

V i v i e n d a   s e g u r a   a n t e   a m e n a z a s   n a t u r a l e s

# Inundaciones fluviales y aludes torrenciales

**José Luis López Sánchez**



**B I B L I O T E C A   P O P U L A R   D E   S I S M O L O G Í A   V E N E Z O L A N A**



Primera edición 2012  
©Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas - FUNVISIS

Hecho el Depósito de Ley  
ISBN 978-980-6069-18-3  
Dep. Legal: If81020123631975

Proyecto Fonacit N° 2011000438  
(Proyectos Estratégicos 2011)  
“La vivienda segura ante las amenazas naturales y otros riesgos:  
fascículos para la construcción popular”

Proyecto:  
*Víctor Cano*  
*Francisco Garcés*  
*Alejandro López*  
*Oscar A. López*  
*Guy Vernáez*

Coordinación General:  
*Ana Rosa Massieu*

Comité editorial:  
*Víctor Cano*  
*Antonio Conti*  
*Jorge González*  
*Oscar A. López*  
*Alejandro López*  
*Ana Rosa Massieu*

Secretaria  
*Milagros Naveda*

Asesoría del Proyecto Editorial:



Edición, revisión y coordinación  
de producción: *Helena González*

Diseño, diagramación  
y coordinación gráfica: *Michela Baldi*

Concepto gráfico: *Douglas Muñoz, Michela Baldi*

Ilustraciones: *Douglas Muñoz*

Mapas: *Elisa Ferrán*

Fotografías de portada:  
*José Luis López Sánchez*  
<http://mrg.bz/glidrn>



Proyecto financiado por Fonacit en el marco de la Ley Orgánica de  
Ciencia, Tecnología e Innovación (LOCTI)

# Presentación

Venezuela está sujeta a la acción de amenazas naturales y tecnológicas, como aludes torrenciales, inundaciones, deslizamientos, terremotos e incendios, eventos que sumados a las limitaciones de la planificación territorial y de la construcción popular, conllevan la posibilidad de que ocurran desastres.

Los desastres son la materialización del riesgo que se construye socialmente. Decir que *“los desastres son naturales”* es algo erróneo. Para que haya un desastre no sólo es necesario que se presente el desbordamiento de un río, un deslizamiento de tierra o un terremoto, sino también que existan construcciones que se puedan inundar, tapiar o que no cumplan con exigencias sismorresistentes. En otras palabras, un desastre se presenta no solamente cuando un evento natural ocurre sino cuando asentamientos humanos u otros bienes de la sociedad están expuestos a dichos eventos peligrosos y cuando, además, presentan niveles de vulnerabilidad adversos. Dicha vulnerabilidad es el resultado de actividades humanas y por esta razón los desastres son más fenómenos sociales que sucesos naturales.

La construcción de vivienda popular en Venezuela, en su mayoría, se realiza por autogestión o de manera informal: sin proyecto; sin asistencia técnica; de forma progresiva y, en particular, sin las consideraciones sismorresistentes y geotécnicas necesarias para que dichas viviendas sean seguras ante la ocurrencia de eventos naturales. Esto ocurre, principalmente, debido a los escasos conocimientos que de la materia tienen los constructores de vivienda popular y por la falta de herramientas que brinden a dichos constructores informales orientaciones prácticas, sistematizadas y validadas por los entes rectores en las distintas temáticas.

Basado en lo anterior y teniendo en cuenta: 1) que una de las cinco prioridades del Marco de Acción de Hyogo de las Naciones Unidas hace referencia a la utilización del conocimiento, la innovación y la educación para crear una cultura de seguridad y resiliencia ante el riesgo de desastres a todo nivel; 2) que una de las directrices del Proyecto Nacional Simón Bolívar 2007-2013 hace referencia a la Suprema Felicidad Social, específicamente en el propósito de garantizar el acceso a una vivienda digna, fomentando y apoyando la participación y el compromiso para la construcción de la vivienda, donde la puesta en marcha de la Gran Misión Vivienda Venezuela es una solución estructurada, y 3) que el Programa Nacional de Reducción del Riesgo Sísmico que está desarrollando la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS) busca contribuir a mitigar el riesgo sísmico a que están expuestas las viviendas en Venezuela, se elaboró la presente colección *Vivienda segura ante amenazas naturales*.

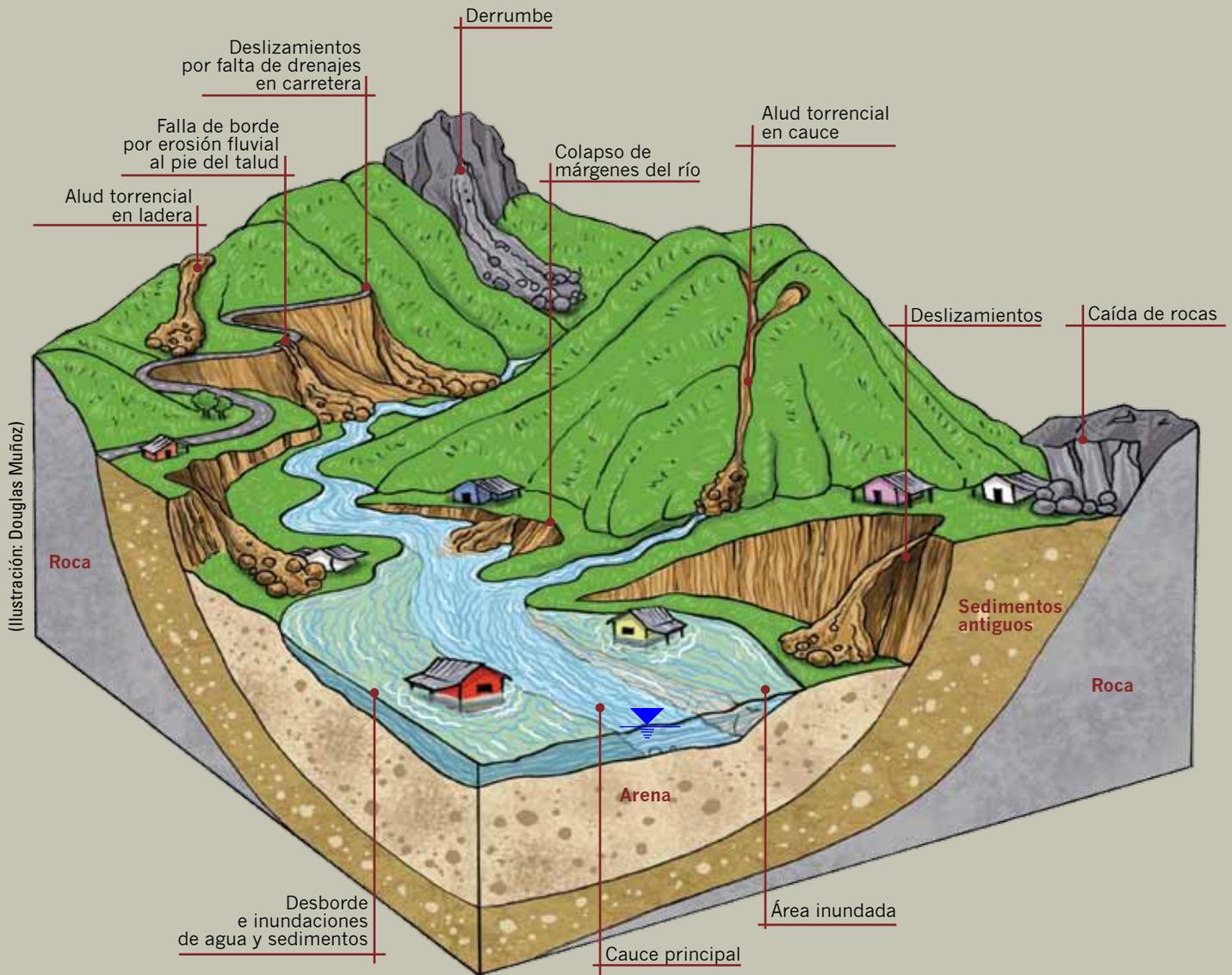
Dicha colección ha sido desarrollada por un grupo de expertos en cada una de las áreas temáticas (Conceptualización del Riesgo de Desastres; Amenaza por Terremotos; Amenaza por Aludes Torrenciales e Inundaciones Fluviales; Amenaza por Inestabilidad del Terreno; Hábitat Urbano y Vivienda; Vivienda de Mampostería Confinada Sismorresistente e Instalaciones para Vivienda de Mampostería), bajo la coordinación de FUNVISIS, con el apoyo financiero del Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología (FONACIT), del Ministerio del Poder Popular para la Ciencia, Tecnología e Innovación (MPPCTI), en el marco de la Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación (LOCTI).

Con esta colección se intenta contribuir a la construcción de una vivienda popular más segura en el país, suministrando a los constructores populares, a la comunidad organizada, a las medianas y pequeñas empresas de construcción y a la población en general, una herramienta orientadora, sencilla y didáctica para la selección del terreno y para la construcción de viviendas resistentes a los terremotos y a otros eventos como inundaciones y deslizamientos. Sin embargo, se tiene claro que el desarrollo y la entrega de esta colección no es suficiente para prevenir y mitigar el riesgo, susceptible de acarrear desastres. Todos debemos reconocer la gran responsabilidad que tenemos en la construcción social del riesgo y, basados en el principio constitucional de la corresponsabilidad, declaramos que el problema de los desastres es de todas y todos. En consecuencia debemos trabajar coordinadamente para encontrar una solución a este problema. Leer y usar esta colección es un buen comienzo.

**Víctor H. Cano P.**  
Presidente de FUNVISIS

# Inundaciones fluviales y aludes torrenciales

José Luis López Sánchez



Una amenaza natural es un peligro latente, potencialmente desastroso, que existe en la naturaleza, asociado a una cierta probabilidad de ocurrencia. A continuación se abordan las amenazas naturales más importantes que en

forma de aludes torrenciales e inundaciones fluviales (amenazas hidrometeorológicas) han afectado a la población venezolana durante los últimos años.

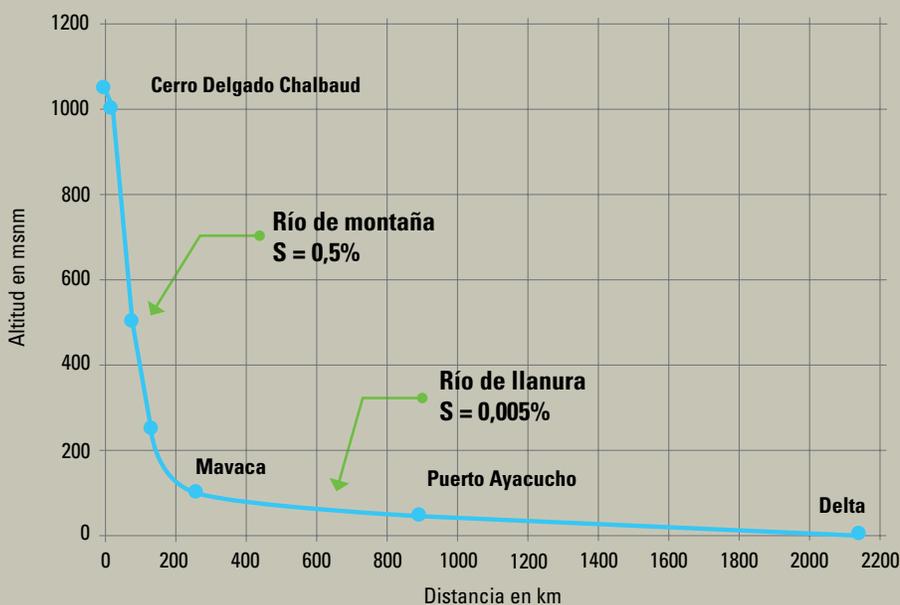


## Características más importantes de los ríos venezolanos

Esos ríos de nuestro territorio pueden dividirse en ríos de montaña, ríos de llanura o planicie aluvial, y ríos guayaneses (Zinck, 1982).

En los ríos de montaña, característicos de las regiones que drenan los paisajes de montaña de las cordilleras de Los Andes y de La Costa, las crecientes son repentinas y de corta duración (horas) con alta capacidad para el arrastre y transporte de sedimentos, peñones, cantos rodados, grava y arena que se encuentran en sus cauces. Tienen pendientes pronunciadas, mayores de 2 metros de desnivel por kilómetro de distancia (0,2%). Cuando las pendientes son muy pronunciadas, mayores a 50 metros de desnivel por kilómetro de distancia, es decir mayores a 5%, se habla de cursos torrenciales o torrentes.

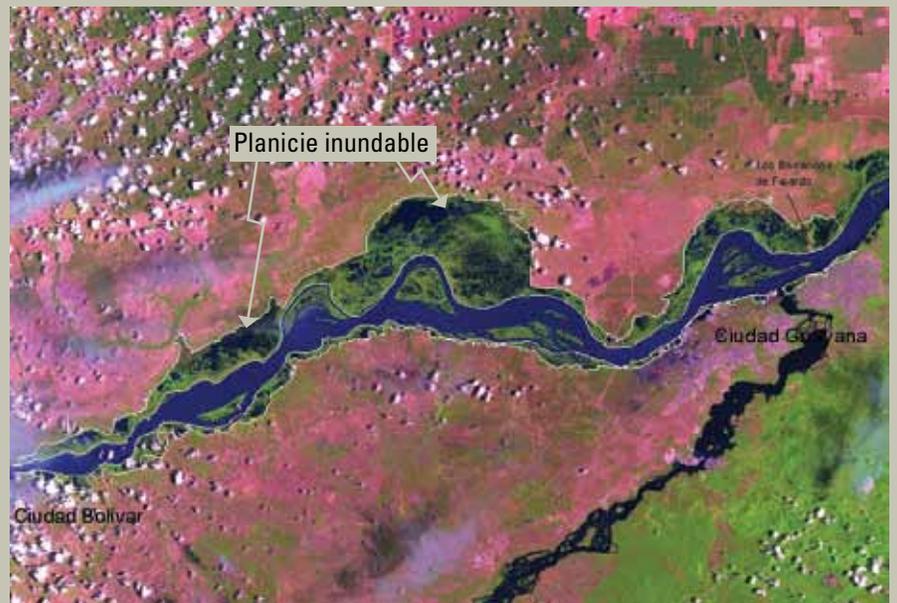
Figura 1  
Perfil longitudinal del río Orinoco desde su nacimiento hasta su descarga en el delta



Se indican tramos de pendiente pronunciada (río de montaña) y de pendiente suave (río de llanura). S es la pendiente promedio del cauce en el tramo indicado. La elevación se expresa en metros sobre el nivel del mar (modificado de Córdova y González, 2007)

Los ríos de planicie aluvial, típicos de los llanos venezolanos y de la depresión del Lago de Maracaibo, tienen caudales importantes, incluso en verano. Las crecientes se forman lentamente y son de larga duración (días o meses), y su trazado puede estar conformado por curvas fuertes o meandros.

Los ríos guayaneses presentan numerosas caídas y rápidos en su recorrido, transportan pocos sedimentos debido a una densa cobertura forestal que contrarresta los procesos erosivos, sus aguas son muy oscuras debido a su carga de materia orgánica y son los más caudalosos de los ríos venezolanos.



Vista satelital del río Orinoco y confluencia con el río Caroní, delineándose la planicie inundable (Imagen SPOT)



Río Apure en Guasdulito (imagen de Google Earth)

## Causa de las inundaciones fluviales

Las inundaciones se producen como consecuencia de lluvias intensas que acarreamos demasiada agua que no puede ser almacenada en la cuenca ni transportada en los cauces naturales o canalizaciones y varían dependiendo del tamaño y las características de la cuenca, y de la intensidad y duración de la tormenta. En cuencas grandes, el pico de la crecida producida por una tormenta puede ser amortiguado de manera significativa por la capacidad de almacenamiento de la cuenca y su resistencia al flujo. Las inundaciones tardan usualmente entre algunas horas y varios días. Por el contrario, en cuencas pequeñas, el agua se concentra más rápidamente en los cauces y se producen las llamadas inundaciones repentinas cuya duración está en el orden de unos pocos minutos a unas pocas horas.

## ¿Qué son las planicies de inundación?

Estas áreas normalmente están secas pero son cubiertas por las aguas durante las crecientes por lo que las planicies deben considerarse como parte de la trayectoria normal de las aguas y, en consecuencia, parte también del territorio del río que éste ocupa cada cierto tiempo (figura 2).

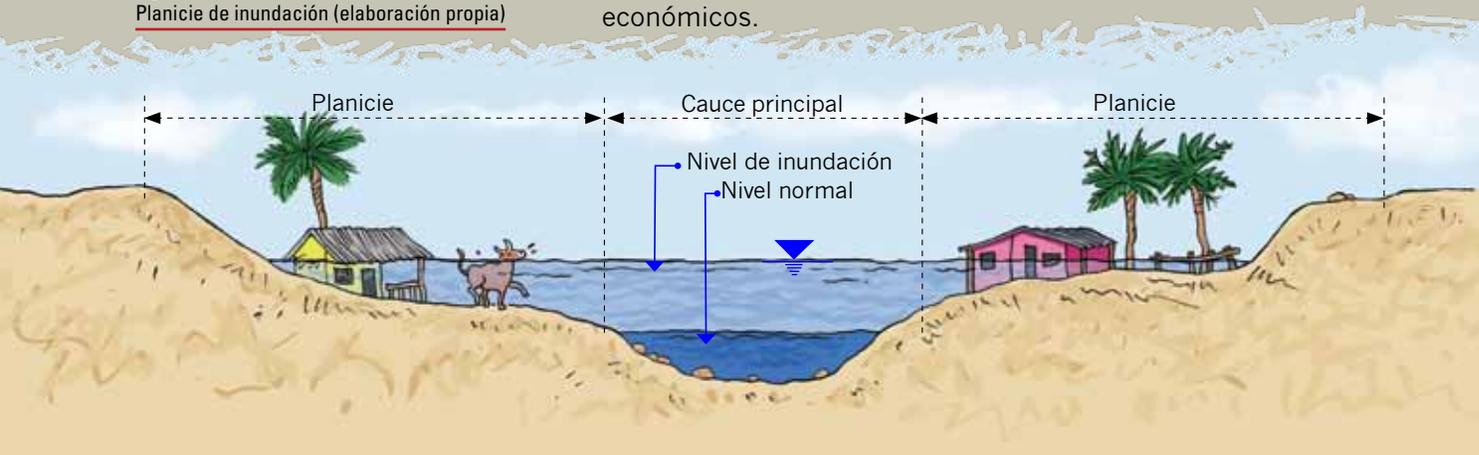
## ¿Cómo se mide la magnitud de una crecida?

La magnitud de la tormenta o crecida de un río se describe por su periodo de retorno o de recurrencia. Por ejemplo, una tormenta de 100 años de período de retorno es aquella que ocurriría, en promedio, una vez cada 100 años. Esto significa también que la probabilidad de que ella ocurra en cualquier año es de 1%. En una escala global, de los llamados desastres de origen natural, los más destructivos son las inundaciones fluviales y los aludes o flujos torrenciales, ya que afectan el mayor número de personas y causan los mayores daños económicos.

**Las planicies de inundación, también llamadas llanuras de inundación o vegas fluviales, son terrenos relativamente planas, adyacentes al cauce principal del río o quebrada, expuestas a inundaciones periódicas.**

**Las crecientes de los ríos y las inundaciones resultantes son fenómenos naturales donde el flujo de crecida de un río o quebrada sobrepasa sus márgenes y corre sobre las planicies de inundación.**

Figura 2  
Planicie de inundación (elaboración propia)



(Ilustración: Douglas Muñoz)

## Papel del hombre en agravar el problema de las inundaciones

Cuando se destruye la cubierta forestal en las cuencas altas, el hombre contribuye a reforzar la violencia de las crecientes y a aumentar la frecuencia de las inundaciones en las zonas bajas.

En los desarrollos urbanos, las actividades humanas estimulan y agravan la ocurrencia de inundaciones al obstruirse los cauces de ríos y quebradas mediante el bote y acumulación de desechos de todo tipo.

Las inundaciones pueden ser también causadas por cambios en la cobertura vegetal de las cuencas. Una cuenca donde predominan áreas verdes favorece la infiltración y acumulación de agua en el subsuelo regulando los flujos de crecientes (figura 3). Cuando la superficie es cubierta por asfalto se incrementa la escorrentía superficial y las aguas llegan más rápidamente al cauce, aumentando los picos de las crecientes (figura 4).

**El proceso de urbanización de las planicies fluviales, mediante la construcción de edificaciones y la pavimentación de áreas verdes, incrementa los caudales de las crecientes al disminuir la capacidad de infiltración del agua en los suelos y aumentar la escorrentía superficial.**

Figura 3  
Predominio de áreas verdes en las cuencas regula los flujos de crecientes (elaboración propia)

(Ilustración: Douglas Muñoz)



Las inundaciones se convierten en un problema cuando el hombre ocupa las planicies del río, exponiendo su vida y sus propiedades ante los flujos de las crecientes. La magnitud de las crecientes puede también alterarse si se cambian los patrones de escurrimiento en las cuencas de drenaje.

Figura 4  
Cambios en la cobertura vegetal de las cuencas (asfaltado) aumenta los picos de las crecientes y pudiera originar inundaciones (elaboración propia)

(Ilustración: Douglas Muñoz)





## Cómo reducir los efectos de las inundaciones fluviales

La mejor medida de prevención es evitar la ocupación de las planicies inundables mediante la regulación del uso del suelo y una adecuada planificación urbana y rural a través de la elaboración de planes para el ordenamiento del territorio. La conservación y la creación de zonas protectoras en las cuencas altas de los ríos para disminuir la erosión de los suelos y mantener la cobertura vegetal son acciones ecológicas que ayudan a regular los flujos de

crecientes y a reducir el riesgo de las inundaciones. Otras medidas de protección son también la construcción de: embalses de regulación para controlar los picos de crecientes; diques marginales para proteger las tierras y poblaciones adyacentes; y obras de canalización, rectificación, desviación y limpieza de cauces.

**Los daños materiales y las pérdidas de vidas humanas que ocasionan periódicamente los desbordes de los ríos y quebradas en nuestro país se deben fundamentalmente al uso irracional de las áreas expuestas a inundaciones.**



Inundación del río Aroa, en Yaracuy, 2005 (foto de Amaloea Camacho)



Inundación del río Guapo, estado Miranda 1999 (cortesía de A. Hitcher)



Presas Onia para control de inundaciones al sur del Lago de Maracaibo (foto de L. M. Suarez)



Inundación del río Guaire en Caracas, Febrero 2005 (autor desconocido)

## Qué son los torrentes

Los torrentes son corrientes de agua en regiones montañosas de cuencas reducidas y pendientes fuertes, por encima de 5%, con abundancia de sedimentos gruesos (cantos y peñones), donde las crecientes se manifiestan de manera repentina acompañadas de procesos marcados de erosión, transporte y deposición de sedimentos. En su curso se distinguen tres partes: a) la cuenca tributaria o receptora, donde se forman los flujos y se produce la mayor parte de los materiales de arrastre; b) la

garganta, que es la parte estrecha al final de la cuenca tributaria, donde predomina el transporte de sedimentos; y c) el abanico aluvial o cono de deyección, un área de pendiente suave a la salida de la montaña donde predomina la sedimentación. En esta zona es donde los aludes torrenciales depositan su carga sólida, pudiendo dar origen a las inundaciones de sedimentos. La figura 5 muestra un tramo de la garganta de dos cursos torrenciales del estado Vargas.

Figura 5  
Cursos torrenciales en quebradas del estado Vargas y Distrito Capital



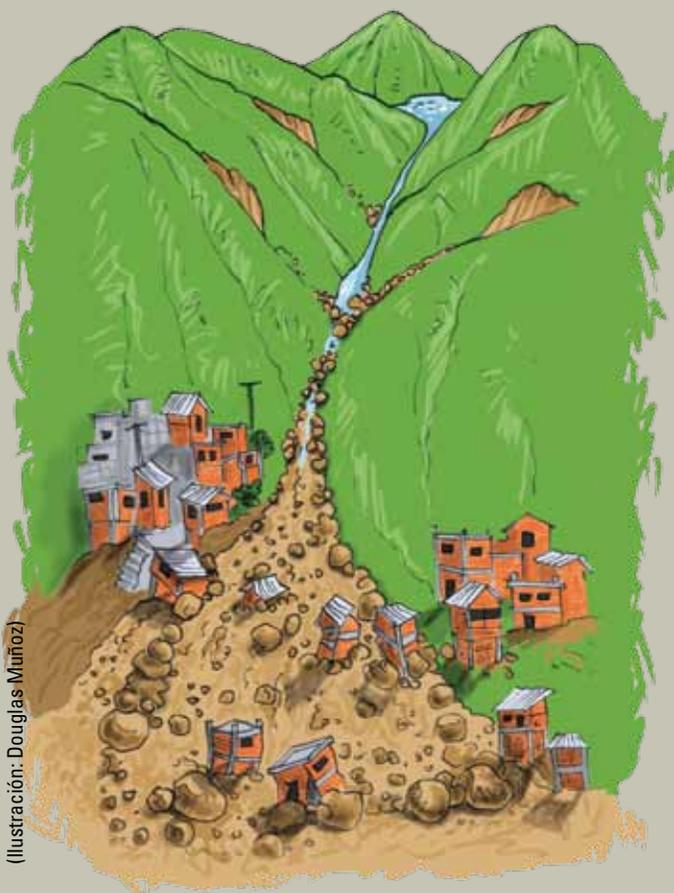
Quebrada Cerro Grande (foto de J.L. López)



Quebrada Chacaito en el macizo Ávila (Guaraira Repano) (foto de J.L. López)



Quebrada San José de Galipán (foto de J.L. López)



(Ilustración: Douglas Muñoz)

Alud torrencial depositado en abanico aluvial

## Qué son los abanicos aluviales

Los grandes volúmenes de sedimentos arrastrados durante las crecientes pueden depositarse en el cauce del abanico y obstruirlo, generando desbordes y la apertura de nuevos cauces o canales que se extienden en diferentes direcciones a partir del vértice o ápice del abanico. Las inundaciones repentinas y los aludes torrenciales ocurren frecuentemente en estos ambientes y ponen en riesgo la vida de las comunidades allí asentadas. En Venezuela son numerosas las ciudades que se han desarrollado en o cerca de abanicos aluviales, tales como los centros poblados del estado Vargas, el valle de Caracas y el estado Mérida.

En la figura 6 se observan los diferentes sectores que componen el curso torrencial de la cuenca del río San Julián y la población de Caraballeda en el estado Vargas.



Vista aérea del río Cerro Grande, Tanaguarena, estado Vargas, 1999. Se observan cicatrices de los deslizamientos en la montaña y deposiciones de sedimentos en el abanico aluvial delimitado por línea naranja (foto autor desconocido)

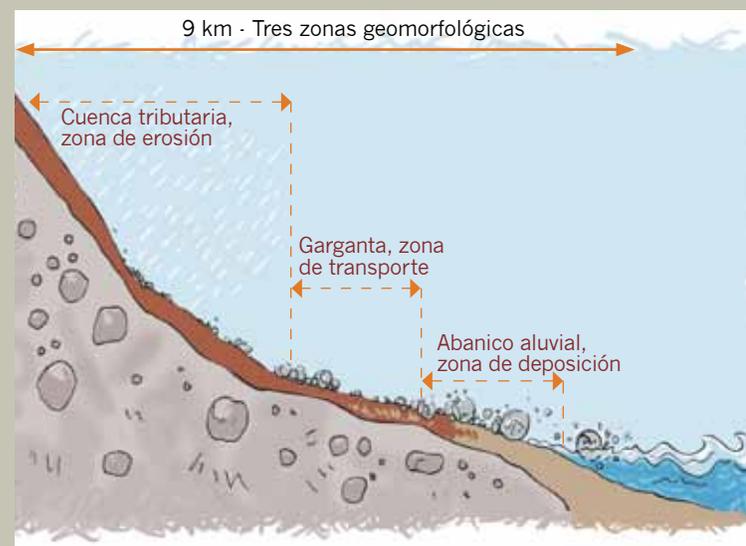
Un esquema del perfil longitudinal de una quebrada típica de Vargas se ofrece a la derecha del gráfico, indicando los procesos geomorfológicos predominantes en el cauce torrencial a lo largo de su recorrido antes de la descarga al mar Caribe (López, 2010).

**Los abanicos aluviales son zonas de pendiente suave en forma de cono o abanico que se encuentran a la salida de la montaña, creadas en el transcurso del tiempo por la deposición de los sedimentos erosionados en la montaña.**

Figura 6  
Cuenca y perfil longitudinal del río San Julián y la población de Caraballeda en el estado Vargas



MARNR (2000)



Perfil aproximado del río San Julián y los procesos geomorfológicos que ocurren en la cuenca (elaboración propia)

## Qué son los deslizamientos

La mayoría de las veces los deslizamientos son provocados por la acción del hombre a través de actividades de intervención en la montaña: deforestación de las faldas de los cerros, cortes en las laderas para la construcción de caminos, carreteras o viviendas, y falta de canalización de las aguas servidas y de lluvia. Usualmente los deslizamientos se producen después de lluvias fuertes o prolongadas que saturan los suelos y debilitan su resistencia a la fuerza de gravedad (ver ejemplos en figuras 7 y 8).

Adicionalmente, la presencia de condiciones naturales tales como taludes de pendiente pronunciada y existencia de rocas fracturadas facilitan la ocurrencia de los deslizamientos en las laderas de los cerros. Las zonas de mayor riesgo están asociadas a laderas y taludes con pendientes mayores de  $30^\circ$ . La ocurrencia de sismos contribuye también a desestabilizar las masas rocosas y a aumentar la amenaza de los deslizamientos.

**Los deslizamientos son desplazamientos de masas de tierra, rocas y vegetación de una ladera en pendiente, que pueden ocurrir en forma lenta o rápida, presentándose sobre todo en época lluviosa o durante períodos de actividad sísmica.**

Figura 7  
Deslizamientos típicos en zonas de Caracas



<http://www.noticias365.com.ve/temas/al-dia/lluvias-causan-deslizamientos-en-la-cota-905-en-caracas-fotos/>

Figura 8  
Áreas de intervención humana en la cuenca alta de la quebrada Tacagua, estado Vargas



Se observan cortes de laderas, actividad agrícola, desarrollos y ocupación de colinas y laderas de la montaña (modificado de Milton, 2005)

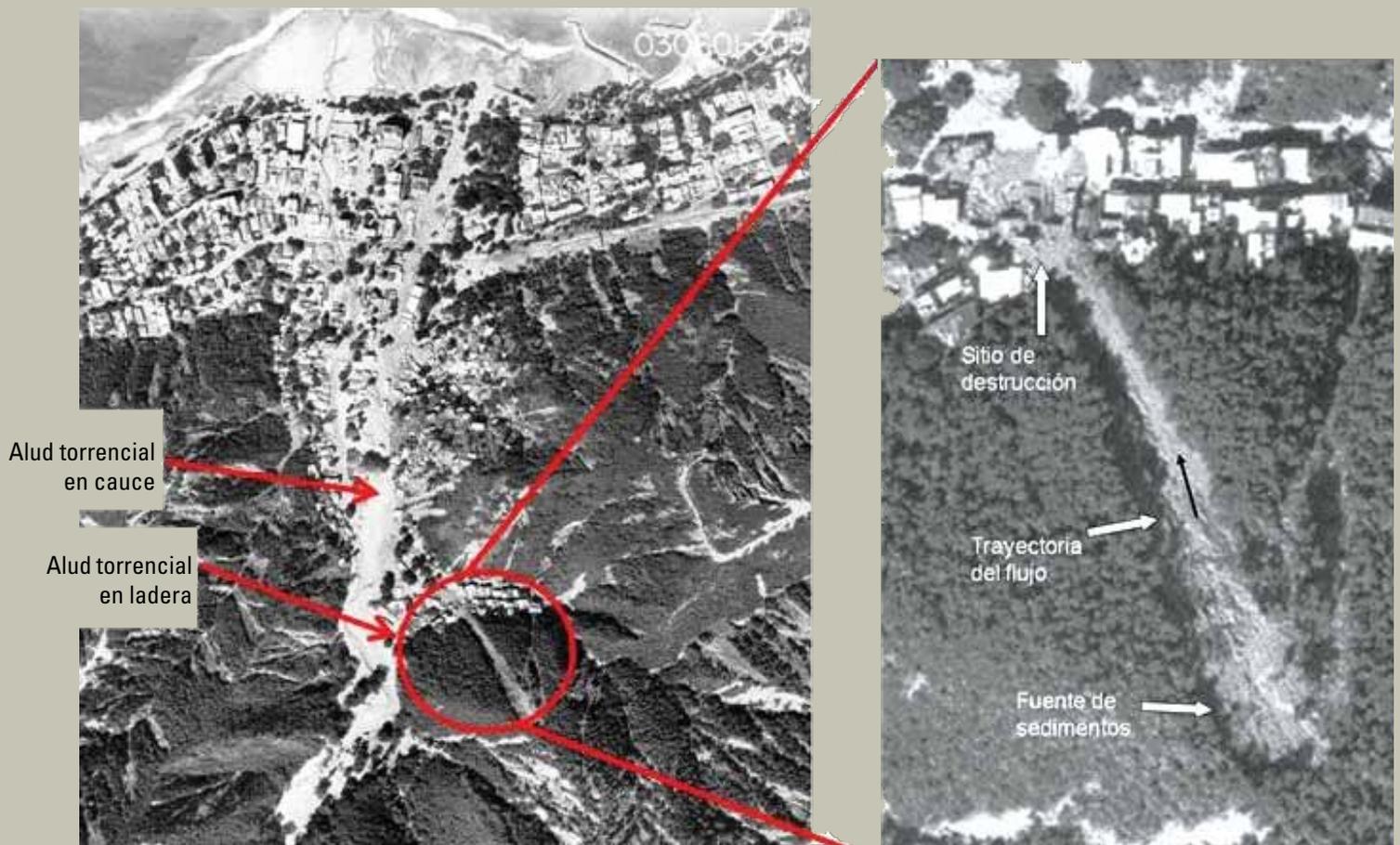
## Qué son aludes torrenciales

Los aludes torrenciales son flujos con altas concentraciones de sedimentos que se generan en zonas montañosas de pendientes pronunciadas y que están compuestos principalmente por agua, barro, arena, grava, rocas, árboles y grandes restos de vegetación, pero también pueden estar conformados por todo tipo de desperdicios y arrastres de materiales fabricados por el hombre.

Los aludes pueden ocurrir en las laderas de los cerros, en cuyo caso se trata de un flujo no canalizado, o pueden ocurrir en los cauces de las quebradas o torrentes como una secuencia de ondas u olas en cuyo frente se concentra el material más grueso

Los tamaños de los sedimentos arrastrados varían desde micrones (arcillas) hasta varios metros de diámetro (peñones) y los flujos pueden alcanzar altas velocidades entre 10 m/s (36 km/h) y 20 m/s (72 km/h) (véanse ejemplos en figura 9).

Figura 9.  
Foto aérea del río San José de Galipán y la población de Macuto en el estado Vargas



En estas imágenes se muestra el alud torrencial en el cauce principal (izquierda) e imagen ampliada del alud torrencial en una ladera del cerro en el sector La Veguita de Macuto en Diciembre, 1999 (derecha), que destruyó varias viviendas causando la muerte de 60 personas que allí se habían refugiado huyendo de la crecida del río el 16/12/99 (elaboración propia en base a foto aérea de DIGECAFA).

## Cómo se generan los aludes torrenciales

Los aludes comienzan generalmente con derrumbes y deslizamientos en pendientes empinadas cuyos suelos, al saturarse, se licúan y fluyen aguas abajo en las laderas de la montaña. El detonante principal es la lluvia sobre suelos previamente saturados. El material removido en las partes altas de la montaña constituye la fuente principal de sedimentos para la generación del alud torrencial, el cual viaja aguas abajo a través de

los canales y cañones de los torrentes, incorporando en su recorrido nuevo material sedimentario producto de la erosión de márgenes y del propio lecho del río, aumentando así su poder destructivo. Los aludes finalizan en las zonas más planas (abanicos aluviales) que se encuentran a la salida de la montaña, donde depositan su carga sólida pudiendo obstruir los cauces y ocasionar desbordes e inundaciones (figura 10).

Figura 10  
Efectos de diferentes tipos de aludes torrenciales, diciembre 1999



Alud torrencial con predominio de peñones, depositados en la urbanización Los Corales del estado Vargas (foto J.L. López)

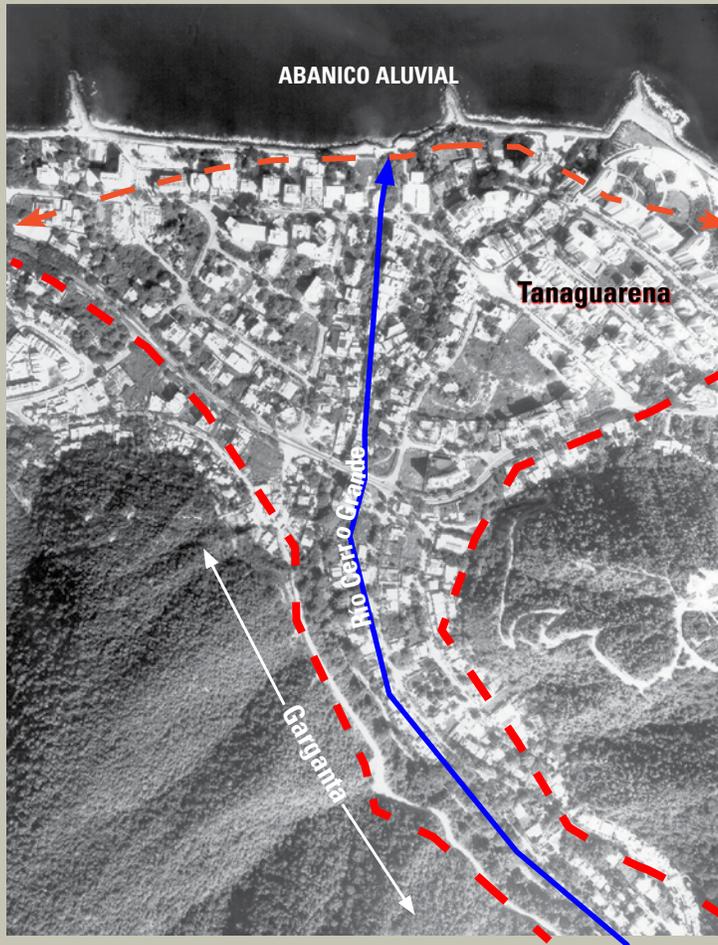


Alud torrencial con predominio de barro y escombros, depositados en Catucho en Caracas (foto autor desconocido)



Depósitos de sedimentos finos en Tanaguarena, estado Vargas  
(<http://www.plataformaurbana.cl/archive/2009/02/26/una-oportunidad-convertida-en-tragedia-plan-vargas/>)

Figura 11  
Fotografías aéreas del río Cerro Grande y la población de Tanaguarena, estado Vargas



Cerro Grande en 1998

Las fotos ilustran que el fenómeno ha sido recurrente en el pasado, por lo que una de las causas de la tragedia de 1999 ha sido la falta de preparación y educación de la población y de las autoridades, al ocupar o permitir la ocupación de un territorio que le pertenece al río.



Cerro Grande después del alud de 1951



Cerro Grande, alud torrencial de 1999  
(fuente: Cartografía Nacional y DIGECAFA)

## ¿Cómo se construye el riesgo al desastre?

La figura 11 de la izquierda muestra el abanico aluvial altamente urbanizado del río Cerro Grande en Tanaguarena (estado Vargas). La línea continua en el gráfico indica el curso principal del cauce; la línea punteada señala los límites y extensión del abanico aluvial y de la garganta del torrente. Las fotos abajo muestran los efectos de los aludes torrenciales ocurridos en 1951 y 1999 en la misma zona. Las manchas blancas indican acumulación de sedimentos. Los aludes de 1951 inundaron con sedimentos casi las mismas zonas que los de 1999. Sin embargo estas áreas fueron ocupadas y urbanizadas (ver foto 1998) sin tomar en cuenta el riesgo a que se estaban exponiendo los pobladores.

## Cómo mitigar los efectos de los deslizamientos y los aludes torrenciales

Para proteger a las comunidades se deben utilizar conjuntamente dos estrategias: las medidas estructurales y las medidas no-estructurales.

### 1. Medidas estructurales para el control de deslizamientos y aludes torrenciales

a. Trabajos de control de erosión en las partes altas de las cuencas, y de estabilización y consolidación de los cauces para disminuir el aporte de sedimentos mediante pequeñas obras de retención y protección de suelos, control de laderas y pendientes, reforestación, enfajinado, y obras de drenaje para estabilización de taludes.

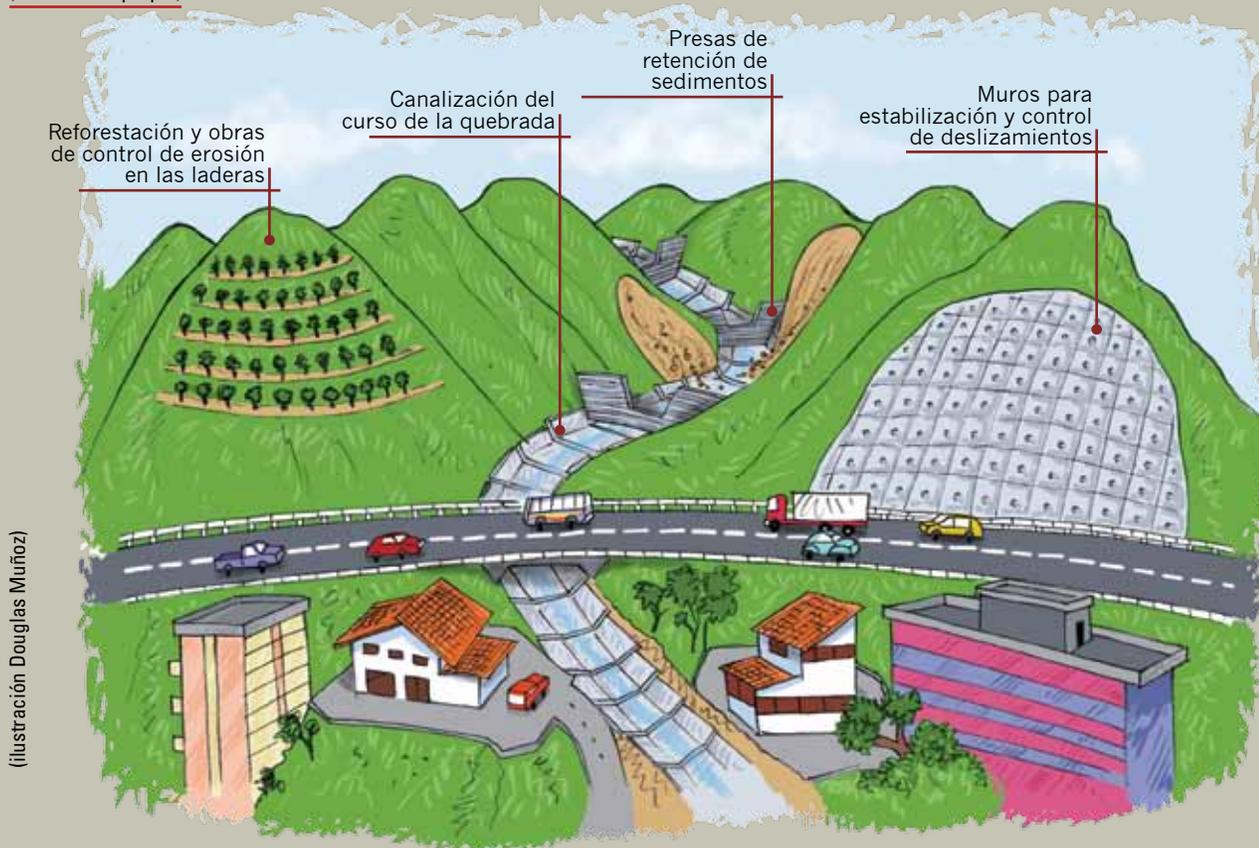
- b. Presas de retención de sedimentos que se construyen en los tributarios o en la garganta del torrente, cuya función es interceptar y atrapar el material sedimentario antes de que llegue a las zonas urbanas, pudiendo ser cerradas o abiertas, dependiendo del tipo y tamaño del material a retener (figuras 12 y 13).
- c. Obras de conducción que se construyen en los tramos inferiores y se utilizan para guiar y conducir los flujos desde las presas hasta un sitio seguro de descarga. Consisten en canalizaciones, diques y bermas, estructuras de caída, y obras de disipación de energía.

### 2. Medidas no-estructurales más apropiadas para el control de deslizamientos y aludes torrenciales

Buscan reducir la vulnerabilidad y minimizar las pérdidas humanas y económicas:

- a) ordenación del territorio y regulación del uso del suelo;
- b) instalación/implantación de redes de monitoreo hidrometeorológico y sistemas de alerta temprana;
- c) elaboración de planes de contingencia y evacuación de la población;
- d) plan de seguros;
- e) planes de educación y concientización de las comunidades, y
- f) fortalecimiento institucional.

Figura 12  
Medidas estructurales de prevención y mitigación de deslizamientos y aludes torrenciales (elaboración propia)



(ilustración Douglas Muñoz)

Figura 13  
Presas de retención de sedimentos construidas después de los aludes torrenciales de 1999 en el estado Vargas



Presas cerradas en Macuto (foto de J.L. López)



Presas abiertas en la quebrada Tacagua, Catia La Mar ( foto de M. Mengual)

**Muchos desastres, como el de Vargas, se han debido a la ocupación inadecuada de áreas inundables y a la ausencia de medidas de mitigación.**

La reglamentación en el uso de la tierra es un aspecto fundamental ya que limita el tipo y la cantidad del desarrollo en áreas de alto riesgo; para ello se pueden instrumentar normativas tendiendo a reforzar la infraestructura existente o regular su uso para disminuir la vulnerabilidad. Un flujo incluso extraordinario no causará

daños de importancia si el área afectada por la inundación no está ocupada por actividades humanas, o si éstas son de poco valor o no implican una presencia permanente de personas.

Las redes de monitoreo hidrometeorológico están conformadas por estaciones climatológicas o pluviométricas, para medición de la lluvia, y estaciones hidrométricas, para medición de los niveles del agua en los ríos. La información generada es vital para desarrollar los sistemas de alerta temprana que permitan avisar anticipadamente a la población sobre la posibilidad de ocurrencia de inundaciones y aludes torrenciales.

Detalle interior del equipo de almacenamiento y de transmisión de datos en tiempo real



- 1 - Módulo de memoria
- 2 - Equipo registrador
- 3 - Batería recargable
- 4 - Radio
- 5 - Sal higroscópica
- 6 - Regulador de voltaje
- 7 - Borneras de conexionado

Figura 14.  
Estación climatológica en la cuenca de San José de Galipán

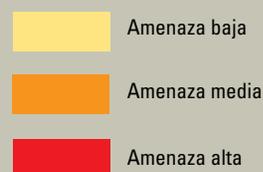


Vista de la estación climatológica

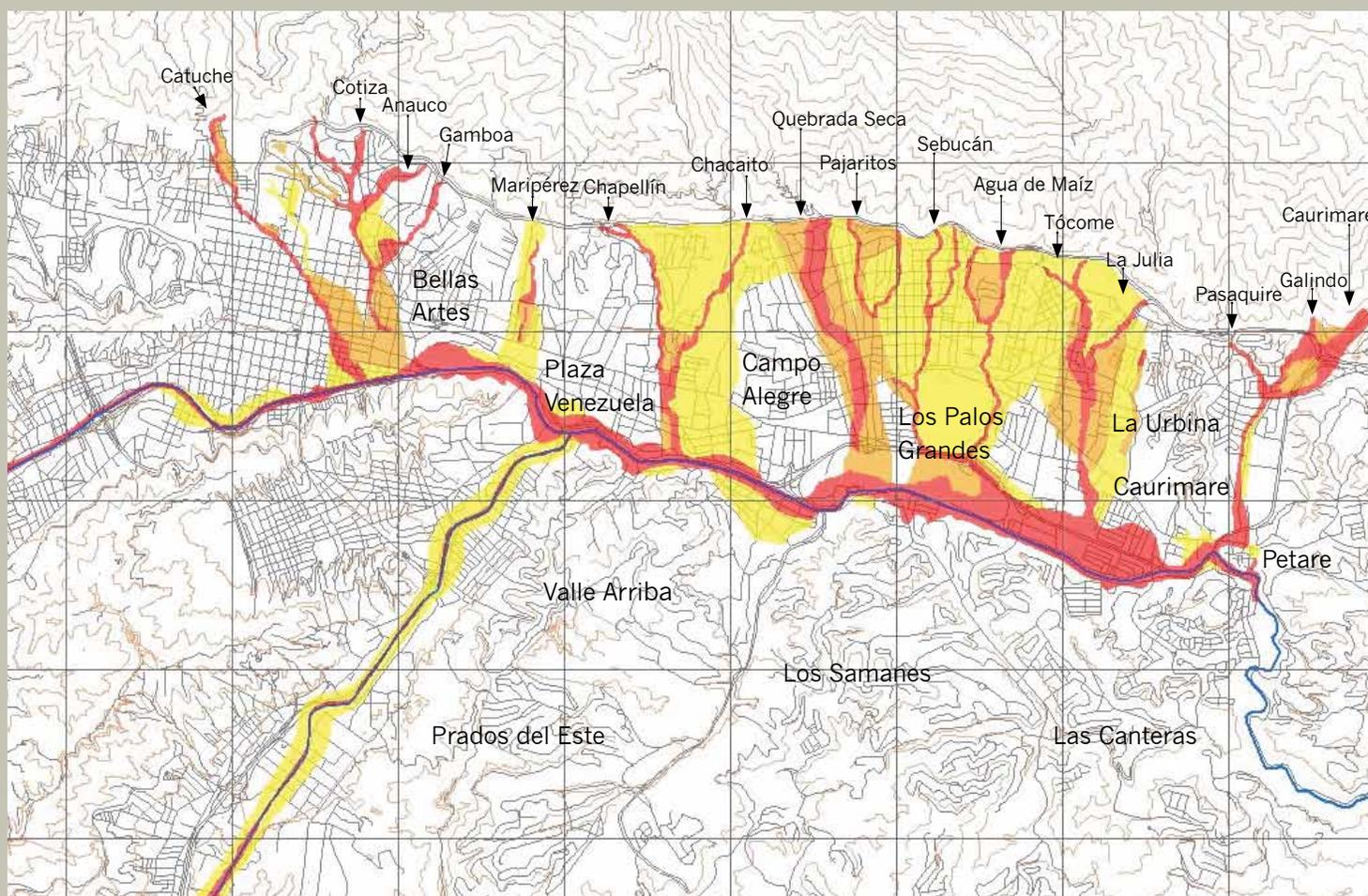
## Qué son los mapas de amenaza

En el valle de Caracas se han elaborado mapas de amenaza por inundaciones y aludes que identifican las áreas más críticas asociadas a las quebradas que drenan el macizo Ávila y el río Guaire (López, 2010). En el mapa 3 el color rojo indica amenaza alta, el naranja amenaza media y el amarillo amenaza baja.

**Los mapas de amenaza permiten representar gráficamente la extensión y el grado de peligro por ocurrencia de deslizamientos, inundaciones fluviales o aludes torrenciales en una zona determinada. Constituyen una herramienta esencial para regular el uso de la tierra.**



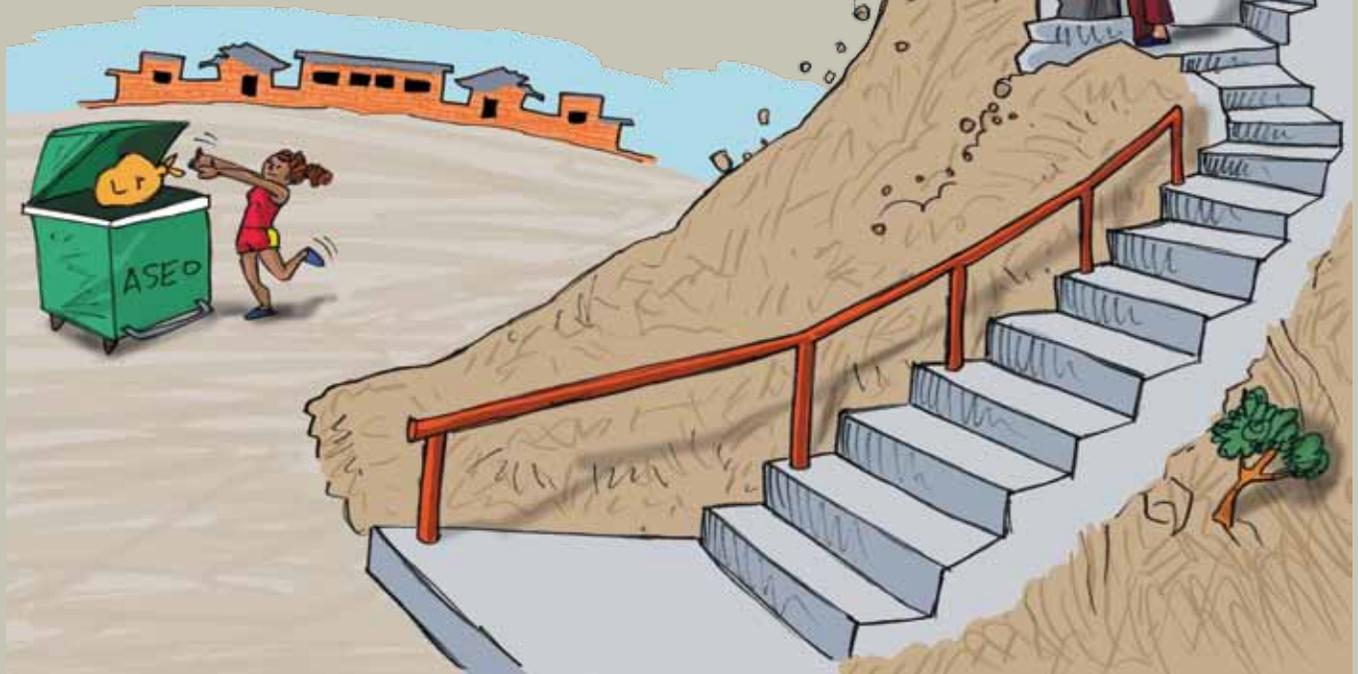
Mapa 3. Mapa de amenaza por inundaciones y aludes torrenciales en el valle de Caracas



Una gran parte de las urbanizaciones de la capital se han asentado en zonas amenazadas, constituidas por los abanicos aluviales de las quebradas y las riberas del río Guaire.

## Qué hacer si usted vive cerca de colinas empinadas

- Trate de familiarizarse con los terrenos alrededor de su vivienda. Averigüe si han ocurrido derrumbes o deslizamientos en el pasado.
- Vigile y esté pendiente de rasgos que puedan indicar algún movimiento del suelo en los terrenos o colinas cercanas, tales como grietas en las paredes, pisos y pavimentos, fisuras en el terreno, y árboles o postes inclinados cuesta abajo.
- Evite hacer cortes o rellenos en terrenos de pendiente fuerte si no se han hecho los estudios necesarios de suelos, y no excave en la base de laderas empinadas. Evite también la tala y la quema que reducen la capa protectora del suelo y contribuyen a aumentar el poder erosivo del agua.
- Observe los patrones de drenaje en los taludes cercanos y note especialmente los lugares donde la escorrentía converge, incrementando los flujos sobre los suelos de las laderas. En caso de ser necesario busque asesoramiento para construir zanjas, canales interceptores y torrenteras para conducir las aguas de lluvia fuera de los taludes desprotegidos.
- No acumule basura o desechos sólidos en laderas con pendiente ya que pueden ser arrastrados aguas abajo por las lluvias y terminar obstruyendo los sistemas de drenaje (sumideros y alcantarillas).
- Manténgase vigilante si llueve fuerte por más de 4 horas seguidas, actúe con prudencia y aléjese de su vivienda a un sitio seguro mientras pasa la tormenta.



(ilustración Douglas Muñoz)

## Qué hacer si usted vive cerca del cauce de un río o quebrada

- Preste atención a la presencia de escombros y a la acumulación de sedimentos en el cauce. Colabore en la limpieza del cauce extrayendo y removiendo la basura y desperdicios.
- Infórmese con los vecinos y autoridades locales si han ocurrido inundaciones en el pasado.
- Manténgase alerta ante cualquier cambio en los niveles y turbidez del flujo, sobre todo cuando el nivel del agua se incrementa rápidamente.
- Si el caudal del agua se interrumpe o desciende bruscamente, a pesar de que esté lloviendo, puede ser un indicativo de que el flujo se ha represado aguas arriba y pudiera estar originándose una creciente repentina o un alud torrencial.



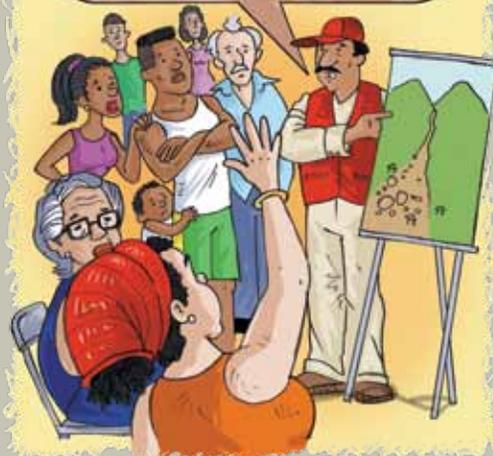
(ilustración Douglas Muñoz)



## Qué pueden hacer las comunidades

- Organícense en su comunidad para crear un comité local para la gestión del riesgo. El comité debe comenzar por evaluar las amenazas naturales en la zona donde habita, así como la vulnerabilidad de las viviendas existentes. Busque apoyo en las autoridades locales y en la protección civil de su estado o municipio.
- Prepare en conjunto con los miembros de la comunidad un sistema de alerta y un plan de contingencia, estableciendo vías de evacuación y sitios seguros para buscar refugio en caso de emergencia.
- El sistema de alerta comunitario debe contemplar el monitoreo de los niveles del agua de la quebrada (en caso de estar cerca) y de la

- cantidad de lluvia precipitada. Para ello pueden utilizarse pluviómetros caseros, tales como los construidos por el Departamento de Hidrometeorología de la Universidad Central de Venezuela, y reglas o miras para medir los niveles del agua en el cauce.
- Si vive cerca de donde se hayan construido obras de mitigación (presas o diques de control de sedimentos, canalizaciones, muros de contención, etc.), deben contemplarse inspecciones periódicas a las obras para verificar su estado de funcionamiento, problemas de erosión, grado de sedimentación, o daños existentes.



## Glosario de términos

### *Abanicos aluviales*

Son zonas de pendiente suave en forma de cono o abanico que se encuentran a la salida de la montaña, creadas en el transcurso de tiempo por la deposición de los sedimentos erosionados en la montaña.

### *Aludes torrenciales*

Son flujos con altas concentraciones de sedimentos que se generan en zonas montañosas de pendientes pronunciadas y que están compuestos principalmente por agua, barro, arena, grava, rocas, árboles y grandes restos de vegetación, pero también pueden estar conformados por todo tipo de desperdicios y arrastres de materiales fabricados por el hombre.

### *Bermas*

Diques laterales que se construyen en las márgenes de un cauce fluvial para proteger contra los desbordes del río.

### *Cárcavas*

Canal profundo cortado sobre por el escurrimiento o flujo de agua concentrado sobre una superficie o terreno inclinado.

### *Crecientes de los ríos*

Proceso natural donde el flujo de un río o quebrada se incrementa debido usualmente a la ocurrencia de lluvias intensas en la cuenca.

### *Cuenca hidrográfica*

Es una unidad territorial delimitada por las divisorias de aguas superficiales que convergen hacia un mismo cauce donde se concentran las aguas de lluvia y se generan los flujos del río o quebrada.

### *Deslizamientos*

Son desplazamientos de masas de tierra, rocas y vegetación de una ladera en pendiente, que pueden ocurrir en forma lenta o rápida, presentándose sobre todo en época lluviosa o durante períodos de actividad sísmica.

### *Enfajinado*

Pequeñas obras para protección mecánica contra la erosión en laderas y taludes. Consisten en toda clase de ramas, arbustos, estacas y alambre colocados sobre el terreno.

### *Erosión*

Proceso físico mediante el cual se produce la remoción o erosión de las partículas del suelo, ya sea en el lecho de un cauce, en planicies aluviales o en laderas de montaña, por la acción del flujo de agua o aire.

### *Escorrentía*

Flujo de agua superficial que escurre sobre un área determinada.

### *Geomorfología*

Ciencia que estudia las formas de la tierra y los procesos que moldean la superficie terrestre.

### *Mapas de amenaza por inundaciones y aludes torrenciales*

Representaciones gráficas de la extensión y el grado de peligro por ocurrencia de deslizamientos, inundaciones fluviales o aludes torrenciales en una zona determinada. Constituyen una herramienta esencial para regular el uso de la tierra.

### *Pendiente*

Es una medida de la inclinación del cauce de un río, quebrada, talud o ladera de un cerro. Puede medirse en grados, en porcentaje o en relación L:1, en la cual L es la distancia horizontal que corresponde a una unidad de distancia vertical.

Ejemplo: Pendiente = 45°, 100%, o 1:1.

### *Periodo de Retorno o de Recurrencia*

El número promedio de años que transcurre entre la ocurrencia de dos eventos iguales. Por ejemplo, una tormenta de 100 años de periodo de retorno es aquella que ocurriría, en promedio, una vez cada 100 años.

### *Planicie Aluvial*

Zonas planas o de muy baja pendiente, adyacentes a los cauces fluviales, conformadas por los materiales sedimentarios que arrastra el río.

### *Sedimentación*

Proceso físico mediante el cual se produce la sedimentación o deposición de las partículas del suelo arrastradas por una corriente fluvial o por un escurrimiento superficial.

### *Subsidencia*

Proceso de hundimiento del suelo o terreno debido a la extracción de petróleo o agua del subsuelo, o a la excavación de galerías subterráneas.

### *Torrenteras*

Canales, conformados usualmente por escalones, para conducir las aguas de lluvia en taludes empinados y en zonas de fuerte pendiente.

### *Torrentes*

Corrientes de agua en regiones montañosas de cuencas reducidas y pendientes fuertes, mayores al 5%, donde las crecientes se manifiestan repentinamente acompañadas de procesos marcados de erosión, transporte y deposición de sedimentos.

## Referencias bibliográficas

Córdova, J.; González, M. (2007). "Hidrografía, cuencas y recursos hídricos", en: Geo Venezuela 2 : Medio físico y recursos ambientales, Cap. 14. Fundación Polar. Caracas.

López, J. L. (Edit.) (2010). "Lecciones aprendidas del desastre de Vargas". Instituto de Mecánica de Fluidos, Facultad de Ingeniería, UCV/ Fundación Polar. Caracas.

MARNR-Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales Renovables (1984). "Áreas inundables y sus posibilidades de saneamiento", Serie de Informes Técnicos DGSP/A/IT/162. Caracas.

MARNR-Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales Renovables (2000). "Desastre natural ocurrido en el Estado Vargas durante el mes de diciembre de 1999", Dirección de Cuencas Hidrográficas. Enero 2000. Caracas.

Milton, D. (2005). "Manejo integral de la Cuenca Tacagua - Lineamientos para una estrategia", Seminario Control de Inundaciones en Ríos de Montaña. Corpovargas, 12 de mayo 2005.

Zinck, A. (1982). "Ríos de Venezuela". Cuadernos Lagoven S.A. Caracas.

## Índice de contenido

Presentación <i>Víctor H. Cano P.</i>	p. 3
Cuenca hidrográfica	p. 6
Principales cuencas hidrográficas de Venezuela	p. 6
Características más importantes de los ríos venezolanos	p. 7
Causa de las inundaciones fluviales	p. 8
¿Qué son las planicies de inundación?	p. 8
¿Cómo se mide la magnitud de una creciente?	p. 8
Papel del hombre en agravar el problema de las inundaciones	p. 9
¿Dónde ocurren las inundaciones fluviales?	p. 10
Cómo reducir los efectos de las inundaciones fluviales	p. 11
Qué son los torrentes	p. 12
Qué son los abanicos aluviales	p. 12
Qué son los deslizamientos	p. 14
Qué son los aludes torrenciales	p. 15
Cómo se generan los aludes torrenciales	p. 16
¿Cómo se construye el riesgo al desastre?	p. 17
Cómo mitigar los efectos de los deslizamientos y los aludes torrenciales	p. 18
Qué son los mapas de amenaza	p. 20
Qué hacer si usted vive cerca de colinas empinadas	p. 21
Qué hacer si usted vive cerca del cauce de un río o quebrada	p. 22
Qué pueden hacer las comunidades	p. 23
Glosario de términos	p. 24
Referencias bibliográficas	p. 26

De este fascículo se imprimieron 500 ejemplares en Caracas (Venezuela), en los talleres de la Imprenta Nacional, en el mes de julio de 2012. Para su diagramación se usaron fuentes de la familia News Gothic Mt, Mekanik Bitmapped y Universal LTDtd.