

Revista mensual sobre la actualidad ambiental ISSN 1409-214X N°119 AGOSTO 2003 €400

# AMBIENTICO



DESLIZAMIENTOS  
E INUNDACIONES

## PRESENTACIÓN

En Costa Rica esta es la época del año idónea para prestar atención y reflexionar sobre deslizamientos e inundaciones. Es cuando se acrecientan las lluvias que menudean esos fenómenos en áreas en que históricamente ha habido alteraciones importantes en la estructura de los suelos y fuerte erosión: los cauces por los que normalmente fluyen las aguas han perdido capacidad de transportación del líquido por el depósito en ellos de materiales que son arrastrados desde terrenos adyacentes, dando como consecuencia las inundaciones; y los suelos han perdido consistencia dando lugar a los deslizamientos. Hoy, y en nuestro país, la acción humana está casi siempre en la base de esos desarreglos.

En esta edición presentamos varios artículos de especialistas en este complejo tema: se explica el mecanismo "físico" de generación de los deslizamientos, se establece la relación entre estos -y las inundaciones- y el clima, se descubre la influencia de lo humano sobre tales fenómenos y sobre los perjuicios socioeconómicos asociados, se describe y explica casos concretos recientes y, finalmente, se informa respecto de las actuales técnicas o procedimientos metodológicos usados para el estudio y prevención de esos fenómenos.

Foto de portada: G. Crewdson

## AMBIENTICO

Revista mensual sobre la actualidad ambiental  
Nº 119 AGOSTO DE 2003

Director y editor: Eduardo Mora Asistente: Natalia Jorjari.

Consejo editor: Manuel Argueta, David Kaimowitz, Luis Poveda, Roda Romero

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

Circulación: Enrique Arguedas

Escuela de Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional,  
tel.: 277 3633, 277 3291, fax: 277 3289, apartado postal: 86 3000, Costa Rica  
ambientico@una.ac.cr [www.ambientico.una.ac.cr](http://www.ambientico.una.ac.cr)

Esta publicación  
contó con  
el apoyo  
financiero de



## SUMARIO 119

### TEMA DE PORTADA

<b>Rolando Mora</b> Lo básico sobre deslizamientos	4
<b>Irina Katchan</b> Clima y desastres en Costa Rica	5
<b>Luis Nelson Arroyo</b> Ambiente, pobreza e inundaciones	7
<b>Maria Fernanda Jarquin</b> Deslizamientos en cerro Tapezco e inundaciones	9
<b>Elena Badilla</b> Inundaciones en Turrialba-ciudad	12
<b>Miguel Bolaños, Rolando Valdés, Sergio Arce, Ricardo Chavarría y Rosa Vásquez</b> Inestabilidad en laderas de Orosi	14
<b>Vinicio Penaranda</b> Teledetección, sigs y prevención de riesgos	17

### OTROS TEMAS

<b>Oscar Ramírez</b> Ante la plaga (?) de la paloma de Castilla	18
<b>Guiselle Monge, Oliver Chassot, Rocío López, George Powell, Suzanne Palminteri, Mario Boza, Clara Padilla, Luis Diego Marín, Carlos Ulate, Juan L. Méndez, Robert Matlock, Luis Rojas, Carlos Manuel Rodríguez y Etilma Morales.</b> Maquenque, nuestro próximo gran parque	19
<b>Reseñas de estudios</b> ¿Se comerán los eucaliptos a sus hijos?	23

### COLUMNISTAS

LUIS POVEDA 3 EDUARDO GUDYNAS 22



En tu  
mundo

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



# En busca de aceites esenciales

Si se va al paradisíaco Manzanillo, en Limón, se debe visitar el Peñón, porque ¡qué vista!, ¡qué oleaje!, ¡qué arenas!, ¡qué arrecifes!, ¡qué vegetación y qué locura de paraje! Precisamente caminando por esos senderos me encontré de improviso con un señor, descamisado y machete en mano, podando algunos árboles y palmas de un bellissimo jardín en plena armonía con el entorno. Entablamos conversación -Willy Burton, se llama él- e intercambiamos información sobre plantas medicinales; hablamos también de cuando no había carretera y se tenía que arribar a Peshurt en tren y de ahí cruzar el río en bote y luego tomar una cazadora (no bus) para llegar a Cahuita, y en esa cazadora, que buena parte de su estructura era de madera, la gente iba con gallinas, chanchos, matas, de todo... También recordamos los trajines en burrocar (un carretón halado por un burro poderoso, a veces mañoso, por la línea del ferrocarril). Y con veneración recordamos a un negrito anciano, ermitaño, jorobado, noble y sabio, de nombre David, que vivía pescando y haciendo aceite de coco en su muy humilde cabaña en la pura punta de lo que hoy es el esplendoroso Parque Nacional Cahuita. (David, fallecido hace varios años, fue y es mentor de mi querido amigo Javier Ortiz, doctor en psicología y especialista en medicina holística).

Willy Burton vive ahí desde ha-

ce más de 50 años a la vera de ese manglar impresionante por sus aguas frescas y medicinales teñidas de ocre por los taninos que liberan las hojas y los tallos de los maravillosos mangles. A él todavía se le nota un acento medio extranjero, habla pausadamente como masti-cando las palabras, lleno de vitalidad, de armonía y paz, de la inefable paz que el maravilloso entorno lo dota, porque realmente está un-gido por los ignotos espíritus de la selva, las arenas, el sol y el mar. Él es el maestro que me ha enseñado los secretos medicinales de muchísimas plantas que, poco a poco, compartiré con ustedes.

Me referiré ahora a una plantita rizomatosa que es común en esas zonas de marisma y que Willy Burton llama botton head, que es como un zacatillo que le gusta crecer a la sombra de almendros, cocoteros y otros árboles de esos entornos marinos. Su nombre científico es *Kyllinga tibialis* Ledeb, de la familia Cyperaceae. Tiene tallos subterráneos o rizomas que corren enterrados a muy poca profundidad entre la arena y con muchísimas raicillas como largos pelos. Posee un aroma muy agradable si se le estruja, como el del jengibre (*Zingiber officinale*), y de ese rizoma brotan muchos tallos aéreos y erectos, de  $\pm 50$  cm de alto y parecen pajillas, pero no son huecos, sino que tienen una médula blancuzca parenquimatosa y miden  $\pm 3$  mm de diámetro, y muy tenuemente acanalados lon-

gitudinalmente, de un verde claro, y al final están las florecillas formando una cabecita esférica de  $\pm 1$  cm de diámetro. Este delicioso aroma de sus tallos subterráneos es la razón por la que Burton de vez en cuando los lava muy bien, los machaca, los hierve rápidamente y se toma el té resultante. Por ello, rogué a mi amigo del alma José E. Cicció, del Centro de Investigación en Productos Naturales de la Universidad de Costa Rica, que le hiciera una investigación bibliográfica a fin de determinar si vale la pena ir a colectarla, para que él le analice los principios activos aromáticos que posee. Mientras no sea bien analizada, no recomendamos tomar la decocción de botton head -ésta toma un color champán que podría servir para teñir fibras u otros objetos, como lo está experimentando nuestro entrañable amigo Pablo Sánchez. Recomendamos estudiar también el congénere de esa plantita llamado *Kyllinga odorata* Vahl que, como su nombre específico o epíteto lo indica, es aromática precisamente también en sus rizomas y tiene una distribución en nuestro país desde el Valle Central hasta las costas. Estas plantas se deben monitorear durante todo el año en diferentes momentos fenológicos, porque todos esos interesantes metabolitos secundarios o fotosintatos muchas veces varían dependiendo de las épocas de floración, fructificación, tipos de suelos, ambientes, etcétera.

[por LUIS POVEDA]

# Lo básico sobre deslizamientos

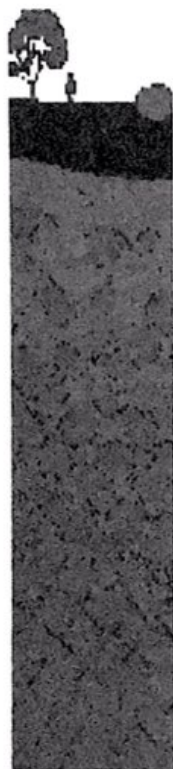
ROLANDO MORA

Los movimientos en masa son procesos de la geodinámica externa que modifican las formas del terreno, y los deslizamientos, en tanto la principal manifestación de los movimientos en masa, involucran el movimiento pendiente abajo de los materiales que componen la ladera bajo la influencia de la gravedad y pueden ser disparados por lluvias, sismos y actividad humana. Los deslizamientos pueden ocurrir como: caídas, basculamientos, separaciones laterales, deslizamientos o flujos. Las caídas consisten en masas desprendidas de pendientes muy fuertes o escarpes que se mueven en caída libre dando tumbos (saltos) o rodando ladera abajo. Los basculamientos consisten en la rotación de uno o más elementos alrededor de un punto pivote. Las separaciones laterales consisten en movimientos de extensión lateral acompañados por fractura cortante o tensional. Los deslizamientos desplazan masas a lo largo de uno o más planos discretos y pueden ser rotacionales o traslacionales en su movimiento; el movimiento rotacional se da donde la superficie de ruptura es curva, yendo la masa rota hacia atrás alrededor de un eje paralelo a la ladera, y el movimiento traslacional se da cuando la superficie de ruptura es más o menos planar o suave-

mente ondulante y la masa se mueve paralela a la superficie del terreno. Los flujos consisten en masas que se mueven como unidades deformadas, viscosas, sin un plano discreto de ruptura. Algunos deslizamientos pueden presentar más de un tipo de movimiento, y son entonces *complejos*.

Los deslizamientos pueden involucrar desplazamientos en roca, suelo o una combinación de ambos. Roca se refiere a la roca dura o firme, la cual se encontraba intacta y en su sitio antes del movimiento. Suelo se entiende como un conjunto de partículas sueltas, no consolidadas o roca pobremente cementada o agregados inorgánicos. El suelo puede ser residual (formado en el sitio) (figura 1) o material transportado. El suelo se puede describir como detritos (suelo de grano grueso) o suelo

propriadamente dicho (suelo de grano fino). El detrito es un suelo con entre un 20 y un 80% de fragmentos mayores de 2 mm. Suelo fino es el que está compuesto de más del 80% de fragmentos menores de 2 mm.



**Zona A:** arena, limo y arcilla sin estructura. Pueden encontrarse bloques en la superficie

**Zona B:** material residual con bloques de roca. El porcentaje de roca es menor del 50%. Los bloques son redondeados y no se encuentran interconectados

**Zona C:** Bloques de roca con material residual a lo largo de las discontinuidades. El porcentaje de roca es de 50-90% y los bloques son angulares y se encuentran interconectados

**Zona D:** Más de 90% de roca. Poco material residual a lo largo de las discontinuidades, las que pueden encontrarse manchadas con óxidos de hierro

Fuente: Ruxton y Berry 1957

Rolando Mora, geólogo, es profesor e investigador en la Universidad de Costa Rica.

#### Referencias bibliográficas

Ruxton, B. E. y Berry, L. 1957. "Weathering of granite and associated erosional features in Hong Kong", en *Bulletin of the Geological Society of America*, vol. 68.

# Clima y desastres en Costa Rica

IRINA KATCHAN

En los últimos 50 años la temperatura de la superficie de los océanos tropicales aumentó 0,5°C, también ascendieron las concentraciones de vapor de agua en la atmósfera sobre los trópicos, en las capas medias de la troposfera tropical se incrementó el calor liberado, el gradiente de temperatura entre el ecuador y los polos también aumentó y la temperatura media global es 0,7°C mayor que en 1860. O sea, el clima global está experimentando un cambio. La mayor calidez de la atmósfera y el océano genera un gran intercambio energético y crea un mayor impulso al proceso dinámico, fundamental para la formación de los fenómenos hidrometeorológicos (ciclones tropicales, tornados, tormentas de granizo, etcétera). Por lo que es evidente que el calentamiento global y el cambio climático propician que los fenómenos hidrometeorológicos sean de un impacto mayor, ocasionando una alteración en la distribución de lluvias, un incremento de la erosión y la ocurrencia de inundaciones y deslizamientos. Entre las principales consecuencias están la pérdida de vidas humanas y el impacto socioeconómico negativo: pérdidas de propiedades, daños en la infraestructura, merma del turismo, perjuicios a la agricultura y a la economía general.

Nuestro país no se escapa de esta alteración climática. En 1998, por el huracán Mitch -el más devastador del siglo XX- en Costa Rica fueron afectadas alrededor de 16.500 personas directa e indirectamente -incluyendo aquellas que debieron movilizarse hacia albergues o ser evacuadas preventivamente a casas de vecinos o familiares. Durante 14 días de afectación, en que se instalaron 99 albergues temporales para aproximadamente 5.500 personas, 40 cantones resultaron directamente afectados por desbordamientos, avalanchas y deslizamientos y se regis-

traron daños en 74 rutas y tramos de vías terrestres, en 36 puentes, en 12 acueductos, en 39 centros educativos y en 740 viviendas. El sector agropecuario sufrió pérdidas millonarias en arroz, caña de azúcar, plátano, banano, café, maíz y hortalizas, y fue afectada la producción lechera e incluso la pesca.

Otros fenómenos, como los complejos convectivos a pequeña escala, últimamente más frecuentes, se originan en nuestro país ocasionando precipitaciones intensas en corto tiempo que provocan desbordamientos de los ríos, inundaciones repentinas, deslizamientos y avalanchas. Uno de los casos más recientes y de mayor impacto es el deslizamiento en Orosi: en la madrugada del sábado 31 de agosto de 2002 la precipitación excesiva originó el derrumbe de una ladera que se transformó en una gran avalancha de lodo que se desplazó sobre el caserío Alto Loaiza sepultando a siete vecinos, provocando la destrucción de 13 viviendas y la evacuación de 50 personas. Aparte del dolor humano hubo pérdidas materiales valuadas en millones de dólares.

Anualmente, casos similares pero de menor magnitud se registran con más frecuencia en el país, especialmente durante la estación lluviosa (de abril a noviembre). En el presente año, hasta julio se registraron 12 emergencias originadas por fenómenos hidrometeorológicos, de los cuales siete causaron inundaciones y deslizamientos. El 1 y 2 de abril, debido a la influencia de un sistema frontal, la Zona Norte y la Vertiente del Caribe fueron afectadas. El 14, 15 y 16 de mayo la interacción de varios fenómenos en la atmósfera originaron, nuevamente en la Vertiente del Caribe, en el Pacífico Central y en el Pacífico Sur, inundaciones y deslizamientos. Por fuertes lluvias, el 18 y el 19 de junio, producto de una onda tropical, se presentó otra vez un deslizamiento en Orosi. El 27 de ese mismo mes, por el

Irina Katchan, meteoróloga, es funcionaria del Instituto Meteorológico Nacional.





Deslizamiento sobre Alto Loaliza

paso de una onda tropical, la provincia de Puntarenas sufrió inundaciones. El 6 de julio, debido a fuertes lluvias originadas por un sistema de baja presión, la población de Orosi sufrió un nuevo deslizamiento y también hubo inundaciones en San Ramón de Alajuela, Esparza y Miramar. El 12 y el 13 de julio, a causa de un fenómeno troposférico se dieron fuertes lluvias que provocaron inundaciones y deslizamientos en Nicoya, Nandayure y Santa Cruz. El 19 de julio los aguaceros repentinos ocasionaron un deslizamiento en Montezuma -

Puntarenas.

**T**odavía nos faltan tres meses de estación lluviosa en la costa pacífica y en el Valle Central, de los cuales septiembre y octubre son los de mayor precipitación debido al paso de los ciclones tropicales por el Caribe y a la formación de los mismos en esta región. Los estudios del océano y la atmósfera señalan que en septiembre en nuestro país las lluvias tienden a ser -respecto del promedio mensual- moderadas o leves, mientras que octubre tiende a ser un mes más lluvioso de lo normal en la costa pa-

cífica y el Valle Central. La salida de la estación lluviosa se prevé para las fechas normales o será levemente retrasada.

Este análisis refleja que, hasta la fecha, las situaciones de emergencia provocadas por los fenómenos hidrometeorológicos se repiten con más frecuencia y crecen en magnitud en esta estación lluviosa. Las medidas de prevención y mitigación, gubernamentales y particulares, aplicadas hasta el momento debieran incrementarse y fortalecerse con información, educación y toma de decisiones precisas.

# Ambiente, pobreza e inundaciones

LUIS NELSON ARROYO

**E**n décadas recientes, la frecuencia y severidad de las inundaciones han hecho de éstas un fenómeno de crecientes efectos gravosos en muchas áreas del planeta. En relación con el clima y en particular las lluvias, se ha demostrado que el aumento de las inundaciones obedece a cambios en la cuenca hidrográfica. La dinámica que modela los relieves en las áreas montañosas es un proceso natural constante al cual deben su fisonomía todas las tierras emergidas. Sin embargo, el desarrollo moderno en casi todos los países ha llevado a la destrucción de la cobertura boscosa, al drenaje de los humedales naturales y a la dispersión de las ciudades hacia las áreas antiguamente rurales. Las presiones sobre un medio natural cada vez más exangüe acrecienta procesos de degradación ambiental en áreas frágiles, acelera procesos erosivos, modifica la dinámica de las corrientes y de las formas de los cauces, aumenta el volumen de sedimento en los ríos y prepara el escenario para deslizamientos, avalanchas e inundaciones.

Como parte de un ciclo, y ante la imposibilidad económica y práctica de rehabilitar a corto plazo terrenos degradados, se opta por la introducción de ganadería extensiva, opción ésta con la que el propietario se desentiende del descalabro ecológico que enfrenta. Este inconveniente subsanado o no en grandes espacios de las cuencas hidrográficas causa impactos importantes en las represas hidroeléctricas. Aquí la acumulación de sedimentos disminuye el gradiente y reduce el potencial de almacenamiento de aguas y, por ende, el de la generación de electricidad; ello sin contar las interrupciones que deben hacerse para dragar el fondo de los embalses, así como el acortamiento de la vida útil de la obra.

La interrelación de los sistemas que configuran una cuenca hidrográfica es estrecha. El grado de alteración que ésta sufra está en relación con el contexto geológico, con las características del cli-

ma y las pendientes y con la cobertura y uso de la tierra (bosque, cultivos, carreteras, edificios). De todas estas variables, el factor antrópico es el mayor detonante, ya que si bien la erosión geológica o normal y los movimientos de laderas son substanciales a los relieves emergidos del planeta, está probado que a la intervención humana se debe más del 50% de la erosión del planeta. Las inundaciones y otros procesos asociados a la acción de las aguas fluviales deben analizarse en el contexto de las modificaciones efectuadas en la cuenca. De hecho, éstas les son propias a los ríos; lo que no es propio es el tanto de intervención humana que las causa.

**D**esde antaño, las planicies adyacentes a los ríos han sido lugar preferido para asentarse, merced a la presencia de agua, a su papel como vía de comunicación y a la factibilidad de siembra que presentan, pues no tienen restricciones por pendientes y los suelos que las conforman reciben el aporte periódico de avenidas que los enriquecen. En Costa Rica, las franjas aledañas a ellos se encuentran normadas mediante leyes con retiros variados, ya se trate de una zona rural o una urbana. Sin embargo, estas regulaciones están lejos de ser respetadas, por lo que en la práctica estos terrenos "no tienen dueño". Por lo general, muchas de ellas, al ser tierras con restricciones topográficas por pendiente y accesibilidad, representaban hasta hace algunos años los últimos rincones en que alguien hubiera pensado vivir. Precisamente, muchos de estos sitios son ahora barriadas populares que, atomizando los espacios, se apretujan en las condiciones más inverosímiles.

No es de extrañar, entonces, que los sucesos por pérdidas diversas asociadas a las vicinidades de cursos fluviales vayan en aumento. Estos daños en infraestructura y en muerte de gente no pueden achacarse únicamente a los trastornos que el hombre efectúa en las cuencas, sino que la población mundial más pobre tiende a ocupar y a explotar tierras marginales en las riberas de los ríos. Por

Luis Nelson Arroyo, geógrafo, es investigador y profesor en la Universidad Nacional.





K. Sawada

ello, si desde tiempos inmemoriales las planicies aluviales eran los graneros de los pueblos, hoy día esas tierras, feraces como siempre y nacidas al influjo de las crecidas periódicas de los ríos, soportan una presión inmensa no tanto ya por cultivos sino por un poblamiento que, en la práctica, vive dentro de los ríos.

En los países pobres la degradación ambiental marcha paralela al empobrecimiento de grandes segmentos sociales, y éstos, al socavar constantemente el medio en que se asientan, hacen que procesos físicos como deslizamientos e inundaciones, otrora considerados normales dentro de los cambios que experimentan los relieves, adquieran visos de catástrofes reiteradas aun ante eventos pequeños en magnitud. Y es que, también en el caso de las ciudades, las intervenciones humanas han reducido la infiltración de las aguas, por lo que la velocidad con que el agua corre se traduce en crecidas altas que afectan sectores donde la construcción de edificios y residencias modernas hacían impensable el sufrir efectos por inunda-

ciones. Muchas de estas construcciones actúan a manera de barreras artificiales, mientras que otras, al privar el aspecto económico, se diseñan pensando no en un río para el puente sino en un puente para el río. Mediante directrices de este tipo se estrangula el paso natural de las aguas, se invade con rellenos el cauce y, como corolario, nuevamente grandes cantidades de pobres hacinados en los núcleos urbanos y rurales depositan fe en el efecto protector de estas obras. El paso de los huracanes Georges y Mitch, en Honduras en 1998, y el del huracán Joan, diez años antes en Ciudad Neily -Costa Rica-, patentizan el espejismo que representaban esas protecciones. Incluso ante eventos moderados -crecidas no extraordinarias- esos diques fueron literalmente barridos y con ellos los pobladores.

Ineludiblemente, salta la pregunta sobre cómo dar una respuesta apropiada a estos problemas. La literatura tradicional acerca de desastres explica sobre prevención y mitigación. Prevenir es planear qué hacer para evitar pérdidas futuras, y

mitigar es cómo reducir daños en lo que ya existe. Estas premisas parecen de fácil aplicación, mas en la práctica ésta es muy compleja. Se debe partir de que ya las áreas de riesgo existen con pobladores e infraestructura incluidos. Asimismo, por lo general en estos sectores el problema es endémico, lo cual significa que los gobiernos de turno dan largas al asunto en vista de los altos costos en que se incurriría por la reubicación de asentamientos. La tarea fundamental es cómo dar calidad de vida a los pobladores de áreas de riesgo por inundaciones y otras amenazas naturales, tratando de reconciliar la no pobreza con el mejoramiento del ambiente. De muy poco sirve explicarles sobre la altura que alcanzarán las aguas y lo inestables que son las laderas si antes no aclaramos y atacamos las causas de estas ocupaciones humanas de tierra. Lo urgente no se refiere tanto a evitar lo que pueda estar por ocurrir sino a solucionar las perentorias necesidades actuales de mucha gente. Cualquier discurso que no contemple esto edifica sobre arena.



# Deslizamientos en cerro Tapezco e inundaciones

MARÍA FERNANDA JARQUÍN

La formación de presas naturales se produce donde existen valles estrechos y empinados bordeados por montañas altas. Grandes volúmenes de tierra, roca o lodo se deslizan por altas pendientes que permiten que el material se acumule bloqueando el cauce antes de ser movilizado por el caudal del río. Estas presas están compuestas de una masa heterogénea que se encuentra pobremente consolidada o no consolidada, que no posee ningún tipo de filtro o zonas para controlar la presión de poros, por lo que la falla más probable será la de rebalse, seguida de una apertura que se forma como producto de la erosión del material a causa del flujo de agua. La falla también puede producirse por tubificación, que ocurre debido a la permeabilidad del material que forma la presa, por la cual el ascenso del nivel de agua detrás de la presa fuerza al agua a pasar a través de las partes permeables, guiando la erosión por tubificación (Costa y Schuster 1987). La duración de la falla de represas naturales tiene una gran variabilidad. Costa y Schuster llevaron a cabo un análisis a nivel mundial utilizando una muestra de 73 represas formadas por deslizamientos de gran variabilidad de volúmenes y tipos de materiales y concluyeron que el 27% fallaron en menos de un día desde su formación y alrededor del 50% fallaron durante los siguientes diez días. El tiempo de falla y la magnitud del flujo al romperse la presa dependen principalmente del tamaño y la geometría de la presa, de las características de los materiales que la forman, del caudal de llenado del embalse, de la geología que controla el flujo y de los controles ingenieriles que se le realicen a la presa.

La activación de un deslizamiento puede producirse, principalmente, debido a tres mecanis-

mos: lluvias, sismos, la influencia del ser humano en el uso del suelo o la combinación de estos mecanismos. La mayoría de los deslizamientos ocurren después de periodos de lluvias fuertes o de periodos lluviosos, por lo que el agua es el factor que comúnmente se asocia con las fallas de taludes.

El deslizamiento de Tapezco es un movimiento compuesto, traslacional en la parte inferior y rotacional en la parte superior (Molina 1990). Su elevación máxima se encuentra en la corona, donde alcanza 1.760 msnm y se encuentra aproximadamente a 350 m sobre el nivel del río Uruca. El actual deslizamiento tiene un área aproximada de 25,8 ha y un volumen total estimado de 12,9 millones de metros. Sin embargo, es poco probable que todo el material presente un movimiento súbito y simultáneo; se estima un volumen de 9,05 millones de metros cúbicos con mayor probabilidad de deslizarse (López 1996). Es posible que el cerro Tapezco haya sido afectado por el terremoto de Orotina, en 1913, cuyo epicentro se encuentra ubicado a 30 km del cerro -pero no existe evidencia que correlacione una cosa con la otra debido a que el periodo de registro con información instrumental es muy pequeño para llevar a cabo los análisis (Molina 1990).

Al analizar eventos extremos, como deslizamientos, debe tenerse mucho cuidado con las simplificaciones (por ejemplo, no es recomendable el uso de promedios de lluvia debido a que los valores de altas intensidades también pueden producir el disparo de un deslizamiento). Debe analizarse factores como el nivel freático, la pendiente, el ángulo de fricción o los cambios de la densidad del suelo, donde el nivel freático es el parámetro al que el deslizamiento resulta más sensible. Sin embargo, debido al grado de complejidad del fenómeno y al gran número de variables involucradas, se recomienda la utilización de relaciones empíricas entre algunas de las

María F. Jarquín, ingeniera civil, trabaja en el Departamento de Hidráulica del Instituto Costarricense de Electricidad.

variables más significativas. En el estudio del que da cuenta parcial este artículo se plantearon tres escenarios: 200, 100 y 50 años de periodo de retorno. Se analizaron cuatro escenarios asociados al volumen probable de presa y un 75%, 50% y 10% de este volumen, que son 6,75, 4,50 y 0,9 millones de m<sup>3</sup>, respectivamente. Una vez determinada la geometría de la presa, se obtiene la elevación para cada volumen de material deslizado (48,13, 44,13, 93,02 y 24,05 m, respectivamente) y se calcula el volumen del embalse para cada elevación de presa (914.000, 745.000, 559.000 y 161.000 m<sup>3</sup>).

Para llevar a cabo la modelación, se utiliza el FLDWAV (flood wave: onda de flujo), que es un sistema de modelación de flujos con la capacidad de modelar flujos irregulares no-newtonianos, fundamentado en los modelos DAMBRK y DWOPER (fue desarrollado por el National Weather Service de Estados Unidos). El modelo se basa en la solución implícita, iterativa, no lineal, de diferencia finita de las ecuaciones unidimensionales de Saint-Venant. Sus principales limitaciones son: las ecuaciones que gobiernan el ruteo son unidimensionales, no se analiza la socavación en el cauce, la imprecisión del valor de la *n* de Manning, los valores del ancho de ruptura de la presa y del tiempo de rompimiento son muy poco precisos y también es poca la precisión asociada a las pérdidas de volumen al propagarse el flujo en la presa.

Los datos de entrada para llevar a cabo la modelación

son la altura de la presa (*H*), el tiempo de falla ( $\tau$ ), el ancho de la apertura (*b*), el caudal de entrada (*Q<sub>e</sub>*) y los datos de distancia, ancho y altura de las secciones transversales del tramo en el que se llevará a cabo el ruteo. Los caudales de rompimiento alcanzan un valor máximo de 3.271 m<sup>3</sup>/s, valor que se presenta con 100% del volumen total del deslizamiento y alcanza una altura máxima de 48,13 m. Este caudal sobrepasa por amplio margen la capacidad del cauce, pero es también el que tiene mayor volumen de embalse, por lo que el tiempo de falla es menos crítico.

Es importante tener en cuenta que el deslizamiento no está necesariamente asociado a una lluvia muy intensa, por lo que el tiempo de falla de la presa puede durar varios días antes de llegar a sobrepasar el nivel de falla. Sin embargo, para efectos de seguridad la elección de un periodo de retorno alto y, por lo tanto, un menor tiempo de llenado es lo más acertado. La disipación de la onda de flujo a lo largo del cauce es muy poca, lo que se justifica principalmente porque las pendientes son muy altas y será a mayores distancias cuando pueda llegar a existir una disipación importante. Otro aspecto de importancia es que dentro de la modelación no se analizan pérdidas de volumen, por lo que la disipación de la onda depende principalmente de la geometría de las secciones; la energía disminuye conforme se ensanchan las secciones transversales. Este resultado parte de una modelación unidimensional de flujo de agua a lo largo del cauce,

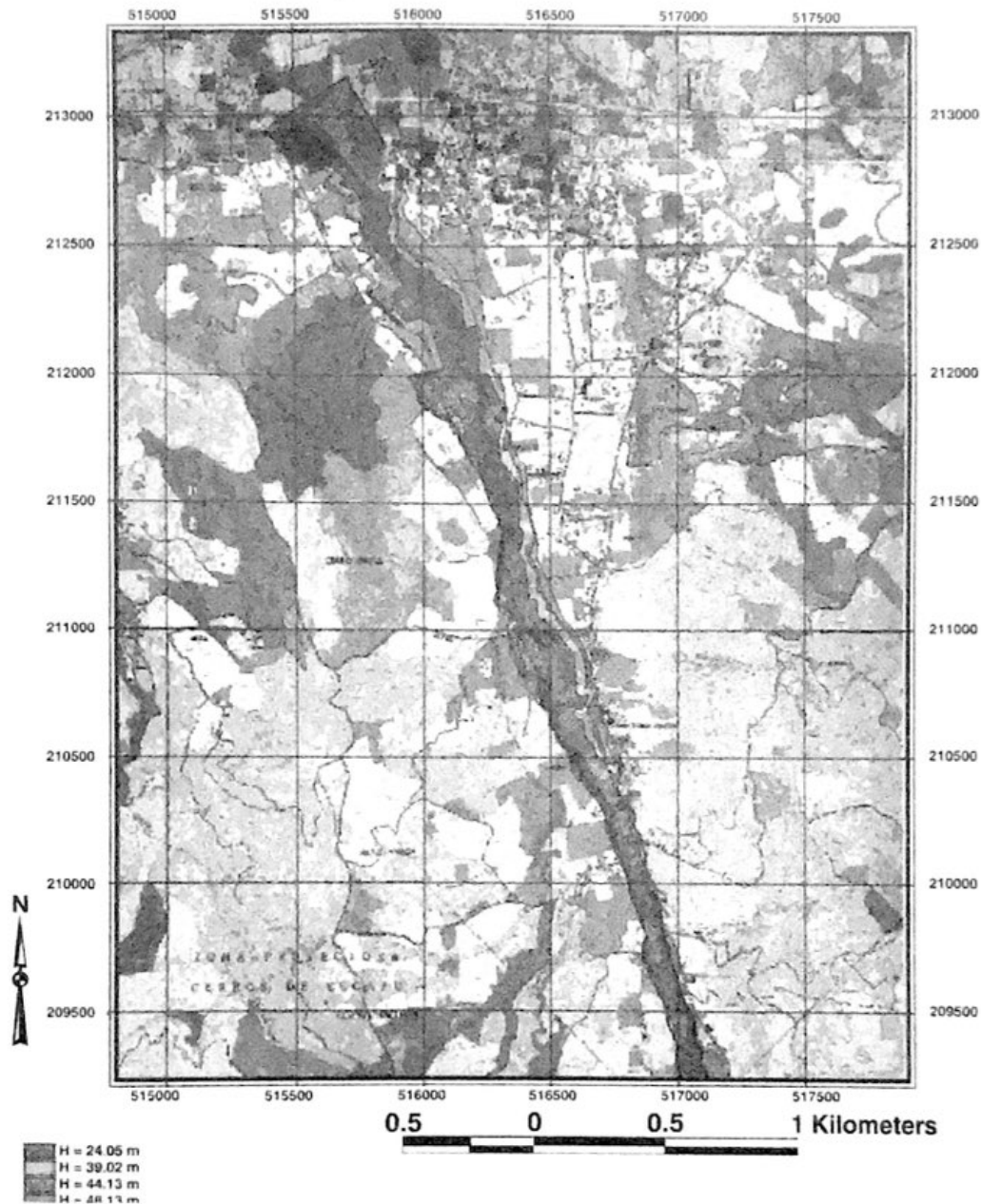
donde no se analiza el comportamiento viscoso ni las pérdidas laterales de volumen (véase mapa).

La probabilidad de que se produzca un deslizamiento y llegue a formar una presa en el cauce del río Uruca depende de gran número de parámetros; sin embargo, a partir de relaciones empíricas se puede aproximar en el rango entre los 50 y 200 años de periodo de retorno. Es importante tener en cuenta que las curvas empíricas a partir de las que se determina el periodo de retorno son producto de deslizamientos no activos, a diferencia del deslizamiento de Tapezco, que es activo. Los movimientos de materiales pueden ser asociados a un periodo de retorno de dos años, lo que concuerda con datos históricos del deslizamiento. Sin embargo, el periodo de retorno que se busca está asociado no solo a la posibilidad de que se produzca un deslizamiento, sino también a la formación de una presa a causa del deslizamiento.

El distrito de Santa Ana, con una población aproximada de 8.620 habitantes, se encuentra en el último tramo de la modelación y se ubica a una menor elevación que el cauce del río Uruca. Esta área se encuentra protegida únicamente por barreras topográficas, que en casos extremos no son suficientes para proteger la zona; Salitral sería la zona más afectada debido a que se ubica a lo largo del cauce viejo del Uruca, el cual éste utiliza cada vez que el cauce nuevo no tiene suficiente capacidad para transportar su flujo. Es necesaria la construcción de obras civiles para prevenir una catástrofe.



### Planicie de inundación para diferentes volúmenes



trofe: la construcción de diques, en combinación con el dragado del río, sería una solución, pero para determinar su factibilidad habría que comparar los costos de las obras con la estabilización del cerro y el desalojo de las zonas de mayor peligro. Además, la Municipalidad de Santa Ana debiera

respetar los debidos márgenes del río Uruca: las características de la cuenca de éste presentan un tiempo de concentración bastante corto (28 minutos), y las inundaciones y cabezas de agua derivadas producen anualmente daños a las estructuras que encuentran en su camino.

#### Referencias bibliográficas

- Costa, J. y Schuster 1987. *The Formation and Failure of Natural Dams*. Geological Survey USA.
- López, Johnny. 1996. *Deslizamiento de Tapasco, Santa Ana, Costa Rica. Análisis de Estabilidad y Soluciones*. Tesis de grado, Universidad de Costa Rica.
- Molina, Fernando. 1990. *Deslizamiento del Alto de Tapasco*. Tesis de grado, Universidad de Costa Rica.

# Inundaciones en Turrialba-ciudad

ELENA BADILLA

La ciudad de Turrialba es frecuentemente afectada por el desbordamiento (inundaciones relámpago) de los pequeños ríos que corren a través de ella procedentes de las montañas ubicadas al oeste y al suroeste (río Colorado, quebradas Gamboa, Poró, Barahona y Túnel y otros pequeños cursos de agua). El sector históricamente más afectado ha sido siempre el centro de la ciudad. De acuerdo con datos históricos obtenidos de diversas fuentes (García 1990, Zúñiga y Arce 1990, Aparicio 1999, Cardona *et al.* 2000), los grandes ríos (Turrialba, Aquiares y Azul) no han causado inundaciones por lo menos desde 1891. Solís *et al.* (1993) proponen que esto se debe principalmente a que esos ríos tienen más capacidad de descarga y a que sus áreas de recarga se localizan en la cuenca superior del río Turrialba, mientras que las lluvias ocurren principalmente en las cuencas media e inferior. Según estos mismos autores, el río Turrialba puede soportar caudales pico con un período de retorno de 100 años sin desbordarse. A pesar de esto, una intensa erosión se ha dado y se sigue dando a lo largo de los bancos de estos grandes ríos (Badilla 2000).

Los problemas de inundación en Turrialba no tienen solo causas naturales, sino que también son debidos a factores relacionados con la ubicación de los asentamientos humanos y su comportamiento. Se identificó tres tipos de causas de inundación en el área de estudio: meteorológicas, geomorfológicas y urbanas. Aparicio (1999) considera la precipitación como la principal causa de inundación en Turrialba, junto con la expansión urbana en áreas amenazadas.

El clima en la cuenca del río Turrialba es muy complejo porque es influenciado por variables

---

Elena Badilla, geóloga, es especialista en sistemas de información geográfica aplicados al estudio de las amenazas naturales y profesora en la Universidad de Costa Rica.

micro-climáticas. Las condiciones meteorológicas en el área inducen lluvias torrenciales causadas por los vientos húmedos procedentes del Caribe a través del valle del río Reventazón (Calvo 1993). Una vez que los vientos alcanzan la cuenca del Turrialba, o ingresan a la parte norte de la cuenca o continúan un poco más a lo largo del Reventazón y entran a ésta más hacia el sur. Si los vientos van al norte, llueve principalmente en Aquiares y alrededores, drenando entonces las aguas directamente al río Turrialba, causando caudales pico en él. Si la humedad ingresa por el sur, la precipitación ocurre especialmente sobre la cuenca del río Colorado, y entonces caudales pico pueden causar desbordamiento de este río. Finalmente, cuando las masas de aire son suficientemente grandes, las lluvias extremas pueden alcanzar incluso la cuenca superior del Turrialba, produciéndose eventos catastróficos y no eventos moderados, como en los casos anteriores (García 1990).

La ubicación de la ciudad de Turrialba en la parte baja de la cuenca del río del mismo nombre ha contribuido con los problemas de inundación en la zona. La ciudad está construida justo al pie de las pronunciadas laderas volcánicas, sobre depósitos aluviales antiguos y recientes, donde hay un abrupto cambio en las pendientes. Por lo tanto, los ríos bajan de las montañas a altas velocidades y con un gran potencial erosivo. Esta situación se ve agravada por la presencia de algunas curvas cerradas en los cauces y de cargas sedimentarias muy altas debidas a la ocurrencia de deslizamientos en las partes altas durante las lluvias (Madrigal 1996).

Turrialba ha experimentado un gran crecimiento demográfico en las últimas décadas, lo que, combinado con erróneas políticas de planeamiento urbano y de uso de la tierra, ha intensificado los problemas de inundación en el área de estudio.



En 1918, el distrito de Turrialba tenía una población de 5.391 habitantes (Aparicio 1999), mientras que en 2000 contaba ya con 32.004 (Inec 2001). A nivel de cantón, la población aumentó de 9.216 habitantes en 1918 (Aparicio 1999) a 68.510 en 2000 (Inec 2001). El distrito de Turrialba es ahora el más poblado del cantón, con un 46,7% de la población. Pero el problema no es tanto que la ciudad ha crecido sino que lo haya hecho expandiéndose a zonas con una gran dinámica hídrica en las planicies aluviales. Además, la extensa



G. Crewdson

cobertura asfáltica ha reducido las zonas de infiltración a algunos parques y zonas verdes dispersas dentro del casco urbano. Ahora, las aguas de escorrentía han tenido que invadir las calles de la ciudad en su camino hacia los ríos, en vez de infiltrarse dentro de los muy permeables depósitos aluviales, aumentando la posibilidad de daño a edificios e infraestructura. Podría entonces afirmarse no solo que la ciudad de Turrialba se encuentra en un área de gran amenaza de inundación, sino también que esta alta amenaza es una consecuencia directa de la presencia de la ciudad en esta área.

Un análisis comparativo entre el crecimiento demográfico y el régimen de lluvias, llevado a cabo por Aparicio (1999), muestra que desde 1949 la cantidad de lluvia necesaria para causar una inundación ha ido decreciendo en general, de acuerdo con el crecimiento de la población en la ciudad de Turrialba. La única excepción que puede hacerse es el evento de 1996, durante el que se re-

gistró la máxima precipitación promedio de dos días en 50 años (242 mm). Pero es interesante señalar que solo la mitad de esa cantidad habría sido suficiente para causar un desbordamiento de los ríos (la inundación de 1991 fue ocasionada por una precipitación de solo 120 mm) y que en 1923 se registró una precipitación similar sin generación de inundación. De acuerdo con esta misma autora, la precipitación necesaria para causar una inundación durante la primera mitad del siglo XX era de más o menos 180 mm. Ahora se considera que una precipitación máxima diaria de 100 mm es suficiente. Además, un incremento en la frecuencia de los eventos fue detectado desde 1970.

Por último, cabe agregar que se ha dado un cambio en el uso del suelo, de bosques a pastos o campos agrícolas, especialmente en la parte alta de la cuenca del Turrialba, llevando esto a un incremento en los caudales pico, en la erosión, en la contaminación, y a una disminución en la fertilidad de los suelos.

#### Referencias bibliográficas

- Aparicio, M. J. 1999. *Dinámica de inundaciones del río Colorado e impacto en Turrialba, Costa Rica*. Tesis de maestría, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Costa Rica.
- Badilla, E. 2002. *Flood hazard, vulnerability and risk assessment in the city of Turrialba, Costa Rica*. Tesis de maestría, International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation, Holanda.
- Calvo, C. A. 1993. *Dinámica, uso apropiado y sostenible de la tierra, en la cuenca del río Turrialba*. Tesis de maestría, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Costa Rica.
- Cardona, M. et al. 2000. *Estudio integral de amenazas naturales en la cuenca del río Turrialba, cantón de Turrialba, República de Costa Rica, Centroamérica*. International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences, Holanda.
- García, J. D. 1990. *El análisis de cuencas hidrográficas aplicado al problema de inundaciones. El caso de la Ciudad de Turrialba*. Tesis de grado, Universidad de Costa Rica, San José.
- Inec. 2001. *IX Censo nacional de población y V de vivienda, Costa Rica: cifras preliminares por provincia, cantón y distrito*. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, San José.
- Madrigal, J. E. 1996. *Problemática por deslizamientos e inundaciones en el cantón de Turrialba y Jiménez*. Comisión Nacional de Emergencia, San José.
- Solis, H. et al. 1993. *Modelación hidrológica e hidráulica para el control de inundaciones en Centroamérica. Casos nos Paríres y Turrialba*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Costa Rica.
- Zúñiga, L. y Arce, J. 1990. *Problemática de las inundaciones en Costa Rica: una propuesta de análisis*. Tesis de grado, Universidad de Costa Rica, San José.

# Inestabilidad en laderas de Orosi

MIGUEL BOLAÑOS, ROLANDO VALDÉS, SERGIO ARCE, RICARDO CHAVARRÍA Y ROSA VÁSQUEZ

**A** la 1.30 am del 31 de agosto de 2002 ocurrió un deslizamiento de tierra de gran magnitud en la Quebrada Alto Loaiza, localizada en los cerros ubicados al sur-oeste de la ciudad de Orosi, provincia de Cartago, específicamente entre las coordenadas Lambert N 551 784 y 551 180, E 197 073 y 197 002. Su paso por el poblado Alto Loaiza provocó siete muertes y destruyó varias viviendas. El Instituto Costarricense de Electricidad en la zona tiene tres líneas de transmisión: (1) LT Río Macho-El Este, de 230 Kv, ubicada en las zonas altas de la cuenca -fuera del área de influencia del deslizamiento. (2) LT Río Macho-El Este, de 138 Kv, ubicada en las zonas bajas de la cuenca -el deslizamiento se localiza bajo el vano entre las torres 7 y 8. (3) LT Río Macho-Cóncevas, de 34,5 Kv, paralela a la línea citada anteriormente, con una distancia entre ambas de aproximadamente 25 m. Adicionalmente, en la zona se localiza la tubería del Acueducto Metropolitano, que abastece la ciudad de San José, cuyo trazo está aproximadamente a 50 m de la corona del deslizamiento. Dada esta situación se procedió a realizar una investigación del fenómeno y a hacer una caracterización geológico-geotécnica de la zona aledaña.

**L**os cerros de las inmediaciones de la ciudad de Orosi son reconocidos por la gran cantidad de deslizamientos que allí puede identificarse y por los problemas de reptación de suelos en las laderas con altas pendientes. En toda el área bajo estudio es notorio el cambio en el uso de la tierra, pasando de zonas boscosas a áreas para pastos y cultivos, principalmente de café y plátano, lo cual ha modi-

ficado los patrones naturales de escorrentía produciendo un incremento de la capacidad erosiva de dichas aguas, aspecto que afecta la estabilidad natural de los terrenos. Aunado a esto, existe allí riesgo sísmico, del que la historia reciente ha sido testigo: (1) sistema de fallas Aguacaliente, que provocó los terremotos de 1910 y 1951, destruyendo el primero parte de la ciudad de Cartago y causando el otro daños a la localidad de Orosi; (2) sistema de fallas Navarro, que desde la década de los ochenta se ha constituido en el más activo, con eventos de hasta 4 grados de magnitud.

En la zona afloran cuatro unidades litológicas, entre rocas sedimentarias y depósitos recientes. Las primeras corresponden con el basamento local y de ellas se reconocen dos tipos, el primero consistente en areniscas, lutitas y brechas de la formación Pacagua que buzan al sur y suroeste y forman el Sinclinal El Tanque, y afloran ampliamente en el área ubicada aproximadamente entre la línea de transmisión LT Río Macho-El Este de 230 Kv hasta el poblado de Orosi; por efectos del tectonismo y el grado de meteorización tienden a ser muy susceptibles a la inestabilidad. Y el segundo tipo está constituido por rocas areniscas silíceas de la formación Coris, aflorando al sur y al suroeste de la línea de transmisión LT Río Macho-El Este de 230 Kv, siendo también susceptibles a la inestabilidad y buzando al norte y al noreste. Sumado a lo anterior, en ambos casos la abundancia de aguas subterráneas genera una estabilidad precaria de los taludes.

Los depósitos recientes afloran en la margen del Río Grande de Orosi y en las pendientes de los taludes, y bajo esta denominación se agrupan dos tipos de depósitos: coluvios y aluviones. Con base en los manantiales observados se han identificado dos tipos de acuíferos: libres y colgados. Se encuentra también una serie de manantiales de agua caliente asociados con las fallas Navarro y Orosi.

M. Bolaños es ingeniero civil, R. Valdés es geólogo, S. Arce es geógrafo, R. Vasquez es topógrafa y R. Chavarría es técnico; todos ellos trabajan en el sector energía del Instituto Costarricense de Electricidad



Desde el punto de vista estructural, el área se encuentra afectada por fallas, diaclasas y un plegamiento (Sinclinal El Tanque), todo provocado por una compresión de rumbo norte-sur. Los sistemas de fallas presentes más importantes son Orosi y Navarro.

El deslizamiento que motivó la avalancha catastrófica se caracterizó por involucrar prin-

transcorriente que se inclina hacia los  $120^\circ$ , con un buzamiento de  $70^\circ$ , su dirección es noreste-suroeste.

En la corona quedó expuesto, además, un plano de falla con orientación casi este-oeste y buzando  $70^\circ$  al norte. Probablemente pertenece al mismo sistema sobre el que transcurre el afluyente oeste de Quebrada Tanques. Ambas estructuras generan una mayor debilidad en

grietas características del retroceso continuo del fenómeno. A lo largo del deslizamiento se observa el proceso de corrimiento, donde flujos de material suelto se encuentran depositados en ambos taludes, desde la corona del deslizamiento hasta el recipiente abanico aluvial. Estos depósitos de material constituyen al menos una cuarta parte del volumen desplazado y se encuentran en condiciones de inestabilidad inminente, los que en presencia de más lluvias o de algún evento sísmico van a fluir hacia la quebrada.

A pesar de que son notorias áreas más húmedas, como se mencionó anteriormente, no se muestra ninguna corriente de agua importante que esté saturando permanentemente el material removido. Sí es de esperar que en otro periodo de lluvias de importancia se sature y desestabilice una buena parte de este material. El mecanismo de falla se intuye como una sucesión de deslizamientos desde



J Wall

cialmente el estrato de suelo residual con un mecanismo de desplazamiento tipo rotacional en su parte inferior y algún aporte traslacional en su parte superior. Se presentó como una sucesión de eventos en cadena motivados por un periodo anómalo de lluvias en la zona. Se generó en una ladera de alta pendiente cuya parte superior tiene forma de lomo hundido en la corona, estructura propia de silla de falla que acusa que el cauce de Quebrada Loaiza se oriente, por lo menos en parte de su trazo, en una falla posiblemente de tipo

las rocas presentes incrementando la inestabilidad potencial, además facilitan la infiltración del agua de escorrentía superficial en su parte alta.

Los patrones de drenaje primario están bien definidos, constituidos por cauces profundos rodeados por pendientes altas con más de 100 m de alto. En la base del deslizamiento fluye una quebrada alimentada por nacientes locales. Sobre la zona deslizada se presentan flujos de agua resultado del agua de infiltración. En la parte alta de la corona es evidente la formación de

el pie hacia la corona, que se comportan como un conjunto de bloques sucesivos que se desestabilizan al saturarse y provocan la inestabilidad del bloque inmediato superior al quitarle el soporte de pie. Esto, con un desarrollo circular en la base característico de los suelos homogéneos inestables y un desarrollo traslacional en su parte alta, facilitado por la presencia de un plano orientado a favor de pendiente. La quebrada que corre en la base del deslizamiento conforma un cauce en forma de V, con taludes a ambos lados de

pendientes empinadas, a la cual cae el material deslizado que viene con un contenido de humedad aproximado al límite líquido. Este contenido de humedad, que es aumentado con el caudal de la quebrada y favorecido por la pendiente aguas abajo del cauce, hace posible la avalancha, que es depositada al llegar al cono de deyección antiguo sobre el que se proyectaba un desarrollo urbanístico.

En el área de depósito del material de la avalancha se pueden distinguir evidencias del efecto de varios eventos sucesivos que fueron dirigidos por los accidentes topográficos presentes a lo largo del cauce. El material deslizado se caracterizó, entre otras cosas, por la poca cantidad de árboles. El evento sucedió en una zona deforestada y conformada por un suelo residual fino, con la presencia de bloques de diversos tamaños.

Una vez establecido el marco geológico-geotécnico se procedió a analizar las características particulares que motivaron el deslizamiento. El objetivo de esta acción fue tratar de definir si en la zona de Orosi se presentan condiciones similares a las de Alto Loaiza que pudieran provocar deslizamientos en el futuro. Se recurrió a las diferentes metodologías existentes para evaluar la susceptibilidad de un terreno ante deslizamientos, las que establecen un tipo de variables conocidas como elementos disparadores del fenómeno, que en su gran mayoría son los sismos y las altas precipitaciones.

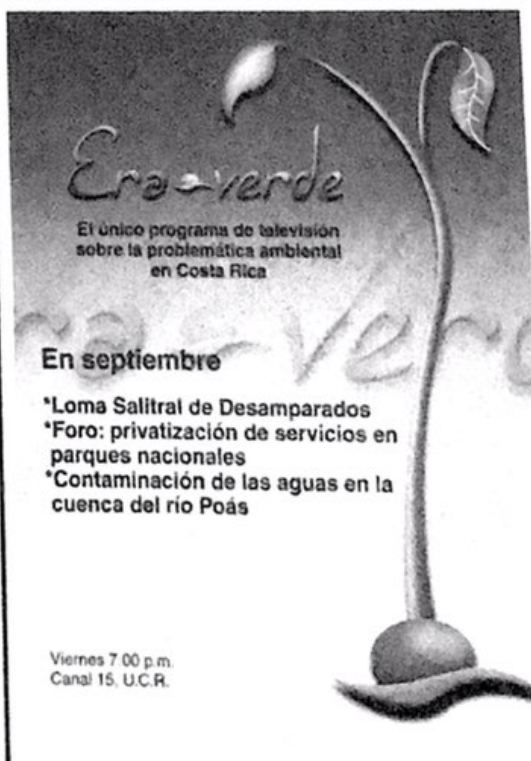
Al comparar estas metodologías con el caso del deslizamiento de Orosi se puede concluir que no son aplicables, ya que los

elementos disparadores del deslizamiento solo pueden ser diferenciados cuando se estudian grandes extensiones de área. Cuando se está trabajando en definir la susceptibilidad ante deslizamientos de los terrenos de una cuenca pequeña, los efectos de un sismo se van a sentir con la misma intensidad en toda el área, y en cuanto a la intensidad de la lluvia se puede asumir el mismo criterio. Por lo tanto, las metodologías conocidas no son de uso en este caso. Ante esta situación se procedió a realizar un análisis utilizando otros elementos que influyen directamente sobre la estabilidad de los terrenos en Alto Loaiza: magnitud de la pendiente, dirección de la pendiente y estructura geológica. Se partió de la premisa de que pendientes mayores de 60° presentan una mayor vulnerabilidad de deslizamiento que pendientes menores.

Con respecto a la dirección de la pendiente se tomó como criterio que cuando la pendiente de las laderas favorece la inestabilidad, eso representa una mayor vulnerabilidad que direcciones de pendientes orientadas en contra de un posible deslizamiento. Se tomó en consideración el fallamiento en

la zona que, como se explicó anteriormente, se tiene fallas debidamente identificadas en campo y fallamientos geológicos inferidos como producto del análisis de las fotografías aéreas. La mayor vulnerabilidad se asocia a la interacción de fallas identificadas en campo.

Operando los mapas con las características señaladas anteriormente y utilizando un programa de información geográfica como el Arc View, se obtiene un mapa en el que se observan las zonas de mayor vulnerabilidad ante deslizamientos en Orosi. Los resultados deben interpretarse como una identificación de zonas propensas a deslizarse y se debe utilizar como una herramienta en la prevención de desastres por deslizamiento y/o avalanchas en la zona. Además, debe ser un insumo en un futuro plan regulador para la ciudad de Orosi.



**Era Verde**  
El único programa de televisión sobre la problemática ambiental en Costa Rica

**En septiembre**

- \*Loma Salitral de Desamparados
- \*Foro: privatización de servicios en parques nacionales
- \*Contaminación de las aguas en la cuenca del río Poás

Viernes 7 00 p.m.  
Canal 15. U.C.R.



# Teledetección, sigs y prevención de riesgos

VINICIO PEÑARANDA

Hasta hace unos años, el tratamiento de la información espacial relativa a los desastres "naturales" se trataba en forma analógica: se sacaba conclusiones a partir de la superposición de mapas en papel, con el obstáculo de que solo se puede superponer un número limitado de ellos y de que hay poca interacción de datos espaciales con datos alfanuméricos. La primera experiencia de utilización de métodos digitales en la prevención de los desastres "naturales" se desarrolló en Estados Unidos a partir de una iniciativa del United States Geological Survey (Maskrey 1998: 39).

En el departamento de Meta, Colombia, específicamente en el sector de Villavicencio, se desarrolló un estudio pionero en el que se integró información básica derivada de estudios geológicos y geomorfológicos con la interpretación, visual y digital, de imágenes Landsat y Spot, y a partir de ello se estableció que las amenazas se presentan a partir de los fuertes procesos de erosión que ocurren en la parte alta de la cuenca debido a la deforestación en las riveras de los ríos. La ocurrencia de algunos de los fenómenos considerados causas de riesgos naturales, como deslizamientos e inundaciones, está determinada por múltiples factores de origen geológico, geomorfológico, topográfico, climático y antrópico. Los cuatro primeros ligados a los procesos orogénicos propios de la Tierra, y el último debido a la acción urbanizadora no planificada.

Basados en la interpretación de fotografías aéreas y en el procesamiento de imágenes de satélite se puede determinar, por ejemplo en el caso de movimientos en masa, el grado de asociación del evento a las fallas locales y/o regionales. El

Landsat TM ofrece, con su amplia resolución espectral (tres bandas en el visible y cuatro en el infrarrojo), muchas posibilidades en función del tratamiento digital que se le haga; con las imágenes del Quickbird las posibilidades son mayores, ya que su resolución espacial es de 0,61 m, lo que significa su píxel, ideal para detectar deslizamientos rotacionales y/o traslacionales, ya que con esa resolución espacial, aunada a su resolución temporal de 3,5 días, el seguimiento del movimiento de las masas es más eficiente.

Por otro lado, diferentes tipos de herramientas para el análisis espacial, como las imágenes de sensores remotos, las fotos aéreas y los mapas topográficos y temáticos, interactuando con dos poderosas herramientas informáticas del tipo de los procesadores digitales de imágenes de satélite y los sistemas de información geográfica, constituyen, junto a un elemento humano altamente especializado, la base para la prognosis, la diagnosis y la prevención de los desastres "naturales". La variedad de plataformas y sensores que se suman cada año implica un mejoramiento ascendente de las capacidades de las diferentes resoluciones de los sensores y de los procesadores y sistemas de información. Buenos ejemplos de los primeros son el proyecto Modis, con 36 bandas espectrales, espectro electromagnético de entre 0,4 y 14,4 m; el Ikonos, con píxel de 0,8 / 3,2 y espectro de entre 0,45 y 0,90 m, y el Quickbird, con resolución espacial de 0,61 / 2,44 y espectral de entre 0,45 y 0,88 m. Asimismo, varían los precios de las imágenes, que van desde las baratas de Quickbird a las prohibitivas de Ikonos.

#### Referencias bibliográficas

Maskrey, Andrew. 1998. *Navegando entre brumas. La aplicación de sistemas de información geográfica al análisis de riesgos en América Latina*. T.M. Editores. Colombia.

Vinicio Peñaranda, geógrafo, trabaja en control ambiental en el Instituto Geográfico Nacional.

# Ante la plaga (?) de la paloma de Castilla

Debido a la preocupación planteada por la presencia de palomas en la mayoría de edificaciones de las ciudades y monumentos principales de nuestro país, informaré sobre alternativas de manejo de esa especie que actualmente es catalogada como plaga.

Efectivamente, la paloma de Castilla (*Columba livia*), ave doméstica que ha pasado de ser símbolo de paz a ser símbolo de problema urbano, puede llegar a ser plaga cuando su presencia en un territorio provoca ciertas consecuencia ecosistémicas. Esa especie, que utiliza las estructuras hechas por el hombre para refugio, reproducción y anidación, dentro de las ciudades se alimenta principalmente de basura y restos de la actividad humana, así como de semillas proporcionadas por gente que alimentándola se recrea. En las zonas rurales se alimenta principalmente de semillas y pequeñas frutas suministradas por sus dueños. Dentro del Valle Central es posible observar las palomas en la mayoría de las iglesias y edificaciones viejas, donde vuelan libremente y se congregan para formar poblaciones grandes.

Por sus hábitos se consideran poco higiénicas, ya que acumulan sus deyecciones alrededor del nido, favoreciendo la proliferación de gérmenes, bacterias y parásitos. A pesar de que no producen daños frecuentes a los cultivos -como sí lo hacen las otras especies de colúmbidos-, producen daños grandes a las edificaciones, deteriorando muros, fachadas y otros entornos, ya que sus excrementos son altamente corrosivos. Además, son potenciales portadoras de ectoparásitos -entre ellos garrapatas, pulgas y ácaros. Pueden ocasionar problemas a la salud pública transmitiendo enfermedades a personas o animales domésticos: histoplasmosis (enfermedad respiratoria provocada por el hongo *Histoplasma capsulatum*), salmonellosis (provocada por la bacteria *Salmonella typhurium*, que puede encontrarse en los excrementos y transmitirse por contaminación de los alimentos) y ornithosis (enfermedad infecciosa que afecta a muchas aves y puede ser transmitida a los animales e

incluso al humano), y también pueden provocar otras enfermedades contagiosas para el humano. Tales palomas, además, son hospederas de varios ectoparásitos: *Cimex columbarius* (chinche del nido de la paloma), *Argas relexus* (garrapata de paloma), *Pseudolynchia canariensis* (mosca de la paloma), etcétera.

Actualmente existen y ya han sido sometidos a prueba varios métodos para el control de las palomas que, según el sitio y la cantidad de éstas, resultan ser efectivos, entre ellos:

- El sistema de púas metálicas, las cuales se colocan donde se perchan los individuos, pudiendo provocarles la muerte y, además, no siendo muchas veces efectivas debido a la cantidad de aberturas que tienen los edificios.
- Las redes: para transportar el animal a otro sitio o tapar sitios de percha de las palomas.
- El sistema eléctrico de baja descarga, que, sin entrañar riesgo de incendio, da una pequeña descarga al ave -sin dañarla- alejándola del sitio.

- El ahuyentamiento, principalmente con base en armas de fuego, utilizando sonidos no detectables por el ser humano pero sí molestando a las aves y alejándolas sin dañarlas.

---

por Oscar Ramírez

---

- Los agentes químicos: los repelentes por contacto, con base en pastas o geles, suelen ser muy efectivos, pero su valor residual se pierde con el correr del tiempo.
- El bloqueo de todos los puntos de anidamiento en aberturas.
- La reducción de la población mediante cebos tóxicos es aconsejable cuando existe un problema de sanidad que no puede controlarse (este mecanismo debe estar a cargo de organismos autorizados estatalmente).

Una gran cantidad de palomas en un sitio no significa que haya plaga ni ningún problema. Para determinar esto se debe elaborar un plan de identificación de riesgos. Y antes de aplicar los métodos reseñados hay que hacer un estudio previo de prevención de daños a otras especies y al humano, sin dejar de considerar que la especie puede estar protegida por las leyes nacionales.

---

Oscar Ramírez, biólogo, es estudiante de posgrado en la Universidad Nacional.



# Maquenque, nuestro próximo gran parque

La Zona Norte de Costa Rica alberga el último hábitat de conexión viable de tierra que permite mantener la continuidad del Corredor Biológico Mesoamericano entre Nicaragua y Costa Rica. Sin embargo, el pequeño tamaño y el

incremento de la degradación y aislamiento del bosque dentro de esta región amenazan seriamente su conectividad ecológica y la viabilidad de una biodiversidad regional única: un bosque biológicamente diverso dominado por el almendro (*Dipteryx panamensis*), el cual no está representado en ningún parque nacional tico. Esta región, entre el río San Juan y la vertiente norte de la Cordillera Volcánica Central, también

alberga varias especies en peligro de extinción, entre las que están la lapa verde (*Ara ambigu*), el jaguar (*Panthera onca*), el pez gaspar (*Atractosteus tropicus*) y el manatí (*Trichechus manatus*).

El Comité Ejecutivo del Corredor Biológico San Juan-La Selva propone metas de protección

basadas, en gran parte, en los resultados de la investigación biológica sobre el uso del hábitat por la lapa verde, una especie que habita los bosques de almendro de América Central. Además de usar extensos rangos hogareños, la lapa verde conduce

migraciones estacionales desde las bajuras hacia bosques más elevados conectados con su hábitat reproductivo. Mediante la preservación de un área núcleo de bosque natural que mantiene la conectividad con los ecosistemas aledaños esenciales para sostener una población viable de lapas, también se protegerá la biodiversidad del área.

El tamaño y la localización del propuesto Parque Nacional Ma-

quenque y del corredor biológico que lo rodea, están basados en la información científica que identifica el hábitat de mayor valor para la biodiversidad, con particular énfasis en el hábitat de anidación de la lapa verde y en los humedales necesarios para el manatí. El corredor conecta hábitats clave y corredores de vida silvestre documentados para prevenir el aislamiento de especies y ecosistemas nativos de esos hábitats. El establecimiento del nuevo parque nacional en la zona nor-

---

por **Guiselle Monge,  
Oliver Chassot, Rocío  
López, George Powell,  
Suzanne Palminteri,  
Mario Boza, Clara  
Padilla, Luis Diego  
Marín, Carlos Ulate,  
Juan L. Méndez,  
Robert Matlock, Luis  
Rojas, Carlos Manuel  
Rodríguez y Etilma  
Morales**

---

G. Monge, O. Chassot, R. López, G. Powell, S. Palminteri, M. Boza, C. Padilla, L. D. Marín, C. Ulate, J. L. Méndez, R. Matlock, L. Rojas, C. M. Rodríguez y E. Morales son integrantes del Comité Ejecutivo del Corredor Biológico San Juan-La Selva.

te de Costa Rica diversificará la economía local, creando oportunidades en un área económicamente deprimida que actualmente depende de actividades forestales y agrícolas potencialmente limitadas. Los ríos escénicos de esta área, los ricos recursos biológicos y la hospitalidad de pequeños pueblos son las atracciones que contribuirán a un ecoturismo de pequeña escala.

La razón principal por la que se plantea la creación de Maquenque, con el apoyo decidido del Ministerio del Ambiente, es que el área que delimita comprende los únicos bosques primarios remanentes de gran extensión en la Zona Norte contenidos por ecosistemas no representados en ningún otro sitio de la región, bosques pertenecientes a la zona de vida *bosque tropical muy húmedo* que han ido desapareciendo aceleradamente en la Zona Norte, constituyéndose en unos cuantos parches que se ubican en El Jardín, Cupeña y Chaparrón.

Los bosques primarios remanentes representativos de la zona suelen presentar una alta biodiversidad, dentro de la que hay varias especies amenazadas o en peligro de extinción. Existen poblaciones de los árboles titor (*Sachoglottis trichogyna*), pinillo (*Podocarpus guatemalensis*) y jícaro (*Lecythis ampla*) con individuos mayores de grandes dimensiones. También, se ven allí -lo cual es muy poco común- humedales de bajura yuxtapuestos a montañas próximas (las gradientes altitudinales en cortas distancias son muy ricas en biodiversidad). Históricamente, este dúo pantano-bosque de colinas estuvo presente en toda la Zona Norte, pero hoy solo persiste en el previsto Parque Nacional Maquenque.

El área propuesta contiene

un complejo de humedales asociados a la cuenca baja del río San Juan: Tamborcito, Tambor, Maquenque, Remolino Grande y Colpachí. Estos, que representan un porcentaje alto del área total del parque, contienen una gran cantidad de especies de plantas acuáticas así como aves específicas de los humedales, como el jabirú (*Jabiru mycteria*). Desde el punto de vista de la vegetación, estas lagunas son valiosas y tienen una composición de especies que solo se repite en Caño Negro, hábitat de peces y mamíferos en peligro como el gaspar y el manatí. Además de las lagunas, se destaca la presencia de yolillales (*Raphia taedigera*) que sufren en muchos casos las quemadas y drenajes provocados por el ser humano.

En el área propuesta se localizan suelos de clase IV a lo largo de las márgenes del San Juan, los cuales son planos con suelos aluviales, ligeramente pesados, con amenaza de inundación, que permiten cultivos forestal moderada. Sin embargo, el uso de estas áreas es limitado por haber sido decretadas Corredor Biológico Fronterizo. Los suelos de clase VI, que ocuparían la mayor parte de Maquenque, son de relieve ondulado, de textura arcillosa, susceptibles a la erosión y su aprovechamiento forestal es posible pero no recomendado. En el Cerro Tambor, por ejemplo, se encuentra suelos arcillosos con pronunciados problemas de drenaje y fuertes pendientes.

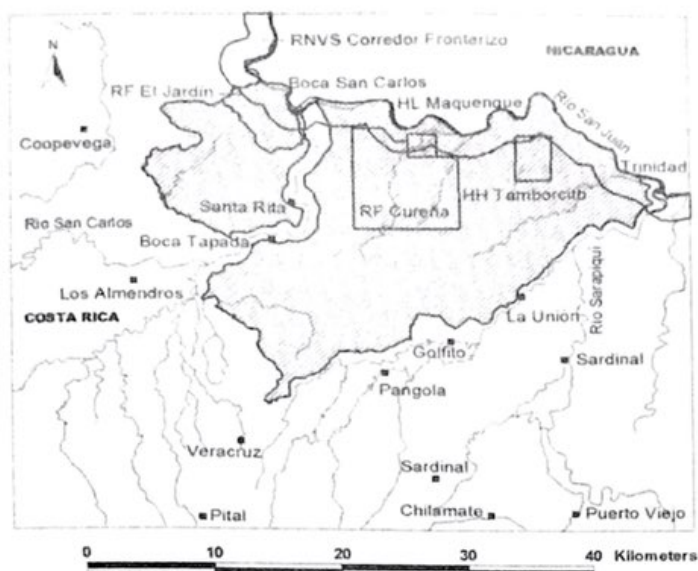
Actualmente, la mayoría de las comunidades alrededor del propuesto Parque Nacional Maquenque dependen de la agricultura y la actividad forestal. Aquella tiene poco éxito en el área debido a que los suelos son muy pobres -de acuerdo con el estudio de capacidad de suelo conducido por el Centro Científico Tropical en 1992, solo el

9,37% de la superficie del parque es apropiada para la agricultura. Según entrevistas a residentes locales, los propietarios de tierras están sustituyendo la agricultura por la actividad forestal debido a la pobreza de aquella y lo atractivo de los incentivos estatales en materia forestal. Sin embargo, ésta solo provee un empleo temporal y esporádico, concentrado en los primeros años del establecimiento de la plantación y en las etapas de poda de los árboles -en bosques naturales manejados sucede semejantemente. Por todo ello, la zona está prácticamente deshabitada: viven allí unos pocos propietarios y muchas familias desean vender sus fincas.

La Zona Norte de Costa Rica se encuentra devastada por la deforestación, la tala ilegal y el avance de la frontera agrícola. El monocultivo de piña y las especies forestales introducidas desde otras latitudes constituyen barreras para la migración de especies autóctonas. Hasta el año 2000, 9.921 hectáreas (16,6%) del previsto Parque Nacional Maquenque fueron sometidas a manejo forestal, 9.789 ha (16,4%) fueron dedicadas a la reforestación con especies exóticas sin valor para la biodiversidad y solo 1.151 ha (1,9%) fueron dedicadas a protección de bosque. La cacería y pesca de especies silvestres -algunas en peligro de extinción-, dadas libremente, constituyen un problema serio, dado que no existe ninguna área protegida en la zona. Las márgenes del San Juan se encuentran alteradas del lado de Costa Rica -no obstante el Decreto N° 22.962, de 1994, que declara Refugio Nacional de Vida Silvestre el Corredor Fronterizo conformado por los terrenos comprendidos en una zona de 2.000 metros de ancho a lo largo de la frontera con Nicaragua.



## Ubicación del Parque Nacional Maquenque



### Simbología

- Poblados
- ~ Ríos
- ~ Río San Juan

### Áreas protegidas

- ▨ Límites del Parque Nacional Maquenque
- Áreas protegidas

Mapa elaborado por Olivier Chassot  
Proyecto Lapa Verde  
Junio 2003

Fuente: Proyecto Lapa Verde, 2003

El establecimiento del Parque Nacional Maquenque, si fuera seguido por el desarrollo de servicios de alojamiento y de vías de acceso, crearía oportunidades de empleo para los residentes locales, quienes, actualmente, por la falta de esas vías, no pueden aprovechar el mercado turístico nacional (la actividad ecoturística del área está ahora dirigida a un turismo especializado, ofreciéndose muy limitado empleo a los residentes locales no capacitados). La lapa verde, especie colorida, carismática y fácil de observar, se convertiría en un motivador del turismo natural, tanto como la lapa roja en la Reserva Biológica Carara.

El área del parque está bordeada por tres pintorescos ríos, el San Juan, el San Carlos y el Sarapiquí, y está localizada cerca de varios pueblos con servicio de telefonía y electricidad. Los pueblos de Boca Tapada, Golfito y los más remotamente situados de Trinidad y Boca San Carlos podrían servir como bases para las actividades turísticas en el área protegida central; su proxi-

midad a ríos navegables ofrece alternativas de transporte acuático con belleza escénica.

El Parque Nacional Maquenque tendría una extensión de 59.717 ha, con un sector de 47.713 ha ubicadas entre los ríos San Carlos, San Juan, Sarapiquí y Toro Amarillo, y un segundo sector localizado al oeste del río San Carlos y al sur del San Juan, con una extensión de 12.004 ha. El 78% del área es bosque natural en buen estado, un porcentaje mucho mayor que en la región que lo rodea. Actualmente, existen cuatro reservas decretadas por el Gobierno dentro del propuesto parque, además del Refugio Nacional de Vida Silvestre Corredor Fronterizo: la Reserva Forestal Cerro El Jardín, la Reserva Forestal Cureña, el Humedal Lacustrino Tamborcito y el Humedal Palustrino Laguna Maquenque. Todas las tierras de estas áreas son de propiedad privada. En los humedales decretados se autorizan usos limitados, pero sin protección adecuada de ellos. Las reservas forestales no tienen recomendaciones de uso de tierra ni restricciones de uso, por lo que están

siendo intervenidas igualmente que las aledañas.

El bosque fragmentado que aún permanece entre el río San Juan y la Cordillera Volcánica Central y que reúne el último hábitat viable para mantener la continuidad del corredor biológico en Mesoamérica constituye la última oportunidad de Costa Rica para mantener una población de lapas verdes. Iniciando el proceso de implementación del Corredor Biológico San Juan-La Selva a través de la combinación de compra selectiva de tierras y de un programa de integración de los propietarios privados en el programa de servicios ambientales, se tendrán mayores ganancias en términos de conservación biológica y de crecimiento del compromiso del pueblo de Costa Rica hacia la conservación de este excepcional legado natural. Establecer el Parque Nacional Maquenque constituye la última oportunidad de Costa Rica para contribuir a la restauración del corredor biológico que recorre toda Mesoamérica.

## ¿Se comerán los eucaliptos a sus hijos?

Christian Cossalter y Charlie Pye Smith. 2003. *Las plantaciones de rápido crecimiento, mitos y realidades*. Cifor-WWF-IUCN-Forest Trends. (sin lugar)

Pocos temas forestales generan debates más arduos que el de las plantaciones comerciales de eucaliptos, acacias, pinos y álamos. Los proponentes argumentan que las plantaciones de rápido crecimiento ofrecen una fuente sostenible de madera para satisfacer la creciente demanda global de papel y otros productos. También sostienen que dichas plantaciones generan mucho empleo, ayudan a evitar el calentamiento global, protegen las fuentes de agua y reducen la presión sobre los bosques naturales.

Los opositores dicen que las plantaciones secarán las fuentes de agua, degradarán el suelo y son susceptibles a las plagas y enfermedades. Niegan que las plantaciones ayuden a proteger los bosques naturales o que proporcionen mucho empleo. Sostienen que a menudo las empresas destruyen los bosques naturales para sembrar plantaciones y desplazan a pequeños productores y a comunidades locales y se oponen radicalmente a llamar bosques a esas plantaciones.

El tema es muy importante debido a que tanto las plantaciones de árboles de rápido crecimiento como la demanda de papel han crecido de una forma muy acelerada. Hay cerca de 10.000.000 de hectáreas de plantaciones comerciales de árboles de rápido crecimiento y el área aumenta en cerca de un millón de ha por año. La Fao pronostica que el consumo global de papel será

un 80% más alto en 2010 que en 1990.

Para poder diferenciar los hechos reales de los ficticios en cuanto a la polémica sobre las plantaciones, Cifor, WWF, IUCN y Forest Trends acaban de publicar *Las plantaciones de rápido crecimiento, mitos y realidades*, escrito por Christian Cossalter y Charlie Pye Smith. El documento concluye que las plantaciones de crecimiento rápido: a menudo, pero

no siempre, substituyen al bosque natural; reducen la presión sobre el bosque natural solo en circunstancias especiales; algunas veces mejoran la biodiversidad en áreas degradadas; utilizan más agua que la vegetación baja, pero eso es solo un problema de las áreas secas; no son tan susceptibles a plagas y enfermedades como algunas veces se afirma; generalmente degradan el suelo menos que los cultivos agrícolas comerciales; pueden contribuir relativamente poco a reducir el calentamiento global; proporcionan menos empleos de lo que afirman los proponentes; se han asociado con frecuencia a conflictos, y, en general, no deben ser subvencionados con fondos públicos.

Los autores están convencidos de que las plantaciones comerciales de árboles de rápido crecimiento van a permanecer. La clave es cómo manejarlas mejor. No, los eucaliptos y las acacias probablemente no comerán a sus niños

ni convertirán su región en un desierto. Pero todavía se podría hacer mucho para mejorar las plantaciones.

[Para solicitar copia electrónica -en inglés- del documento reseñado dirigirse a Nia Sabarniati (nsabarniati@cgiar.org). Para comentarios o preguntas -en inglés- dirigirse a Christian Cossalter (a cossalter@cgiar.org).]



Goya

David Kaimowitz



---

# La Amazonia bajo la mirada de Chico Mendes

**T**odos los ambientalistas tienen presente a la Amazonia: el bosque tropical más grande del mundo, con más de 7 millones de kilómetros cuadrados que se extienden por Brasil, Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Guyana, Surinam y Guayana Francesa, y cuya riqueza biológica sufre los más diversos impactos ambientales desde hace siglos. La Amazonia también es muy conocida por la larga lucha en su defensa, en la que se destaca Chico Mendes, líder brasileño asesinado en 1988 por defender esos bosques.

Semanas atrás, visitando distintas localidades amazónicas, incluyendo la pequeña ciudad de Xapurí donde Mendes tenía su hogar, constaté que persisten los problemas por cuya solución él murió: deforestación, avance de la frontera agropecuaria, minería y proyectos de infraestructura. La tasa de deforestación actual se estima en 19 mil km<sup>2</sup> por año. Se van finalizando nuevas carreteras, como la BR-317 (la *Estrada del Pacífico*), permitiendo el acceso a las regiones amazónicas adyacentes de Bolivia y Perú. Otros planes similares están en marcha con ejes viales entre las ciudades de Cuiabá, Santarém y Porto Velho. También se completó una interconexión eléctrica y se mejoraron las rutas con el sur de Venezuela. Muchas áreas deforestadas hoy albergan miles de cabezas de ganado, cada vez de mejor calidad y con mejores pasturas. Poco a poco los rincos-

nes más apartados de la Amazonia de Brasil se conectan con fábricas y puertos exportadores.

Las presiones por recursos energéticos son todavía mayores. Se insiste en construir un gasoducto en la zona central amazónica, desde los campos de gas de Uruçú hacia Porto Velho, lo que significa abrir una brecha de más de 500 km de largo en plena selva. A ello se suma la incertidumbre que generan algunas propuestas de desarrollo del nuevo gobierno de Lula da Silva, que podrían desembocar en reactivar la construcción de nuevas represas (por ejemplo en el río Madeira) o de avanzar en hidroviás (como la Araguaia-Tocantins). Emprendimientos como éstos afectarán drásticamente tanto los ecosistemas originales amazónicos como las formas de vida tradicional.

Chico Mendes enfrentó un drama similar. Él y muchos otros *sirigueiros* recolectaban el látex del árbol de la seringa sin destruir el bosque, y luchaban por preservar tanto el ambiente de selva tropical como sus formas tradicionales de trabajo. La recolección del látex solo era posible si los árboles continuaban en pie. Las carreteras, las maderas y los ganaderos significan la destrucción de esos árboles y del modo de vida de los *sirigueiros*. Mendes enfrentó esos problemas con un nuevo tipo de mi-

litancia: sindical y a la vez ambientalista, occidental y al mismo tiempo indígena. Él se forjó en las luchas sindicales pero supo incorporar el ambientalismo. Buscaba un nuevo desarrollo pero incorporaba las visiones indígenas; recordaba que los *sirigueiros* estamos más cerca de la tradición indígena que de la tradición "civilizada". Esa nueva forma de vivir el ambientalismo, incorporando diferentes componentes culturales y políticos, sigue vigente. Por eso Chico Mendes sigue presente en la Amazonia. Su casa en Xapurí es ahora museo, y una enorme reserva extractivista, orientada a preservar tanto la floresta como el modo de producción de los *sirigueiros*, lleva su nombre.

En los últimos años se ha progresado en el conocimiento científico de la Amazonia, se han incrementado y sistematizado las pruebas de la gravedad de los impactos ambientales allí y han proliferado los grupos y programas ambientales enfocados en la conservación, pero ni la deforestación ni la expansión ganadera extensiva cesan, se insiste con carreteras, represas y gasoductos y los promisorios proyectos de desarrollo sostenible local no han logrado torcer las estrategias nacionales de desarrollo amazónico que siguen apuntando hacia una explotación simple de recursos para alimentar ilujos exportadores.

[por **EDUARDO GUDYNAS**]





*Forjando oportunidades*

**Fundación Pro Ciencia, Arte y Cultura  
de la Universidad Nacional  
(Fundación UNA)**

una organización privada y sin fines de lucro  
que contribuye, día con día, al desarrollo de  
la Universidad Nacional

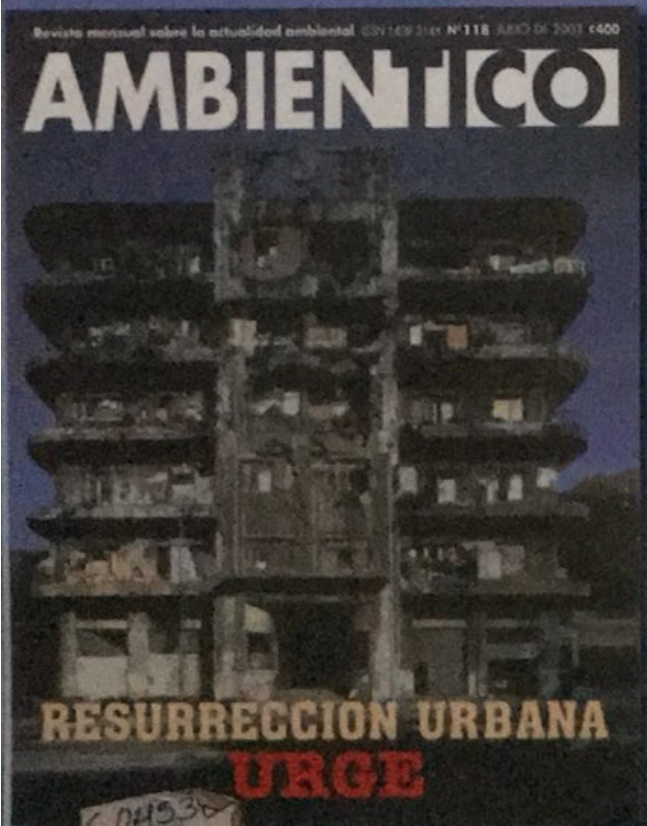
Agencia de viajes  
**MILLENIUM 3**  
UN FUENTE AL MUNDO



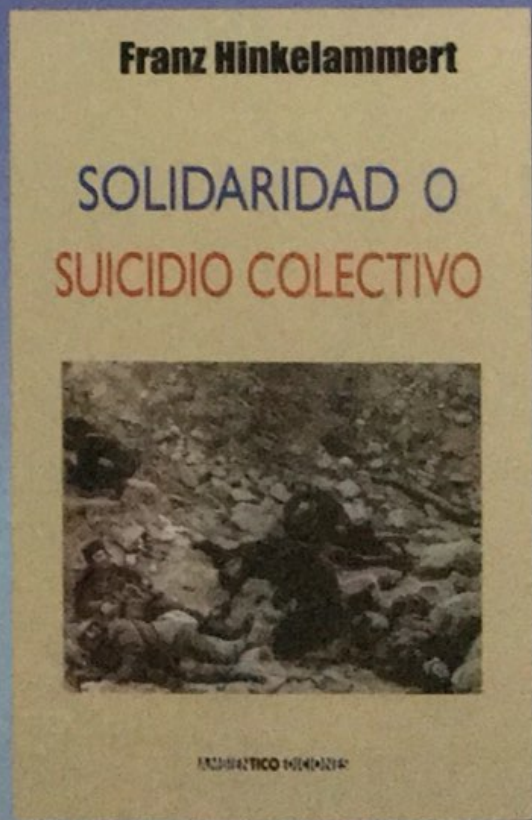
**TIENDA Y LIBRERIA  
UNIVERSITARIA**

*Excelente precio, servicio y calidad*

[ A LA VENTA ]



C.041536  
\$400-



Información y pedidos: 277-3688, [ambientico@una.ac.cr](mailto:ambientico@una.ac.cr)