisoria continental de aguas) en dos grandes regiones de contraste hídrico. La cara noreste comparte todas las características del régimen característico del Caribe y la zona norte: abundantes precipitaciones, humedad permanente, escasez de radiación solar y bosques siempre cubiertos por nubosidad; la variedad de especies vegetales hace de este paisaje *siempre-verde* una alfombra natural densa desde el piso hasta las copas de los inmensos árboles; aunado a esto, las especies animales son igual de abundantes. En contraste, al suroeste tenemos un sector en que el régimen de bosque seco tropical impera con niveles altos de radiación solar y precipitaciones considerablemente disminuidas, en parte debido al obstáculo físico que al régimen del Caribe presenta el mismo macizo. Esta zona ostenta dos periodos climáticos bien definidos: el seco y el lluvioso. Una variedad vegetal se adapta a estos cambios bruscos para dar albergue a otras variedades animales que, aunque abundantes, son en buena parte distintas a las del lado noreste.

Como en la cima del complejo volcánico tenemos una zona de transición, las condiciones meteorológicas imperantes son adversas la mayor parte del año. Fuertes vientos, nubosidad y alternados aguaceros con lloviznas disminuyen la visibilidad y las posibilidades de realizar trabajos intensivos de investigación y visitas turísticas prolongadas. No obstante, el Rincón de la Vieja no deja de ser, en sí mismo, una rica fuente de estudio para comprender mejor sus procesos en aras de reducir la vulnerabilidad de las poblaciones; pero desafortunadamente respecto de su impacto ambiental no hay nada que se pueda hacer durante la degasificación pasiva y menos aun durante eventos extraordinarios.

Entre los eventos dados a partir de 1966 predominan los con actividad freática -o sea, con involucramiento de agua en el proceso eruptivo- y fumarólica -esta última por amplios periodos, tornándose en ocasiones extraordinaria hasta superar los bordes del cráter activo. Hay también actividad freato-magmática -con involucramiento de material juvenil eyectado en forma de bloques, cenizas o coladas de lava- y estromboliana -generación de columnas moderadas de piroclastos acompañadas de gases y vapor.

Desde su última erupción freato-magmática (1966-1967) este volcán ha tenido periodos de actividad fumarólica de moderada a vigorosa con periodos de incremento, y las erupciones freáticas, emitidas por su cráter activo, consisten en chorros de agua caliente con forma cipsoidal, ceniza húmeda, bloques y vapor de agua. El agua caliente y lodosa emitida por las erupciones normalmente desciende por los ríos que drenan el área empinada ubicada al norte del cráter principal, produciendo corrientes de barro caliente o lahares. Los drenajes expuestos a la amenaza de lahares son los ríos Azul, Pénjamo y la quebrada Azufrada, que se unen para fluir hacia el norte como río Pizote. Es en este sector donde el impacto en la vida acuática es de carácter repetitivo. A continuación, se reseña los eventos, y sus impactos, dados desde 1966.

Septiembre de 1966: Se reportan erupciones mayores de vapor (Monestel 1983). En los ríos Colorado y Blanco los peces murieron al día siguiente de la erupción debido a los sedimentos en suspensión y a los cambios químicos en las aguas, producto de la ceniza depositada en la parte alta de estos drenajes. El ascenso a la cima confirmó la existencia de vegetación destruida hasta aproximadamente 2 km alrededor del cráter. Se observó blo-

Elécer Duarte, geógrafo físico especialista en desastres, Erick Fernández, geógrafo físico especialista en vigilancia volcánica, y Wendy Sáenz, estudiante de química, son investigadores en el Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica (Ovsicori) de la Universidad Nacional (eduarte@una.ac.cr).

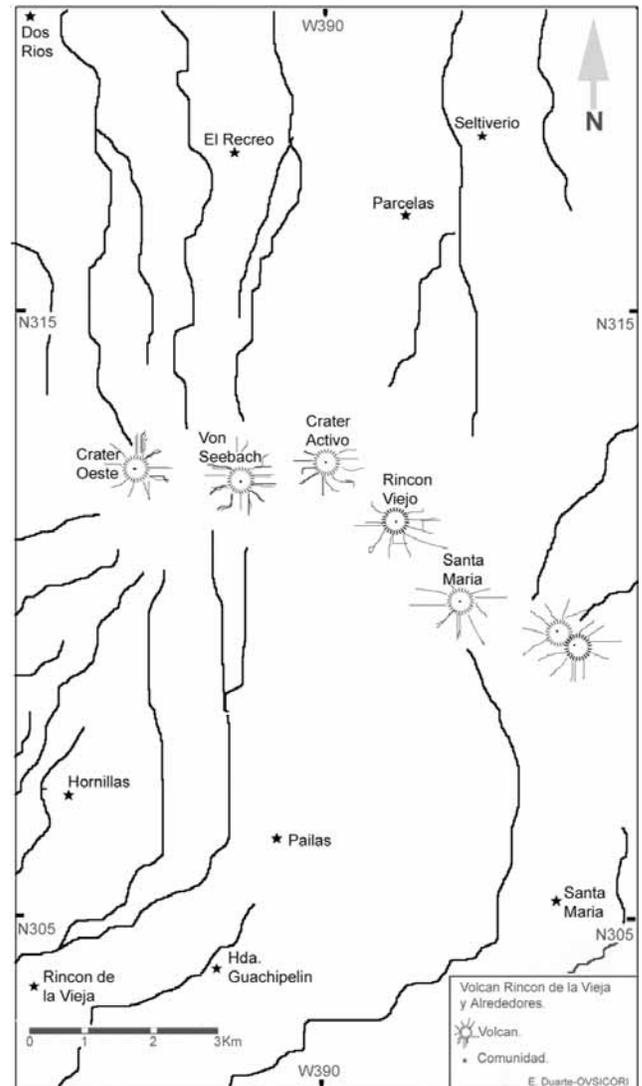
ques y bombas afectando directamente especies vegetales mayores y menores.

Febrero de 1983: En los primeros días se dio un período de varias erupciones escuchadas y observadas por los habitantes de comunidades aledañas hasta a 8 km del cráter, produciéndose una columna de ceniza y materiales gruesos que originaron una avalancha de lodo que contaminó ríos. La caída de bloques de diferentes tamaños alcanzó una distancia de hasta 1 km al sur del cráter. Al igual que en anteriores erupciones, se observó muerte de peces en los ríos Pénjamo y Niño (Pizote), de la vertiente norte, por los efectos de los lahares que bajaron por los drenajes. El efecto por caída de materiales gruesos se concentró en la cima afectando severamente flora y fauna. Debido a esta fuerte actividad los habitantes de Dos Ríos de Upala y Mayorga optaron por evacuar (Barquero y Fernández 1983).

Mayo de 1991: Hubo erupciones freáticas que afectaron principalmente la cima y el flanco norte. Sedimentos de los lahares viajaron hasta a 18,5 km de la fuente, a lo largo del río Pizote, destruyendo dos puentes ubicados en los ríos Pénjamo y Azul, dejando incomunicadas a las comunidades de Gavilán y Buenos Aires. La vida acuática desapareció casi totalmente debido al alto nivel de sedimentos y sólidos en suspensión, a la turbidez y a la toxicidad de los líquidos aportados desde el lago caliente e hiperácido.

Mayo de 1991: Erupciones freáticas produjeron lahares que destruyeron varios puentes. El efecto de los materiales caídos en la cima afectaron una buena porción de la cobertura vegetal. La contaminación de cursos de agua de los drenajes hacia el norte produjeron daños y muerte en la vida acuática (Fernández *et al.* 1993).

Noviembre de 1995: Las erupciones freáticas ocurridas entre el 6 y el 13 fueron similares a las anteriores. Flotando en las avalanchas, descendieron bloques a al-



Volcán Rincón de la Vieja

E. Duarte

tas temperaturas, lo que agregó un elemento a la afectación de la vida acuática. En los días posteriores las avalanchas descendieron por los ríos, siempre en dirección norte. Las erupciones ocurridas produjeron columnas de hasta 3,5 km de altura por encima del cráter activo con un rico contenido de agua y ceniza. Una película finísima de polvo volcánico se esparció hacia el oeste (superando la línea de costa) sobre un eje de unos 50 km. En el área inmediata de la cima se pudo observar árboles semisepultados y ramas quebradas por el peso de las cenizas húmedas. El sepultamiento de especies menores provocó una recuperación mucho más lenta. La muerte de aves por impacto directo de las columnas verticales en ascenso y por la destrucción de su hábitat ha sido observada en algunos casos. En visita a la cima se observaron venados y aves visiblemente asustados escapando del área de la cima (Duarte *et al.* 2004).

El Rincón de la Vieja presenta amenazas a la vida humana y, mayormente, al ambiente natural. La variada actividad eruptiva tiene impactos desde por su generación de bloques y piroclastos, hasta por la deposición de partículas a grandes distancias. En el caso de la actividad freática lo más dramático es las avalanchas. En la región superior del macizo el impacto por la depositación es severo. En algunos casos las especies afectadas tardan años en recuperarse.

Un elemento prominente en la cima es un callejón de acidificación que se extiende por más de 4 km hacia

el oeste-suroeste con un ancho promedio de 1 km. En esta franja despoblada de vegetación el efecto de la acidificación es permanente; únicamente especies resistentes logran mantenerse y las otras menores prosperan muy lentamente en periodos de baja degasificación.

Por razones de vigilancia volcánica el interés se centra en las zonas pobladas. Las comunidades de Buenos Aires, Gavilán, Dos Ríos de Upala y otros caseríos menores se ubican en las partes bajas del flanco norte en un rango de 4-7 km. Muchas de ellas han sido afectadas por los eventos que han involucrado avalanchas de lodo, destruyéndose puentes, caminos e incluso pequeños sectores cultivados a lo largo de los cauces. La ruptura de la rutina de esas poblaciones tiene un impacto económico regional durante la actividad extraordinaria.

Si bien hasta hoy la actividad fumarólica solo ha tenido impacto directo en las áreas sumitales y las zonas cercanas viento abajo, no se puede descartar que, si se sostuviera por largos periodos con más vigor, la zona afectada podría fácilmente llegar hasta áreas más alejadas. Si la acidificación del medio asociada a la degasificación se incrementara podría llegar a afectar áreas fuera del Parque Nacional. Finalmente, lo más catastrófico que podría acontecer sería que la actividad estromboliana llegara a generar volúmenes de ceniza que, transportados por los vientos predominantes, alcanzaran áreas pobladas de mayor importancia.

Referencias bibliográficas

- Barquero, J. y E. Fernández. "Estado de los volcanes de Costa Rica", en *Boletín de Vulcanología*, 17, 1983 (Escuela de Ciencias Geográficas, Universidad Nacional).
 Duarte, E. *et al.* 2004. "El Volcán Rincón de la Vieja", en *Memorias del Congreso de Ciencia y Tecnología*. Cientec. Costa Rica.
 Fernández, E. *et al.* "Estado de los volcanes de Costa Rica", en *Boletín de Vulcanología*, 22, 1993. Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica, Universidad Nacional.
 Kempton, K. 1996. *Evolution of the Rincon de la Vieja Volcanic complex, NW Costa Rica*. Tesis doctoral, University of Texas, Austin.



Volcán Rincón de la Vieja

E. Duarte

Corredores de comercio y reducción de desastres en América Latina

STEPHEN BENDER

Desde la década de los sesenta, el desarrollo de América Latina ha dependido de asuntos asociados a la ocupación del espacio físico y la organización de éste para satisfacer las necesidades económicas y sociales. Una de las más destacadas manifestaciones de tal fenómeno en los últimos 30 años ha sido la emergencia de corredores de comercio intra e interregionales, que se desarrollan en la medida en que los conflictos regionales internos dan paso a procesos políticos más democráticos y abiertos, a la vez que los esfuerzos para el uso racional de los recursos naturales y el comercio libre impulsan la expansión de la cooperación regional.

Huracanes, terremotos, derrumbes, sequías y episodios como *El Niño* han resultado en muertes y destrucción en la región y han revelado la vulnerabilidad de las iniciativas regionales tendientes a la integración enfocadas en el intercambio de bienes y servicios, particularmente los de agricultura, energía y transporte. Mercados tradicionales para la exportación agrícola se han perdido, la carretera panamericana ha sido dañada en forma severa en centenares de sitios y la generación de energía ha resultado más costosa. Junto con la urbanización cada vez más rápida, la transformación dramática del sector de servicios y la necesidad continua de atraer inversión extranjera, la vulnerabilidad de los corredores ante eventos peligrosos naturales representa un desafío para la sostenibilidad del desarrollo en el futuro y se pone a la vista la dependencia de la asistencia internacional en caso de desastre.

La evaluación de riesgo tanto de los corredores de comercio existentes como de los programados debe de ser parte del interés de la promoción de la cooperación regional. Esta evaluación debe de soportar las tres funciones básicas de los corredores de comercio: producción básica, transformación de productos básicos a productos elaborados con valor agregado a la vez que servicios, y acceso a mercados. El funcionamiento seguro, eficiente y competitivo de los corredores de comercio exige la reducción de la vulnerabilidad a los peligros naturales de las poblaciones involucradas y de su infraestructura económica y social. Esto es cierto al margen de

los resultados de las negociaciones comerciales y los enlaces político-económicos resultantes. Ser país repetidamente declarado *desastre* es ser mal socio en el comercio regional y la economía global.

Los corredores de comercio constituyen una nueva Unidad para la planificación regional que cruza los temas políticos, sociales, económicos y físicos tradicionales. Las ciudades surgen como actores principales en la creación y el desarrollo de los corredores de comercio, que agrupan ciudades en nuevas combinaciones descubriendo así oportunidades, problemas, dependencias y retos. En lo esencial, los corredores de comercio ofrecen a las ciudades de América Latina la oportunidad de romper con modelos antiguos de desarrollo, maximizar las ventajas frente a la toma más descentralizada de decisiones políticas y económicas, fortalecer las instituciones democráticas y promover la inversión del sector privado. Pero como el comercio es el negocio de los países y de sus ciudadanías -tengan o no grandes tratos de comercio internacional-, la vulnerabilidad de los ciudadanos y su infraestructura económica y social a los peligros naturales -y a los desastres que pueden resultar de los eventos- demuestra que la creación de riesgo a través de acciones de desarrollo mal pensadas y ejecutadas es mal negocio.

Los corredores de comercio incluyen áreas con características variadas, lo cual influye en su vulnerabilidad a los peligros naturales, que pueden impactar no solamente a los seres humanos que viven y circulan por los corredores sino también a los bienes y servicios producidos o transformados en los corredores. Para prevenir los impactos desastrosos de los eventos de peligro natural, el análisis de vulnerabilidad y la gestión de riesgo son de enorme importancia en el proceso de la planificación para el desarrollo integrado de los corredores de comercio que constituyen nuevas regiones para la planificación. El análisis de la vulnerabilidad a los eventos de peligro natural incluye la vulnerabilidad relacionada con las tres funciones anotadas, además del impacto del desarrollo de los mismos corredores de comercio sobre la localización, severidad y período de retorno de los eventos de peligro natural.

Centenares de ciudades latinoamericanas, incluyendo algunas capitales nacionales, forman parte de los corredores existentes, emergentes o programados. En la

Stephen Bender, arquitecto y planificador urbano y regional, hasta recientemente fue jefe de la División III de la Oficina de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente de la Organización de Estados Americanos.

mayoría de los casos, esas ciudades se enfrentan a retos de desarrollo similares: asegurar un balance entre crecimiento económico y social -incluidos programas de salud, seguridad y bienestar de la población-, un balance entre explotación y conservación de recursos naturales y un balance entre medios competitivos y eficientes de producción y asentamientos seguros y sostenibles. El alcance de estos balances se da en el contexto del deseo político de tener ciudades sostenibles y de la realidad de su vulnerabilidad a los peligros naturales. Una ciudad destruida debilita su respectivo corredor de comercio, lo que hace a éste menos competitivo frente a la economía global y el comercio regional.

La democratización, la participación pública, la inversión del sector privado y los acuerdos con el sector público son las características geo-políticas y geo-económicas del contexto dinámico de las ciudades. Pero, por primera vez desde la década de los sesenta, existe una visión de un contexto más grande que la ciudad misma debido al cual las ciudades pueden sacar ventaja. Los corredores de comercio son a la vez el generador y el recipiente de las interrelaciones regionales y globales y de las innovaciones tecnológicas. Ellos son un contexto por el que las ciudades pueden acceder a recursos y cambiar la dinámica política, económica y social para influir directamente en su habilidad para resolver sus problemas de desarrollo.

La experiencia demuestra que las políticas y acciones estratégicas relacionadas con las áreas urbanas son necesarias no solamente en el contexto de cuencas hidrográficas internacionales y áreas fronterizas -que son unidades tradicionales para la planificación-, sino también en el contexto de los corredores de comercio. Estas políticas y estrategias incluyen: (1) desarrollar un plan regional para guías de manejo ambiental para corredores de transporte vial; (2) desarrollar programas regionales para la reducción de la vulnerabilidad de los corredores viales a los peligros naturales; (3) llevar a cabo estudios de evaluación de recursos y zonificación ambiental en las áreas asociadas con corredores de comercio; (4) proveer servicios de asesoría técnica a comisiones internacionales de desarrollo relacionadas con áreas fronterizas internacionales; (5) asistir en el diseño de planes de desarrollo fronterizo; (6) asistir en la preparación de propuestas multinacionales de inversión internacional que deben incluir gestión del riesgo a los peligros naturales; (7) asistir en los estudios de vulnerabilidad a nivel regional, sub-regional y nacional a los sectores de agricultura, energía y transporte, y (8) facilitar la implementación de proyectos de conservación de recursos naturales en las áreas fronterizas incluyendo la participación directa de las poblaciones indígenas locales.

Hay diversos enfoques para incluir el análisis de vulnerabilidad en la planificación y financiamiento de corredores de comercio, tanto internacional como regionalmente. Los planes de acción del proceso de las

cumbres, así como las declaraciones regionales para América Central y para Suramérica, indican la implementación de varias iniciativas por parte de los gobiernos tendientes a la reducción de la vulnerabilidad de las poblaciones y su infraestructura económica y social frente a los peligros naturales. Estas iniciativas incluyen acciones en la planificación nacional para el desarrollo, la promoción del establecimiento de códigos de construcción y un llamado al intercambio de información y el conocimiento técnico relacionado con la mitigación de desastres naturales.

La Organización de Estados Americanos (OEA), las asociaciones regionales de países incluyendo las relacionadas con los sectores, los procesos políticos y las agencias especializadas para el manejo de emergencias, están ayudando a los gobiernos a enfocarse en la reducción de la vulnerabilidad de los corredores de comercio ante los peligros naturales a través del desarrollo de políticas de desarrollo, apoyo a programas sectoriales y disseminación de buenas prácticas y modelos. No obstante, finalmente la responsabilidad es de los dueños de la infraestructura económica y social vulnerable y de las poblaciones asociadas con ella.

La OEA ha creado el Comité Interamericano para la Reducción de Desastres Naturales, y su Comité Especial del Consejo Interamericano para Desarrollo Integral y el Comité para la Seguridad Hemisférica están revisando a nivel de política hemisférica la coordinación y apoyo necesarios para promover la acción por parte de los gobiernos. A nivel hemisférico, regional y subregional los mandatos abundan, pero muchas veces sin implementación. Esencial para implementar acciones de reducción de vulnerabilidad es la participación de las entidades regionales como el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas y el Consejo Regional de Cooperación Agrícola en el sector agropecuario, la Iniciativa de Transporte para el Hemisferio Occidental y el Consejo Sectorial de Ministros de Transporte en el sector transporte, y la Organización Latinoamericana de Energía, el Consejo de Electrificación de América Central y la Comisión de Integración Energética Regional en el sector energía. En particular, el sector de transporte debe volver a la implementación de mecanismos para asistencia mutua en caso de daños a la infraestructura del sector. Además, los sectores involucrados directamente en el desarrollo de los corredores de comercio deben participar directamente en los esfuerzos como Procorredor, un consorcio creado para investigación y capacitación para avisar a los gobiernos, consultar con el sector privado y preparar la próxima generación de especialistas multidisciplinarios en el tema de desarrollo de los corredores de comercio. Iniciativas de estas entidades deben guiar las acciones gubernamentales para la unificación de normas y códigos de construcción, la adopción común de modelos de evaluación de vulnerabilidad y el diseño, la construcción y el mantenimiento de infraestructura económica y social para sostener los esfuerzos de desarrollo de las poblaciones.

Indicadores de vulnerabilidad y riesgo

OMAR DARÍO CARDONA

En octubre de 2005 se celebró en la Universidad de Bonn la segunda reunión del grupo de trabajo de expertos en vulnerabilidad bajo la coordinación del Institute for Environment and Human Security de la Universidad de Naciones Unidas, en el marco de la 6th Open Meeting of the Human Dimensions of Global Environmental Change Research Community, promovida por International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change. En dicha reunión participaron especialistas de diversas disciplinas que debatieron ampliamente sobre la necesidad de medir la vulnerabilidad y el riesgo desde la perspectiva de los desastres y sobre si dicha vulnerabilidad se puede medir o no. Varios investigadores manifestaron sus dudas sobre la pertinencia de dicho propósito y sobre la utilidad de tal medición entendida ella desde una perspectiva amplia considerando aspectos sociales, económicos, institucionales y ambientales. Por otra parte, otros investigadores, incluido el autor de este artículo, argumentaron sobre la necesidad de medir la vulnerabilidad si se desea facilitar la toma de decisiones para reducir el riesgo y señalaron que la ausencia de una definición precisa y el uso indiscriminado del término ha contribuido a la confusión y a la falta de claridad para la gestión.

Desde el punto de vista de quien suscribe, no solo para efectos de medir la vulnerabilidad sino para el adecuado entendimiento del problema del riesgo y el desastre, es necesario contar con un soporte epistemológico apropiado de la noción de vulnerabilidad, dado que es el estado de realidad que subyace al concepto de riesgo (Cardona 2001, 2003). La necesidad de hacer manifiesto el riesgo es fundamental para incidir en las decisiones, para que se le reconozca y se convierta en una preocupación para alguien; sin su reconocimiento no hay decisión. Pero el riesgo es un concepto extraño, representa algo irreal, en tanto que está siempre relacionado con azar, con posibilidad, con algo que aún no ha sucedido. Es una abstracción de un proceso de transformación que denota simultáneamente posibilidad y realidad. Es algo imaginario y escurridizo que parece solo existir en el futuro y que refleja un estado indeseable de realidad, pero su existencia compleja es consustancial al hombre. El riesgo se dimensiona acotando en el tiempo un estado de realidad indeseable, unas consecuencias o

efectos adversos como resultado de sucesos naturales o actividades humanas, lo que revela su carácter normativo. Esta noción implica que existen vínculos causales entre acciones y efectos, y que efectos indeseables pueden ser evitados o reducidos si las acciones causales son evitadas o modificadas. El concepto subyacente de realidad causal corresponde al concepto de vulnerabilidad. De allí su importancia, pues determina el carácter selectivo de la severidad de los daños cuando se presenta un fenómeno. La vulnerabilidad refleja la susceptibilidad, la predisposición intrínseca a ser afectado, las condiciones que favorecen o facilitan que haya daño.

La convolución [*convolution*] de la frecuencia de eventos peligrosos con la severidad de sus consecuencias factibles ha sido el enfoque tradicional para estimar el riesgo desde el punto de vista tecnológico. Un enfoque similar se utiliza desde hace ya más de dos décadas, desde el punto de vista de los desastres, donde el riesgo se ha considerado como una función de la amenaza y la vulnerabilidad. Quien esto suscribe propuso eliminar una tercera variable, que en ese entonces se proponía (Undro 1980), denominada exposición o elementos en riesgo, sugiriendo que el riesgo se podría estimar si se conoce la *amenaza o peligro* A_i , entendida como la probabilidad de que un suceso con una intensidad mayor o igual a i se presente durante un período de exposición t , y si se conoce la *vulnerabilidad* V_e , entendida como la predisposición intrínseca de un elemento expuesto e a ser afectado o de ser susceptible a sufrir un daño ante la ocurrencia de un suceso con una intensidad i , así

$$R_{ie} |_t = f(A_i, V_e) |_t$$

de esta manera, el *riesgo* R_{ie} se puede expresar como la probabilidad de que una pérdida sobre el elemento e se presente, resultado de la ocurrencia de un suceso con una intensidad mayor o igual a i . En otras palabras, el riesgo en general puede entenderse como la posibilidad de que se presente un daño o pérdida si dicho daño se valora en un tiempo de exposición t (Cardona 1985, 1986). Esta expresión, considerada por muchos como una ecuación elegante y útil en términos metodológicos y didácticos para describir la compleja noción de riesgo no es más que otra descripción propuesta por el autor acerca del potencial de crisis de un sistema, que puede expresarse como una función de que un agente detonan-

Omar Darío Cardona, ingeniero civil especialista en riesgo sísmico, es profesor e investigador en la Universidad Nacional de Colombia (sede Manizales).

te externo o interno al sistema y unas condiciones de inestabilidad en el mismo se presenten, así

$$C_p = f(T_a, I_c)$$

donde C_p (crisis potencial) expresa la factibilidad de la crisis, T_a (trigger agent) representa la probabilidad de ocurrencia del agente detonante, que puede ser un evento perturbador o una fluctuación que supere un umbral crítico en un proceso de deterioro continuo, e I_c (instability conditions) representa las condiciones de inestabilidad -equilibrio al límite del caos- del sistema expuesto al agente desencadenante de la crisis (Cardona 1995, 1999). La posibilidad de que esto pueda presentarse debe plantearse siempre en un lapso o en una "ventana" de tiempo, lo que significaría expresar cada factor en términos de probabilidad.

Pero ¿cómo medir la vulnerabilidad o las condiciones de inestabilidad si el concepto captura una realidad causal de efectos adversos más amplia que la que denota la fragilidad física de los elementos expuestos? La vulnerabilidad de los asentamientos humanos ante los fenómenos naturales, por ejemplo, está ligada íntimamente a los procesos sociales que allí se desarrollan; es decir, no solo depende de la susceptibilidad física del contexto material sino de la fragilidad social y la falta de resiliencia o capacidad de recuperación de los elementos expuestos ante amenazas de diferente índole. Es decir, es necesario hacer una descripción comprensiva o integral de la vulnerabilidad, reconociendo que hay aspectos de la vulnerabilidad que son dependientes de la amenaza y otros que no lo son pero que agravan la situación, y que la valoración se puede hacer mediante indicadores o con fines de seguimiento, desde la perspectiva del control y no de la verdad física. Aquí es necesario trascender el antagonismo entre "objetivismo" y "constructivismo" y confiar más en métodos de evaluación de riesgo tanto cualitativos como cuantitativos. La acción o decisión implícita que el concepto de riesgo tiene asociada hace necesario precisar la relación entre la percepción subjetiva del riesgo y la obligatoriedad científica de su objetivización.

Teniendo en cuenta lo anterior se propuso un modelo para la evaluación del riesgo de desastre desde una perspectiva holística a finales de los años noventa (Cardona 2001), que se aplicó posteriormente con Hurtado y Barbat en 2000. En estos trabajos el riesgo de desastre fue evaluado considerando diversas dimensiones o aspectos de la vulnerabilidad que pueden subdividirse en tres categorías o factores: (1) *Exposición y susceptibilidad física*, que corresponde a un riesgo "duro", relacionado con el daño potencial en la infraestructura física y en el ambiente. (2) *Fragilidades socioeconómicas*, que contribuyen a un riesgo "blando" relacionado con el impacto potencial sobre el contexto social. (3) *Falta de resiliencia* para enfrentar desastres y recuperarse, que contribuye también al riesgo "blando" o factor de impacto de se-

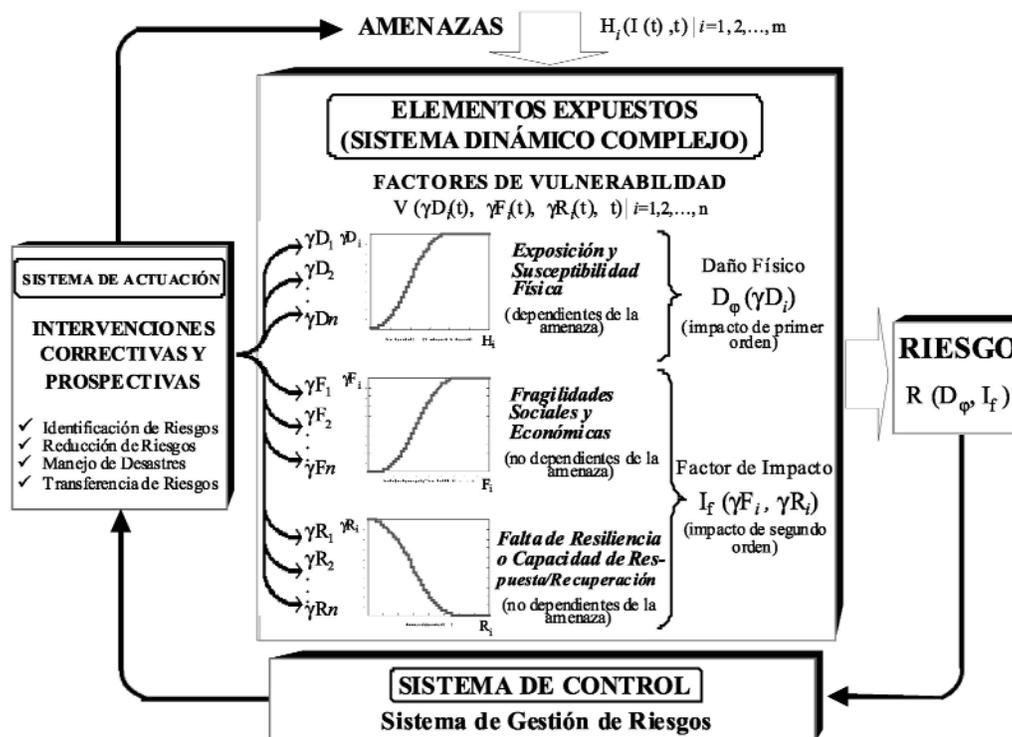
gundo orden sobre las comunidades y organizaciones.

Desde una perspectiva holística el riesgo significa consecuencias económicas, sociales y ambientales a causa de posibles fenómenos físicos; significa proceso de integración y desagregación, conservando las sinergias o relaciones entre componentes. Es la noción de pensamiento complejo, que separa y reúne, que distingue –sin desunir– y religa. Carreño *et al.* (2004, 2005) desarrollaron una versión alternativa del modelo en la que la evaluación del riesgo se lleva a cabo afectando el riesgo físico con un factor de impacto obtenido de las condiciones del contexto, tales como las fragilidades socioeconómicas y la falta de resiliencia, condiciones que agravan el escenario de pérdidas físicas.

La figura adjunta ilustra la nueva versión del modelo de la perspectiva holística, en la cual el riesgo, R , es una función del daño físico potencial, D_ϕ , y de un factor de impacto, I_ϕ . El primero es obtenido de la susceptibilidad de los elementos expuestos, γD_i , frente a las amenazas, H_i , teniendo en cuenta las intensidades potenciales, I , de los eventos en un período de tiempo, t , y el segundo depende de la fragilidades sociales, γF_i , y de aspectos relacionados con la falta de resiliencia, γR_i , del sistema socio-técnico o contexto propenso a desastres. Usando los metaconceptos de la teoría del control y la dinámica de sistemas complejos, para reducir el riesgo es necesario intervenir en forma correctiva y prospectiva los factores de vulnerabilidad y, cuando es posible, las amenazas en forma directa. Así, la gestión del riesgo requiere de un sistema de control (estructura institucional) y un sistema de actuación (políticas públicas y acciones) para implementar los cambios necesarios en los elementos expuestos o sistema complejo donde el riesgo es un proceso socio-ambiental. Este modelo se aplicó en el desarrollo del sistema de indicadores de riesgo y gestión de riesgo desarrollado y aplicado en 12 países de América bajo la coordinación del Idea con el apoyo financiero del Banco Interamericano de Desarrollo (Idea 2005).

Otro modelo propuesto y presentado en Bonn, en la segunda reunión del grupo de trabajo de expertos en vulnerabilidad, por el Unu-ESH, es el denominado concepto BBC [Bogardi, Birkmann, Cardona] que intenta representar la vulnerabilidad como un vínculo en la cadena amenaza-vulnerabilidad-riesgo, que argumenta que la vulnerabilidad debería ser vista como un proceso que estimule acciones proactivas antes que el riesgo se materialice (Birkmann 2006).

Como conclusión, se puede señalar que es posible proponer maneras de medir o evaluar la vulnerabilidad y el riesgo, pero es necesario superar el antagonismo entre "objetivismo" y "constructivismo" y confiar más en métodos tanto cualitativos como cuantitativos. Conceptualmente y pragmáticamente es insatisfactorio dejar el asunto como una simple situación relativa y de-

Nueva versión del modelo (Carreño *et al.* 2004, 2005)

cir que subjetivamente cada persona concibe y asume el riesgo a su manera. Esta posición es totalmente inoperante cuando ineludiblemente se tiene que intervenir el riesgo desde el punto de vista de la política pública. Los atributos de calidad de un modelo son su aplicabilidad, su transparencia, su presentación y su legitimidad. Del cumplimiento de estos atributos o propiedades de la técnica de evaluación dependerá su *pedigree* científico. La aplicabilidad está ligada a la adecuación del modelo al problema, a su alcance y completitud; a la accesibilidad, aptitud y fiabilidad de la información requerida. La

transparencia está relacionada con la estructuración del problema, la facilidad de uso, la flexibilidad y adaptabilidad, y con la inteligibilidad o comprensión del modelo o algoritmo. La presentación se relaciona con la transformación de la información, la visualización y comprensión de los resultados. Finalmente, la legitimidad está ligada con el papel del analista, el control y contrastación, la posibilidad de verificación y la aceptación y consenso de los evaluadores y tomadores de decisiones.

Referencias bibliográficas

- Birkmann, J. (ed.). 2006. *Measuring Vulnerability to Hazards of Natural Origin: Towards Disaster Resilient Societies*. United Nations University Press, Unu-EHS. En prensa.
- Cardona, O. D. 1985. *Hazard, Vulnerability and Risk Assessment*. Institute of Earthquake Engineering and Engineering Seismology IZHS, Skopje, Yugoslavia. Sin publicar.
- Cardona, O. D. "Estudios de Vulnerabilidad y Evaluación del Riesgo Sísmico: Planificación Física y Urbana en Áreas Propensas", en *Boletín Técnico AIS (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica)*, No. 33, 1986. Bogotá.
- Cardona, O. D. 1995. *Prevención de Desastres y Preparativos para Emergencias: Aspectos Técnico-científicos, Sociales, Culturales e Institucionales*, Centro de Estudios sobre Desastres y Riesgos Naturales, Universidad de los Andes. Bogotá.
- Cardona, O. D. "Environmental Management and Disaster Prevention: Two Related Topics - A Holistic Risk Assessment and Management Approach", en Ingleton, J. (ed.) 1999. *Natural Disaster Management*. IDNDR, Tudor Rose. London.
- Cardona, O. D. 2001. *Estimación Holística del Riesgo Sísmico utilizando Sistemas Dinámicos Complejos*. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona. (www.desenredando.org/public/variados/2001/ehrisusd/index.html).
- Cardona, O. D. "The Need for Rethinking the Concepts of Vulnerability and Risk from a Holistic Perspective: A Necessary Review and Criticism for Effective Risk Management", en Bankoff, G., G. Frerks y D. Hilhorst (eds.). 2003. *Mapping Vulnerability: Disasters, Development and People*. Earthscan Publishers. Londres.
- Cardona, O. D. y A. H. Barbat. 2000. "El Riesgo Sísmico y su Prevención", en *Cuaderno Técnico 5 Calidad Siderúrgica*. Madrid.
- Cardona, O. D. y J. E. Hurtado. "Modelación Numérica para la Estimación Holística del Riesgo Sísmico Urbano, Considerando Variables Técnicas, Sociales y Económicas", en Oñate, E. *et al.* (eds.). 2000. *Métodos Numéricos en Ciencias Sociales*. Cimne-UPC. Barcelona.
- Carreño, M. L., O. D. Cardona y A. H. Barbat. 2004. *Metodología para la evaluación del desempeño de la gestión del riesgo*. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona.
- Carreño, M. L., O. D. Cardona y A. H. Barbat. 2005). *Sistema de indicadores para la evaluación de riesgos*. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona.
- Idea. 2005. *Sistema de indicadores para la gestión del riesgo de desastre: Informe técnico principal*. Universidad Nacional de Colombia, Manizales. (<http://idea.unalmz.edu.co>).
- Undro. 1980. *Natural Disasters and Vulnerability Analysis, Report of Experts Group Meeting of July 9-12, 1979*, Geneva.



INUNDACIÓN DE RÍO SIXADLA, CARIBE SUR, COSTA RICA



DESLIZAMIENTO DE TIERRA EN TAPEZCO, COSTA RICA