

**Capítulo I**  
**LAS AMENAZAS NATURALES**  
**Y SUS EFECTOS**

# 1. LA ACTIVIDAD SISMICA

## A. DESCRIPCION

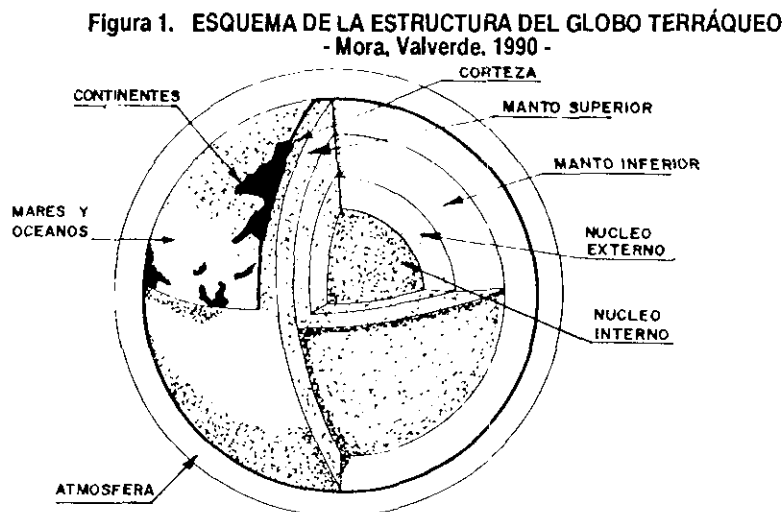
El conocimiento científico establece que la tierra se puede dividir, de manera simplificada, en tres capas concéntricas. La capa más profunda se denomina núcleo, la cual está dividida en núcleo interno y núcleo externo.

El interno se compone de metales pesados en estado sólido y el externo se comporta como un fluido a muy altas temperaturas y presiones. *Figura 1.*

La capa intermedia, denominada manto, es sólida y se caracteriza por presentar en su

parte superior una zona en estado viscoso, capaz de deformarse y fluir plásticamente, llamada astenosfera.

Finalmente existe una pequeña capa de un espesor promedio de 35 Km, la cual es rígida y prácticamente flota sobre la astenosfera, la que recibe el nombre de corteza. Esta corteza aunque es rígida, se deforma, se pliega y fractura por fuerzas que le son transmitidas de la parte superior del manto, ayudando a conformar los rasgos de la superficie terrestre actual.



Uno de los resultados más importantes de esta transferencia de energía proveniente de las capas internas del planeta a la superficie, es la división de la corteza en una serie de placas tectónicas (*similar a una bola de fútbol*), las cuales se mueven unas respecto a otras.

Estos movimientos entre placas, generan directa o indirectamente la acumulación de esfuerzos en algunas regiones del planeta. Cuando estos esfuerzos llegan a ser lo suficientemente grandes, se produce la liberación súbita de energía que se traduce en un movimiento sísmico.

## B. LOS FENOMENOS SISMICOS

En este sentido puede definirse un sismo como la manifestación de la energía interna de nuestro planeta, liberada en forma de ondas sísmicas.

## C. GENERACION DE EVENTOS SISMICOS

Existen cuatro mecanismos de generación de eventos sísmicos y que son los siguientes<sup>1</sup>:

### a. *Eventos de interplaca*

Se generan en las zonas de contacto de las placas tectónicas.

### b. *Eventos de intraplaca*

Su origen se da dentro de las placas tectónicas, en las denominadas fallas locales.

### c. *Sismos volcánicos*

Se producen como consecuencia de la actividad propia de los volcanes, y por lo general son de pequeña o baja magnitud y se limitan al aparato volcánico.

### d. *Sismos provocados por el hombre*

Son originados por explosiones o bien por colapso de galerías en grandes explotaciones mineras.

En Costa Rica, la actividad sísmica se ha convertido en uno de los fenómenos naturales más temidos por la población debido principalmente a la gran destrucción que éstos han provocado en el medio y su alta incidencia, especialmente en los últimos años.

## D. EFECTOS SISMICOS

Los efectos más comunes provocados por los eventos sísmicos en el país son los siguientes:

### a. *Destrucción de viviendas*

La destrucción de viviendas puede considerarse como el efecto de mayor impacto y con un alto costo social para la población.

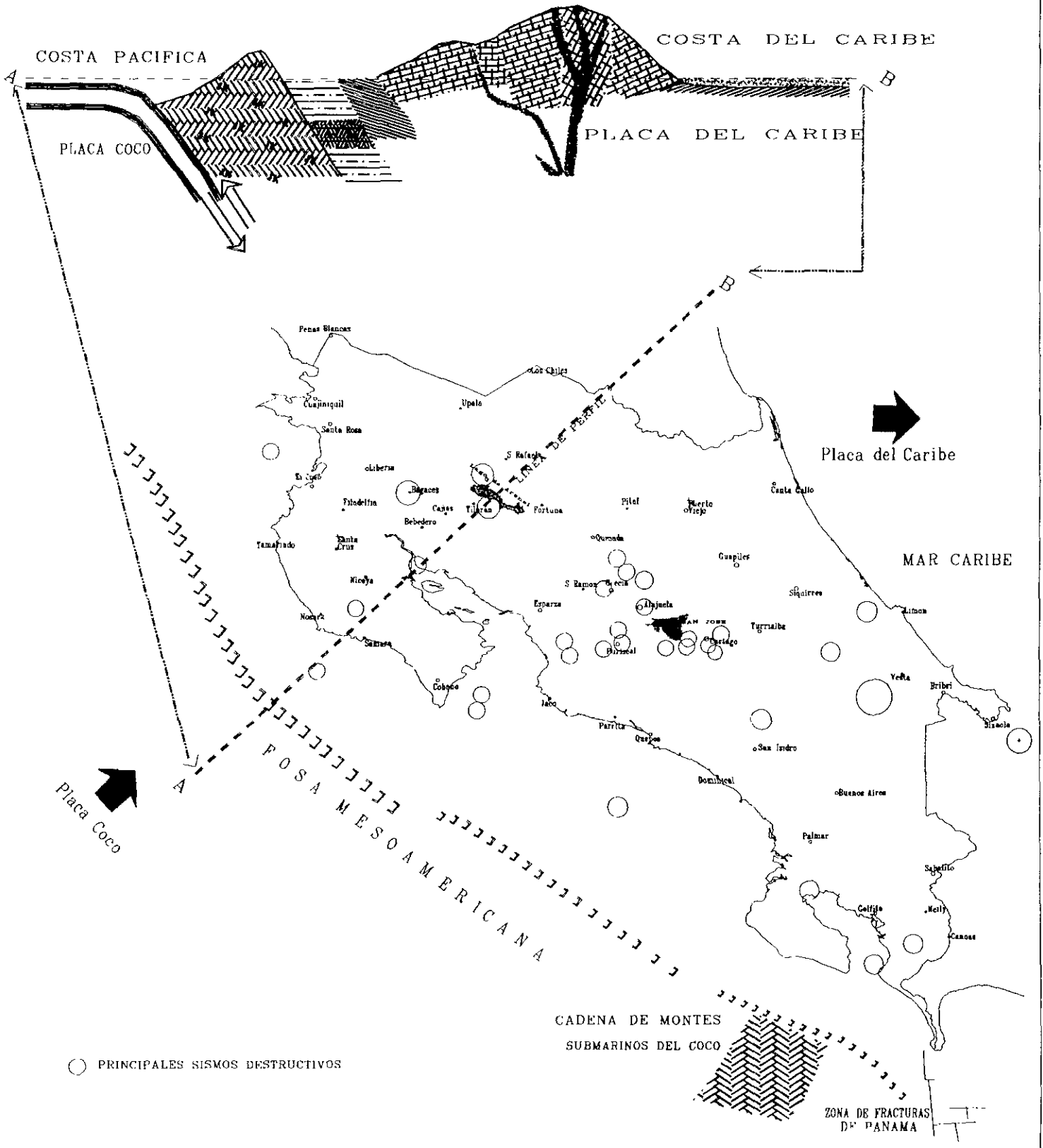
La mayoría de los daños se presentan debido a una deficiente práctica constructiva tanto en el diseño como en el proceso constructivo, especialmente por la calidad de los materiales utilizados, así como también por los problemas derivados de la escogencia del sitio y que en algunos casos no son los mejores suelos para resistir los eventos sísmicos.

El número de viviendas dañadas en los sismos más importantes, llegó a contabilizar varios miles. Por ejemplo, en el sismo de Limón en abril de 1991, resultaron afectadas, en diferente grado un total de 10.162 viviendas, según un informe de la Comisión Nacional de Emergencia sobre daños por efectos del terremoto.

1. Ver mapa N° 1 de la situación de Placas Coco-Caribe en Costa Rica

# Mapa N° 1 Situación de Placas del Coco-Caribe en Costa Rica

PERFIL LONGITUDINAL



b. *Destrucción de la infraestructura*

—*Carreteras, líneas vitales y puentes*—

Además de los inconvenientes que generan durante la atención de los desastres, la destrucción de las vías de comunicación terrestre causan un impacto importante en la economía al impedir el transporte eficiente de productos así como el intercambio de bienes y servicios con la región afectada. Dado el alto costo de reparación de esta infraestructura, y la complejidad de este proceso se generan problemas que permanecen por años después de producido el evento. Por ejemplo, la carretera interamericana sur, maltratada por el evento de Pérez Zeledón, en 1983. En el sismo ocurrido en Limón durante 1991, 309 Km de caminos y carreteras fueron afectados y 5 puentes quedaron completamente destruidos.

c. *Daños diversos al suelo*

Por las características de algunos de nuestros suelos (*arenosos, aluviales*) esta clase de fenómenos se presentan con mucha frecuencia, causando problemas importantes a nivel de infraestructura, líneas vitales y a la actividad agrícola. Los daños más importantes han sido fracturas, asentamientos, licuefacción (*el terreno se comporta como arenas movedizas o bien presenta eyección de lodo de manera súbita*).

Costa Rica, —una franja continental entre dos mares— tiene un porcentaje importante de su superficie en regiones costeras, las cuales en su gran mayoría están conformadas por suelos arenosos y saturados de agua. Esta condición hace a estas regiones especialmente vulnerables a los fenómenos de licuefacción, lo cual es muy importante de considerar en proyectos

turísticos y otro tipo de obras.

d. *Deslizamientos o derrumbes*

Permanentemente sus efectos causan graves daños a la ecología, viviendas, edificios, carreteras, puentes, líneas de transmisión eléctrica, etc. Estos efectos se siguen manifestando aún varios años después de haber ocurrido el evento y de ellos se pueden citar varios ejemplos:

Tilarán, 1973;

Pérez Zeledón, 1983;

Limón, 1991<sup>2</sup>.

e. *Tsunamis o maremotos*

Se pueden generar por emanaciones volcánicas submarinas, o grandes deslizamientos en el fondo del mar, aunque también la mayoría de estos fenómenos se originan por eventos sísmicos de gran magnitud con epicentro en el fondo del mar.

Estos llegan a provocar olas que alcanzan alturas hasta de 25 m. y velocidades de 1000 kp/h.

Sus efectos en áreas costeras generan a veces, desastres en vastas áreas, ubicadas inclusive a varios kilómetros de la costa, especialmente cuando estas regiones afectadas son planas.

En América Central el único registro que se tiene de un maremoto es el del 1° de setiembre de 1992. Afectó principalmente la costa pacífica de Nicaragua, a lo largo de 250 km. de playa. El evento se originó a consecuencia de un sismo de magnitud 7.0 en la escala Richter y cuyo epicentro se localizó a 75 Km. al suroeste de las costas

2. Ver cuadro N° 1

del poblado de Tránsito. Las olas alcanzaron hasta 5 m. de altura y penetraron en el continente hasta 350 m, con respecto a la marea alta normal. La mayor cantidad de daños se presentaron en aquellas infraestructuras cercanas, y al mismo nivel de esteros y desembocaduras de ríos. Además, según la forma de la bahía y de la existencia o no de formaciones rocosas frente a la costa, se produjeron fenómenos de resonancia y amplificación de ondas, lo que hizo aumentar aún más los daños.

#### E. DIVISION DE REGIONES SISMICAS

Según los datos de sismicidad existentes, el país se ha dividido en tres regiones sísmicas.

##### a. *La Región ubicada en el Borde de la Costa Pacífica*

Se extiende a todo lo largo de esta costa y se caracteriza por la incidencia directa del choque de las placas Coco-Caribe.

Los eventos sísmicos pueden alcanzar, en algunos casos, magnitudes altas —en 1950 hasta una magnitud de 7.7 — pero tienen la ventaja que sus epicentros están alejados de lugares de concentración poblacional y a una mayor profundidad (mayores a 20 Km). Dentro de esta región ocurrieron los siguientes sismos :

1916:  $M^3 = 7.0$ , Frente a playas del Coco,  
 1924:  $M = 7.0$ , Terremoto de Orotina,  
 1950:  $M = 7.7$ , En la desembocadura del río Tempisque,

1983:  $M = 7.3$ , Terremoto de Osa, Golfito.

##### b. *La Región Interior del País —Valles y Serranías—*

Incluye la mayoría de las regiones interiores del país. Se caracteriza por presentar eventos de magnitudes catalogadas de moderadas a bajas (*menores a 6.5*), con focos superficiales (*menos de 20 Km*).

Dado que en esta región se encuentra la mayor concentración poblacional del país y tomando en cuenta la cercanía de los epicentros. Estos eventos son los que han causado mayores daños en la historia del país, tales como:

1888: Terremoto de Fraijanes,  
 1910:  $M = 5.5$ ; Terremoto de Cartago,  
 1911: Terremoto de Toro Amarillo,  
 1952: Terremoto de Patillos, faldas del volcán Irazú,  
 1973:  $M = 6.5$ ; Terremoto de Tilarán,  
 1983:  $M = 6.1$ ; Terremoto de Pérez Zeledón,  
 1990:  $M = 5.8$ ; Terremoto de Alajuela,  
 1991:  $M = 7.5$ ; Terremoto en el sur de Limón.

##### c. *La Región Norte del País y Llanuras del Atlántico*

Presenta la actividad sísmica más reducida y aislada del país.

**Cuadro 1**  
**Principales sismos generadores de deslizamientos y avalanchas**

FECHA	LOCALIDAD	INTENSIDAD (*)	COMENTARIOS
30-Dic-1888	Fraijanes	VII-VIII	Deslizamientos y avalanchas en los ríos Poás y Tambor
10-Oct-1911	Guatuso	VIII	Deslizamientos en la Cordillera de Tilarán
29-Ago-1911	Bajos de Toro	VII	Deslizamientos en Fila Gorrión, Colonia de Toro
06-Jun-1912	Sarchí Bajos del Toro	VII	Deslizamientos en Fila Gorrión, Bajos de Toro Grecia, Sarchí, varios muertos
04-Mar-1924	Orotina	IX-X	Deslizamientos en el Aguacate y Turrubares. Destrucción de línea férrea y casas
30-Dic-1952	Patillos	VII	Vastas áreas afectadas, caminos destruidos, avalanchas en ríos Blanco y Sucio. 21 muertos
01-Sep-1955	Bajos del Toro	VIII	Deslizamientos, avalanchas, casas dañadas en cuenca río Segundo, 10 muertos
14-Abr-1973	Tilarán	VIII-IX	Deslizamientos, casas y caminos destruidos varios muertos (22, sin verificar)
03-Jul-1983	Pérez Zeledón Buenavista	VIII-IX	Deslizamientos, daños en la carretera Interamericana Sur y caminos vecinales
22-Abr-1991	Limón	IX-X	Deslizamientos en la cuenca de los ríos Banano, Estrella, Chirripó y Telire
30-May-1990 30-Jun-1990	Puriscal	VII	Cientos de pequeños deslizamientos, algunos afectaron viviendas
22-Dic-1990	Piedras Negras	VIII-IX	Deslizamientos y derrumbes sobre caminos vecinales

Fuente: Mora y Morales

(\*) La intensidad se refiere al grado de daños que provoca el evento sísmico, mientras que la magnitud se refiere a la energía liberada en un evento determinado.

## 2. ACTIVIDAD VOLCANICA

### A. DESCRIPCION

La actividad volcánica, al igual que la sísmica, es la manifestación de la liberación de energía acumulada en el interior del planeta.

### B. ORIGEN

En nuestro país, la actividad volcánica es el resultado de la fricción entre las placas Coco y Caribe, lo cual causa que las rocas de la corteza se fundan parcialmente. Este material en estado de fusión -*magma*- junto con los gases contenidos en ella, tiende a ascender hacia la superficie a través de grietas o zonas de debilidad, originando focos de emisión volcánica. *Figura 2.*

De lo anteriormente dicho se deduce que los aparatos volcánicos se forman por la acumulación de materia propia de su actividad depositada sobre la superficie del planeta.

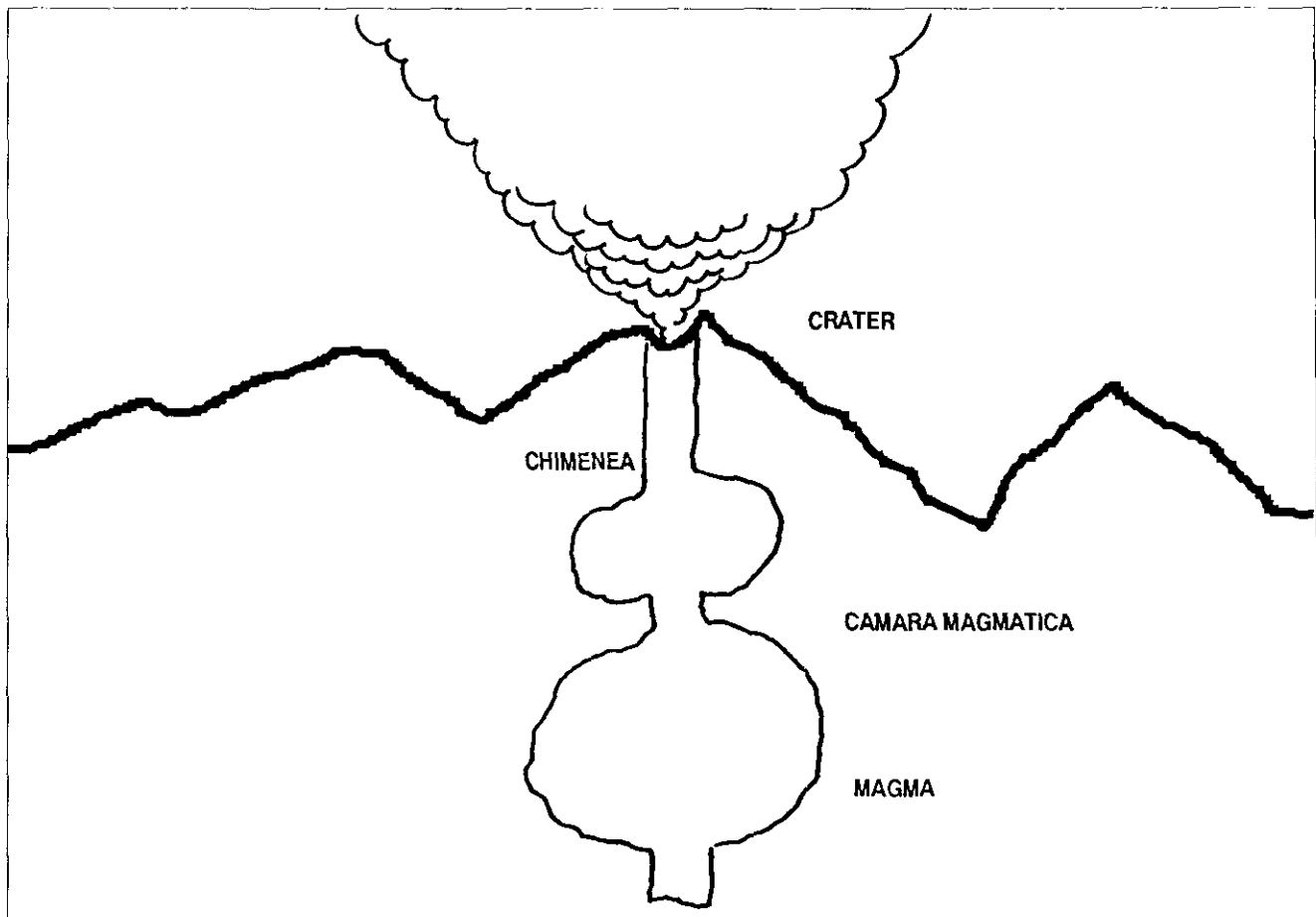
Estos productos volcánicos se pueden dividir en tres grandes grupos:

#### a. *Líquidos: Flujo de lava*

Están formados por rocas en estado de fusión, las cuales fluyen por las bocas o focos eruptivos y descienden por los flancos de los aparatos volcánicos siguiendo la topografía del terreno.

En 1968, el Volcán Arenal entró en una nueva fase eruptiva, desde entonces ha

Figura 2. ESQUEMA SIMPLIFICADO DE LA ESTRUCTURA DE UN VOLCAN





mantenido continuas erupciones explosivas con emanación de lavas, junto con cenizas, gases y vapores<sup>4</sup>.

En el caso de los volcanes de la Cordillera Volcánica Central, no hay registros de coladas de lava en las distintas Epocas Históricas, sin embargo existen evidencias muy importantes en tiempos geológicamente recientes.

Entre las amenazas más importantes asociadas a los flujos de lavas se pueden destacar<sup>5</sup>:

- Cubrimiento de la superficie por la que avanza el flujo.
- Incendios que produce a su paso.
- Destrucción de infraestructuras existentes al paso del flujo de lava.

*b. Fragmentarios: Flujos de fragmentos de roca caliente —piroclastos—*

Son fragmentos de rocas calientes de muy diversos tamaños y envueltos en gases. Estos piroclastos al desplazarse como un fluido por las laderas de los volcanes, pueden alcanzar temperaturas de varios cientos de grados y velocidades entre los 50 y 150 Km/h dependiendo de la topografía, volumen del material y cercanía del punto de emisión<sup>5</sup>.

Históricamente sólo se ha presentado un evento de este tipo y es la erupción del Volcán Arenal en 1968. Sin embargo en la historia geológica de nuestro país, grandes extensiones de tierra han sido cubiertas por materiales formados por este tipo de fenómeno volcánico en el Valle Central, Palmares y Liberia

4. Paniagua y Morales, 1987

5. Miller, 1978 en Paniagua y Morales, 1987

Los efectos más comunes que generan son:

- Entierran e incineran todo lo que encuentran a su paso.
- Provocan la asfixia de personas, plantas y animales.

*c. Gaseosos: materia de proyección aérea —tefra—*

Así se denomina a la materia que es lanzada por la erupción y que se deposita luego de viajar por el aire una determinada distancia. Los fragmentos más gruesos de esta materia no se desplazan muy lejos, en tanto los más finos son transportados por el viento a grandes distancias. Volúmenes importantes de ellos han sido expulsados por todos los aparatos volcánicos activos de nuestro país. Naturalmente los efectos negativos por lo general son más severos cerca del volcán y decrecen según se incrementa la distancia. El mayor daño, se produce por el depósito de capas delgadas de materia fina (cenizas), y que afectan sobre todo a la actividad agropecuaria, como sucedió en 1963 con la erupción del Volcán Irazú.

Este tipo de actividad produce:

- Dificultades en la respiración y oscurecimiento en horas del día.
- Interrupción del transporte y la comunicación.
- Daños a la maquinaria, las viviendas y a la vegetación.
- Acumulaciones importantes de materia que pueden originar posteriores avalanchas de lodo en los ríos.
- Contaminación de las aguas.

**C. EFECTOS SECUNDARIOS**

*a. Corrientes de Lodo —Lahares—*

Estos flujos de lodo están formados por frag-

mentos de rocas, cenizas y sedimentos que contienen una gran cantidad de agua, fluyen por las pendientes en los flancos del volcán y a lo largo de valles fluviales. Pueden generarse por fuertes lluvias o desbordamientos de lagos volcánicos. Las corrientes de lodo junto con los flujos de piroclastos son los fenómenos más destructivos de la actividad volcánica.

En 1963, durante la erupción del volcán Irazú y luego de una semana de fuerte temporal, descendió por el cauce del río Reventado una corriente de lodo y rocas causando la muerte de 20 personas, además de graves daños materiales en la región de Taras, Cartago.

Más recientemente, en 1991, se formaron lahares (*o flujos de lodo*), a consecuencia de una erupción y flujos en los cauces de los ríos Pénjamo y Azul, que destruyeron puentes y mantuvieron incomunicada a la población de Buenos Aires, Provincia der Alajuela.

Los daños más significativos son:

- La destrucción de infraestructura ubicada sobre o al margen de los ríos afectados, o en sus planicies de inundación.
- El cubrimiento de infraestructura.

- Personas arrastradas.
- Relleno de topografía.
- Daños a la ecología

#### b. *Emanación de Gases*

Afectan sobre todo el área cercana al cráter volcánico, aunque en algunos países han causado daños hasta a 30 Km de distancia del punto de emisión. Los gases expulsados, dada su constitución química (CO<sub>2</sub>, CO, SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, HCL y HF), pueden ser dañinos para la vida vegetal y animal. Afectan el sistema respiratorio de las personas, y en el caso de las viviendas producen corrosión de techos, verjas, canoas, bajantes, clavos, etc. y elementos estructurales como vigas, columnas, cerchas de acero, etc.

El volcán Poás es un buen ejemplo de esta clase de fenómeno, pues su emanación afecta vastas extensiones agrícolas del norte de Sarchí y Grecia.

#### D. FOCOS VOLCANICOS EN COSTA RICA

En Costa Rica, existen más de 200 focos volcánicos distribuidos en prácticamente todo el país, de los cuales solamente seis han presentado registro histórico de su actividad. *Cuadro N°. 2.*

**Cuadro N° 2**  
**Situación volcánica en Costa Rica**

<b>VOLCAN</b>	<b>LOCALIZACION</b>	<b>POBLACIONES ALEDAÑAS</b>	<b>PERIODOS Y TIPO DE ACTIVIDAD</b>
Rincón de la Vieja	24 Km. al N.O. de Liberia	Dos Ríos, Buenos Aires, Cañas Dulces, Curubandé, Colorado, San Jorge, etc.	1851, arrojando humo; 1860, actividades esporádicas; 1863, erupción corta de vapor y ceniza; 1912 y 1922 erupciones con fuerte emanación de vapor y actividad fumarólica; 1966, 1967, 1969, 1970, 1983 y 1984 actividad fuerte; 1991, última erupción importante con lanzamiento de cenizas, fragmentos y gases, avalanchas de lodo por los ríos Pénjamo y Azuí, población de Buenos Aires incomunicada.
Arenal	7 Km. al S. de Fortuna	La Guaria, Palma, Río Chiquito, Cabeceras de Cañas, Unión, Las Nubes de Río Chiquito, etc.	1968, violenta explosión, emisión de gases, cenizas, lavas, lanzamiento de bloques hasta 10 m. diámetro a distancias de hasta 5 Km. Corrientes de lava por el río Tabacón; 1975, avalanchas ardientes por el Valle del río Tabacón. Desde 1968, se mantiene esta actividad.
Poás	19 Km. al N. de la Ciudad de Alajuela	San Pedro de Poás, Sabanilla, Itiquis, Guadalupe, Roble, Cerilla, Bajos del Toro, Sta. Bárbara, Cinco Esquinas, Parasito, Sarchí, Fraijanes, Barbacoa, Colonia del Toro, San Rafael, Cinchona, San Roque, San Miguel, Grecia, Santa Gertrudis, Carrillos, etc.	Erupciones en 1751, 1783, 1834, 1880, 1905 y 1910 (gran erupción de lodo, gases, bloques y cenizas). Estas se han distinguido por continuas y frecuentes explosiones de gases, fragmentos de rocas de diferente diámetro (desde cenizas hasta bloques). Actualmente la actividad se caracteriza por una intensa emanación de gases y sismicidad leve.
Barva	14 Km. al N. de la Ciudad de Heredia	Cinco Esquinas, Roble, Birrí, San José de la Montaña, San Rafael, San Rafael, Vara Blanca, San Isidro, San Jerónimo, etc.	1770 a 1776, se presentó en el río Itiquis una avalancha de lodo (Frantzius, 1961 en Alvarado 1985). También se ha presentado actividad residual o secundaria en las estribaciones al norte (Alvarado, 1985).
Irazú	17 Km. al N.O. de la Ciudad de Cartago	LLano Grande, Tierra Blanca, Cot, Pacayas, Capellades, Pastora, etc	Erupciones en 1723, 1726, 1821, 1822; actividad entre 1844 y 1847; actividad en 1911, 1917, 1920; erupciones entre 1954 y 1957; erupción muy prolongada entre 1963 y 1965, cenizas transportadas por viento a poblaciones al oeste y suroeste a cultivos y poblaciones. Sectores aledaños al cauce del río Reventado devastados.
Turrialba	24 Km. al N.O. de Turrialba	Capellades, Naranjo, Maravilla, Santa Cruz, Cimarrones, Bajos de Bonilla, Guayabo, Sauce, etc.	Períodos de actividad similares a la presentada por el Volcán Irazú, en los años 1847, 1853, 1864-1866. Actualmente, presenta emanaciones de gases (CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> S y vapor de agua), con depósitos de azufre.

### 3. INESTABILIDAD DE LADERAS —Deslizamientos—

Los deslizamientos se definen como el movimiento lento o rápido, pendiente abajo, de la parte superficial de la corteza terrestre (*suelos o rocas*). Estos deslizamientos se producen en laderas que poseen características favorables para su desarrollo como relieves fuertes, rocas y/o suelos de baja resistencia, estructuras adversas (*inclinaciones de los materiales, fracturas a favor de la pendiente*). Fig. 3

A estas condiciones propias del terreno, se les deben sumar factores externos como la sismicidad, el volcanismo y las lluvias.

En un segundo plano se deben considerar la deforestación, las aguas subterráneas, la presencia de arcilla entre los estratos y fisuras.

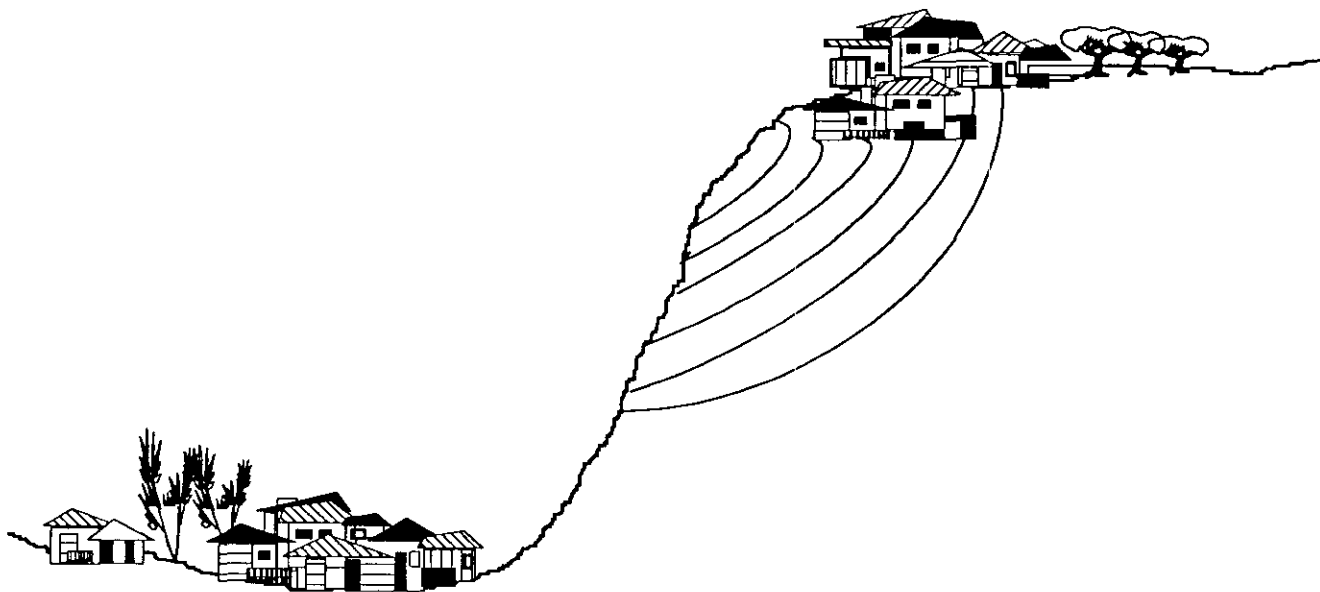
Los daños que causan los deslizamientos se dan tanto sobre la cobertura vegetal como en las obras de infraestructura ubicadas en el área de influencia del fenómeno, que pueden incluir áreas topográficamente inferiores y superiores al fenómeno.

A continuación se detallan los factores principales que determinan la formación de este tipo de procesos:

#### A. CLIMA

El clima de acuerdo a las características que presenta puede favorecer la inestabilidad del subsuelo al aportar una suficiente cantidad de agua. Ello debido a la presión que ejerce el líquido en los poros y fisuras del suelo. Asimismo, las lluvias y la formación de corrientes de agua por la superficie (*escorrentía superficial*), favorece los procesos de erosión.

Figura N° 3 . LADERA PROPENSA A DESLIZAMIENTO



*Existen laderas de suelos de baja resistencia y que ante la presión de construcciones no autorizadas producen deslizamientos que pueden producir catástrofes,*

## B. TOPOGRAFIA

Se debe tomar en cuenta, pues los deslizamientos ocurren generalmente en terrenos de pendiente pronunciada.

## C. GEOLOGIA

Aporta un número de parámetros importantes para comprender la desestabilización de las laderas. Citamos los más importantes:

### a. Litología

Los tipos de rocas y la calidad de los suelos, determinan en muchos casos la facilidad con que la superficie se degrada por la acción de la atmósfera o se desliza por algún otro factor externo.

### b. Estructuras

Determinan zonas de debilidad (*fallas o plegamientos*), o la colocación de los materiales en posición favorable a la inestabilidad.

### c. Sismicidad

Las vibraciones provocadas por sismos pueden ser lo suficientemente fuertes como para generar deslizamientos de diversa magnitud, las cuales llegan a afectar extensas áreas. Un ejemplo son los sismos de Puriscal en 1990 y de Limón en 1991. *Cuadro N°. 1.*

### d. Vulcanismo

Es un elemento disparador de fenómenos de inestabilidad, tanto por la propia actividad volcánica (*sismos volcánicos, deformación del aparato volcánico, aporte adicional de materiales al subsuelo*), como por la acumulación progresiva de materiales fragmentarios (*cenizas, bloques, etc.*), que por sus características físicas favorecen la inestabilidad de los terrenos.

## D. FACTORES ANTROPICOS

### —Actividad del Hombre—

Todos los fenómenos descritos anteriormente forman parte del natural equilibrio geológico y que puede romperse con la actividad constructiva y destructiva del hombre. De esta manera el ser humano contribuye a provocar o acelerar estos fenómenos<sup>6</sup>.

Esto sucede, cuando la actividad humana se realiza sin una adecuada planificación, especialmente en obras viales—carreteras y puentes— explotación de tajos, desarrollos urbanísticos, rellenos mal hechos, cortes en el perfil natural de laderas, a la deforestación: prácticas agrícolas deficientes, en la conservación de suelos, etc. Todo esto promueve procesos de inestabilidad en suelos que en cierta medida son naturalmente vulnerables a esta clase de fenómenos y que tienen graves consecuencias en el futuro.

Los efectos más importantes de esta clase de fenómenos son:

- Ruptura o agrietamiento del suelo,
- Erosión intensa,
- Sepultamiento de infraestructura,
- Formación de aludes,
- Derrumbes,
- Represamiento y generación de embalses en cauces fluviales con desarrollo de eventuales avalanchas de lodo y detritos.

## E. DESLIZAMIENTOS EN COSTA RICA

En Costa Rica, los deslizamientos se han convertido en fenómenos tan cotidianos que pasan prácticamente desapercibidos.

Se presentan sobre todo en la época lluviosa o bien durante períodos de actividad sísmica importante.

6. Mora, 1985.

Desde el siglo pasado, en Costa Rica se tienen registros de destrucciones importantes, formación de represas y posteriores avalanchas a raíz de deslizamientos originados por la actividad sísmica, así como por los fuertes lluvias o temporales. En ese sentido, se debe mencionar que las características físicas y mecánicas de los suelos de nuestro país, en combinación con las condiciones climáticas y geológicas los hacen especialmente vulnerables a la inestabilidad de laderas. Si a esta condición natural se le suman la falta de planificación urbana y normas de aptitud para el uso del suelo, puede comprenderse entonces, la alta susceptibilidad de nuestro medio a estos fenómenos.

Existen deslizamientos activos que, por el área y población que amenazan, desde hace algunos años han sido estudiados y vigilados. No obstante esta no es razón suficiente para creer que los mismos no puedan generar problemas en cierto momento. Este es el caso de: San Blas -NW de Cartago-, Tapezco -Santa Ana-, Puriscal, Río Chiquito de Tres Ríos, Burío -Aserrí-. También existen otros deslizamientos de menor tamaño que han causado daños de consideración como el de Piedras de Fuego, Pascua, Pavones, Chitaría y Chiz de Turrialba, Cerro Doan. También una gran cantidad detectadas en las cuencas de los ríos Reventado, Candelaria, Pirrís, Orosí, Atirro y Caño Seco<sup>7</sup>. Además cabe mencionar los terrenos de fuerte pendiente, cercanos a los cauces de los de los principales ríos del Valle Central, cada día más afectados por el creciente desarrollo urbano. Es el caso de los ríos Tiribí, Torres, María Aguilar, Virilla, Rivera, Cañas, Damas, etc.

En muchos casos estos asentamientos son establecidos al margen de la Ley de Planificación Urbana, y en sitios de mala respuesta, como rellenos sin compactar, laderas inestables y planicies de inundación. Allí generalmente se realizan cortes en las laderas y movimientos de tierra sin asesoría técnica, muchas veces fuera del marco legal, con ausencia de sistemas para un drenaje de aguas servidas y donde es característico la deficiente práctica constructiva, además del uso de materiales de construcción de mala calidad.

## 4. INUNDACIONES Y AVALANCHAS

### A. DESCRIPCION

Las inundaciones y avalanchas se pueden definir como la invasión del agua en zonas o áreas que en condiciones normales se encuentran secas. Esta ocupación de las aguas puede ser repentina o lenta, por efecto de una serie de factores o fenómenos naturales y antrópicos.

### B. FENOMENOS NATURALES

#### *a. Lluvia estacional*

La lluvia estacional es aquella que tiene períodos establecidos.

Por ejemplo en nuestro país se presentan períodos y regímenes diferentes. Así se tiene el Régimen de la Vertiente del Pacífico y el Régimen de la Vertiente del Atlántico. En el caso de la Vertiente del Pacífico hay una época lluviosa bien definida de mayo a noviembre, con la presencia de un pequeño verano en julio y agosto. Respecto a la Vertiente del Atlántico, se presentan dos subzonas; *la Costa y la Montaña (orográfica)*.

7. Mora, Alvarado y Morales

En la Costa Atlántica la época lluviosa va de mayo a setiembre y de noviembre a enero, siendo diciembre el mes más lluvioso y en algunas ocasiones, enero. Lo anterior por la presencia de algún frente frío o vaguada, depresión o tormenta tropical.

Respecto a la zona montañosa del Atlántico, la lluvia se mantiene todo el año y disminuye en los meses de marzo y abril.

*b. Lluvia de alta intensidad*

Es aquella que cae en gran cantidad y en muy poco tiempo, es el tipo de lluvia que tiene una alta probabilidad de provocar inundaciones. Se mide en mm/hora.

*c. Temporal*

Por temporal se entiende una condición de cielo nublado por varios días, al menos 24 horas seguidas, con lluvia persistente, cuya intensidad puede ser variable y ocurre a cualquier hora del día. Cuando se manifiestan estas condiciones de lluvia en menor tiempo, se denomina "atemporalado". Esto lo diferencia de la distribución típica de la precipitación durante la época lluviosa.

En Costa Rica, los temporales se designan con los nombres genéricos de "Temporales del Pacífico" y "Temporales del Atlántico", según la vertiente que sea afectada.

Los temporales son fenómenos normales en América Central y nuestro país no es la excepción. Los "Temporales del Pacífico" ocurren entre mayo y noviembre, a excepción de julio, con frecuencia máxima en los meses de setiembre y octubre. Mientras los "Temporales del Atlántico" se manifiestan en julio, diciembre y enero, con frecuencia máxima en diciembre.

En nuestro país los temporales son de gran importancia por la gran cantidad de lluvia anual que aportan. Por ejemplo los "Temporales del Pacífico" constituyen más del 60% de la precipitación total anual en las regiones afectadas por inundaciones.

Dos son las condiciones que originan los temporales del Pacífico:

- El paso de un huracán por el Mar Caribe.
- La presencia de un disturbio tropical cercano a la costa Atlántica de América Central.

Condiciones que originan temporales del Atlántico:

- Disturbios denominados ondas tropicales, asociadas con fenómenos de la troposfera superior en el Mar Caribe.
- La proyección de frentes fríos, hasta la costa central y sur del Caribe de América Central.

*d. Frente frío*

Es una masa de aire frío, que por su peso se desplaza por las partes bajas, obligando a las masas de aire caliente a ascender, provocando un descenso o baja de la presión atmosférica. Esto puede fácilmente transformarse en fuertes cambios atmosféricos, generando tormentas o lluvias de corta duración pero intensas e ininterrumpidas.

*e. Vaguada*

Este es un fenómeno que se define como un eje de mínima presión con respecto a las regiones próximas, enmarcado a lo largo de una determinada extensión geográfica. Puede localizarse a nivel de superficie o en cualquier nivel de la troposfera.

Su característica fundamental es que a la derecha de ese eje, para el Hemisferio Norte, se produce una fuerte inestabilidad atmosférica, que facilita el desarrollo de nubes, que posteriormente provocan precipitaciones en forma intensa.

*f. Huracán*

El huracán es un remolino o vórtice en donde el aire gira contrario a las manecillas del reloj en el Hemisferio Norte. Este tipo de giro se llama circulación ciclónica. Se desarrolla únicamente sobre los océanos, de donde extrae la energía que necesita y es por ello que al entrar a tierra pierde intensidad o desaparece. No en todas las regiones oceánicas se puede formar un huracán, pues necesita como mínimo una temperatura en el mar superior a 26°C. De allí que cuando un huracán llega a regiones oceánicas más frías, también desaparece. Además, se caracteriza por poseer un centro de muy baja presión alrededor del cual soplan vientos a gran velocidad, mayores a 118 Km/h. Los vientos pueden alcanzar velocidades hasta de 250 Km/h en casos muy particulares. El huracán se traslada o desplaza a velocidades que oscilan entre 20 y 50 Km/h.

Ahora bien, aunque su tamaño es muy variable, posee como promedio un diámetro de 650 Km y se proyecta hasta una altura de 12 Km. El diámetro del ojo del huracán, donde las condiciones meteorológicas son buenas, posee una región de aproximadamente 25 Km, porque carece de nubosidad y por tanto de lluvias. Las condiciones más severas de viento y de lluvia se localizan aproximadamente a 40 Km, a partir del centro del ojo. El huracán es un disturbio tropical intenso y muy des-

tructivo, básicamente por dos motivos: los fuertes vientos cercanos a su centro y las fuertes lluvias asociadas. Un huracán medio llega a producir entre 10.000 a 20.000 millones de toneladas de agua cada día. Los fuertes vientos, además de los daños directos que producen, provocan fuertes oleajes que pueden inundar y destruir poblaciones costeras.

La época de huracanes en el Océano Atlántico y en el Mar Caribe, que pueden afectar a Costa Rica, se extiende desde junio a fines de noviembre y en el mes de setiembre cuando hay una mayor formación de éstos. En promedio se presentan siete huracanes para cada época.

*g. Marejadas*

Dado que Costa Rica se encuentra en la parte más angosta de América, sus condiciones climáticas son reguladas directamente por los océanos Pacífico y Atlántico.

Esta situación le brinda al país beneficios, sobre todo en la regulación del clima, sin embargo también lo expone a eventos muchas veces catastróficos. Entre estos últimos se encuentran las marejadas, con una altura de hasta 9 metros y con vientos de cientos de kilómetros por hora.

El fenómeno de las marejadas puede ser producido por huracanes y tormentas, así como por mareas extraordinarias.

La generación del oleaje de una marejada se da por efectos de vientos huracanados con velocidades a partir de los 12 Km/h. Estas olas pueden ocasionar graves daños en las costas, principalmente en aquellas que



poseen edificaciones en la zona marítimo terrestre.

Es necesario indicar que las olas de mayor tamaño (*amplitud, período, longitud de onda*), viajan más rápido, por lo que llegan más prontamente a las costas, causando los mayores destrozos.

La velocidad de las olas que generan marejadas, es dos o tres veces mayor que la traslación del huracán.

En las costas los efectos de estos oleajes pueden llegar a ser desastrosos pues aceleran los procesos de erosión en el litoral, causan inundaciones en áreas de desembocaduras, las olas penetran al continente a lo largo de esteros, afectando aquella infraestructura localizada a un nivel cercano del estero.

La población más vulnerable a este tipo de fenómeno es la localizada dentro de la zona marítimo terrestre.

#### *h. Rompimiento de presas*

Las presas pueden ser naturales o artificiales, ambas están expuestas a fallar y provocar un desastre por inundación o avalancha. Las presas naturales pueden fallar por una mala conformación o por un evento sísmico muy intenso o fuerte.

Las presas artificiales o represamientos, como se les conoce, son formadas por deslizamientos que caen en el cauce de los ríos o quebradas, así como por el lanzamiento de desechos (*basura*).

Este tipo de presa es muy frágil y conforme el embalse se hace más grande o de

mayor volumen, aumenta el riesgo de que se rompa, por el empuje que le produce el agua al querer fluir aguas abajo. El tiempo que un represamiento puede permanecer sin ceder depende del tipo de material con que fue construido. Este tiempo puede ser unas pocas horas, días o semanas, porque a veces las aguas no llegan a romper violentamente, pues se escurren por pequeños drenajes (*tubificación*), que descomprimen el caudal que ingresa al embalse, y que en algunos casos es de gran tamaño, así el desfogue se produce en forma natural.

#### *i. Cabezas de agua*

Una cabeza de agua es un evento generado básicamente por dos fenómenos:

- Aporte de aguas subterráneas
- Lluvias de alta intensidad y corta duración que se presentan en las partes altas de la cuenca.

En algunas ocasiones se le designa cabeza de agua al rompimiento de un represamiento, cuando éste no ha sido bien identificado. La principal característica que presenta una cabeza de agua es que aparece instantáneamente, sin que se presenten signos de que llueva aguas arriba de la zona afectada.

#### *j. Avalanchas*

Una avalancha es un fenómeno que se presenta en los ríos o quebradas, por efecto inicial de un deslizamiento. Una recarga de agua sobre laderas inestables hace que adquieran gran peso y se deslicen hacia el cauce del río o la quebrada generando presas.

Generalmente estos represamientos se producen en las cuencas altas y es muy normal que los habitantes de la cuenca media y baja no se enteren.

Las principales características que presenta una avalancha son:

- Espontáneas.
- Viajan a velocidades muy altas y tienen alto poder destructivo.
- Transportan una masa de agua con diferentes tipos de sedimentos tales como: rocas, tierra, arena, ramas, árboles y en algunos casos: viviendas y animales.
- Se presentan en época seca y lluviosa.
- Se dan por el lanzamiento de desechos sólidos a los cauces como: basura, troncos, chatarra, escombros, etc.

### C. FENOMENOS ANTROPICOS

#### a. *Ocupación de planicies de inundación o riberas de ríos y quebradas*

Cuando se habla de planicies de inundación nos referimos a aquellas áreas o zonas que son afectadas por los caudales extraordinarios que producen las inundaciones, por un período de recurrencia definido. Por ejemplo: 1 año; 5 años; 10 años; 25 años; 50 años o más.

Es muy común en nuestro país que estas planicies sean ocupadas por asentamientos humanos, conformados por grupos familiares de muy escasos recursos económicos, de bajo nivel cultural y por ende con graves problemas sociales (*precarios*).

Esta situación provoca la reducción de la sección hidráulica o cauce de los ríos y quebradas, lo que constituye un factor que

en porcentaje muy alto genera las inundaciones.

#### b. *Alteración de las cuencas o microcuencas hidrográficas*

Esta se produce por la deforestación o corte de los árboles de los bosques, acción que deja el suelo sin cobertura vegetal, en algunos casos con un simple pasto y generalmente desnudo, pues es deforestado para uso agrícola o ganadero. Al no existir vegetación, el agua de la lluvia no puede ser interceptada, ni infiltrada, por lo que escurre, lavando los suelos, dirigiéndose a los cauces de ríos y quebradas; aumentando el caudal y produciendo posteriormente las inundaciones.

#### c. *Diseño inadecuado de estructuras hidráulicas*

En la mayoría de las grandes y pequeñas ciudades, las obras hidráulicas como puentes, canales, alcantarillas y otras, fueron diseñadas sin visión a futuro, y hoy con el auge del desarrollo urbano, la deforestación y los abusos de contaminación de los ríos con desechos sólidos lanzados por el hombre no tienen capacidad hidráulica. Con las primeras lluvias se desbordan, provocando inundaciones y la destrucción de tales obras, *Figuras 4 A y 4B*.

#### d. *Desarrollo urbano sin o con mala planificación*

Como se mencionó en el tema anterior, debido al desarrollo urbano, (*proliferación de urbanizaciones*) los ríos y quebradas se han visto afectadas de diferentes maneras, pues en gran medida las urbanizaciones envían las aguas servidas y pluviales a estos cauces, aumentando su caudal. A lo anterior debe sumarse el hecho de que la

infiltración prácticamente es nula, pues la cobertura vegetal ya no existe dado que fue sustituida por pavimento, metal o asbesto. Esto provoca que el 90% del agua escurra a velocidades altas, disminuyendo su tiempo de recorrido. De ahí que el cauce de ríos y quebradas se sature con mayor rapidez y se desborde en zonas donde en tiempos pasados no ocurría, pues la vegetación interceptaba e infiltraba las aguas producidas por las lluvias de la época, mayores que las actuales.

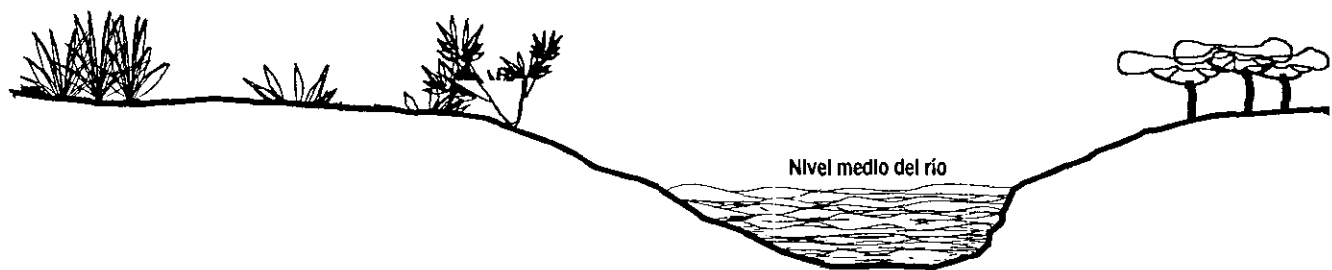
El desarrollo urbano se ha dado sin planificación, desde el punto de vista del ordenamiento de las aguas, pues las instituciones que deben dar los respectivos visa-

dos no exigen un estudio de impacto hidrológico-hidráulico y ambiental para verificar que no se afectará el caudal de ríos y quebradas, ni a la población, y se conservará la sección transversal del cauce en estado natural.

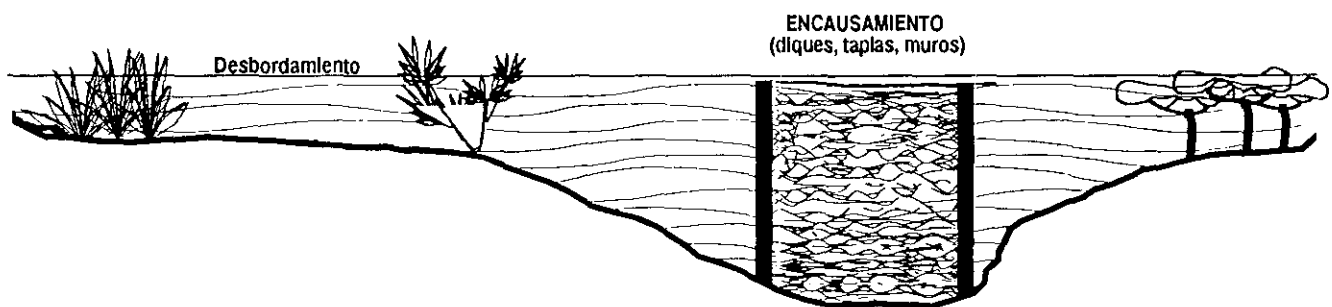
*e. Explotación o extracción de materiales de ríos y quebradas*

Debido a la extracción indiscriminada de materiales, tales como piedra y arena, por parte de algunas empresas que se establecen en ríos y quebradas, inclusive sin el respectivo permiso o concesión del MIRENEM, y sin ninguna planificación, se generan severos daños en el equilibrio.

**Figura Nº 4 A. CAUCE NATURAL**



**Figura Nº 4 B. DISMINUCION DEL CAUCE NATURAL**



*Cuando el cauce natural de un río es encausado generalmente en la época de lluvias las aguas se desbordan*

energético de los ríos, provocando un aumento de la velocidad del agua. Esto promueve problemas aguas abajo y arriba, a lo largo de muchos kilómetros. Otros problemas que genera esta extracción de materiales son: la erosión de riberas o márgenes y la contaminación de las aguas para uso humano y animal.

*f. Falta de mantenimiento de los cauces de ríos y quebradas*

La falta de mantenimiento de los cauces de muchos ríos del país por parte de los interesados, las respectivas Municipalidades y del Ministerio de Obras Públicas y Transportes y los problemas de sedimentación existentes en estos por efecto de la deforestación provocan la pérdida de su capacidad hidráulica, de ahí que se desborden fácilmente con una lluvia de alta intensidad y corta duración.

*g. Contaminación de los cauces con desechos sólidos y líquidos*

La contaminación de los cauces, con todo tipo de desechos sólidos (*basura doméstica, industrial, vegetal y chatarra*) reduce en gran porcentaje la sección transversal o cauce y en muchos casos da origen a los represamientos. Esto es un fenómeno común en los ríos y quebradas del Gran Área Metropolitana y provoca graves daños a las viviendas que se encuentran en las planicies de inundación, debido al enorme poder energético que alcanzan el agua y los desechos, capaz de arrastrar fácilmente viviendas, puentes y cualquier tipo de estructura que se encuentre a su paso.

Debe indicarse que el fenómeno anterior se da en gran parte, debido a la ocupación y estrangulamiento de los cauces por parte

de las viviendas que se instalan sin autorización en precarios en las planicies de inundación, es decir al margen de la Ley de Retiros de Cauces de Agua, que regula el uso del suelo en áreas cercanas a los ríos y quebradas.

A lo anteriormente dicho se debe agregar el envío de desechos líquidos por parte de empresas inescrupulosas, lo que genera dos problemas básicos; contaminación y aumento del caudal normal de los ríos. Esto no sólo afecta el ambiente sino que contribuye a generarlas llamadas Inundaciones de Ciudad.

*h. Manejo inadecuado de las cuencas hidrográficas*

El manejo inadecuado de las cuencas hidrográficas de nuestro país, por la falta de aplicación de tecnología apropiada de uso sostenible de los recursos naturales, ha sido un factor determinante en el deterioro de las mismas. Ello ha hecho que se talen, se destruyan bosques y se altere el ciclo hidrológico. A esto se debe agregar el empleo de suelos de vocación forestal para la actividad agrícola, ganadera y urbana. Al utilizar terrenos inestables, rellenos, laderas con altas pendientes se reducen las secciones transversales de los ríos y quebradas, entendiéndose que la ocupación de estas áreas y zonas de protección, definidas por la legislación vigente —Ley de Planificación Urbana, Ley de aguas, alineamientos, etc— son áreas reservadas o zonas de protección.

Debe mencionarse que en nuestro país existen una serie de instituciones que brindan apoyo y asesoría gratuita en el uso sostenible de los recursos naturales, entre

ellas: CATIE, MAG, INA, ITCR, Dirección General Forestal (MIRENEM).

#### D. INUNDACIONES Y AVALANCHAS EN COSTA RICA

Las cuencas hidrográficas de nuestro país, al igual que en otros países subdesarrollados, son sometidos a gran presión debido al desmedido crecimiento demográfico, a la lentitud con que se incorporan las leyes de uso de la tierra con fines constructivos y a la falta de tecnología apropiada de uso sostenible de los recursos naturales.

A lo anterior se puede agregar que los fenómenos hidrometeorológicos se presentan con una alta frecuencia en nuestro país, siendo las inundaciones fluviales, causadas por lluvias prolongadas y tormentas locales muy severas las que causan los mayores daños, afectando vidas humanas y la estabilidad económica de la población que habita en las planicies de inundación y valles de los diferentes ríos que recorren el territorio nacional.

Así por ejemplo, entre 1986 y 1988 se presentaron 21 eventos hidrometeorológicos severos, que afectaron a Costa Rica dejando un saldo de 17 muertos y 1.000 millones de colones en pérdidas materiales, sin incluir los daños causados por el Huracán Juana, en octubre de 1988, que provocó la muerte de 26 personas y más de 3.000 millones de colones en pérdidas materiales<sup>8</sup>.

Si bien es cierto son varios los problemas generados por el mal uso del suelo, el que más problemas da es la ocupación de las zonas de protección de ríos y quebradas, ya que se reduce su capacidad hidráulica.

Por ubicarse las viviendas en precarios en el cauce mismo, como ocurre en todas las épocas lluviosas, estas son dañadas y en algunos casos arrastradas, con el agravante de pérdida de vidas humanas y millones de colones en pérdidas materiales, como ha sucedido en los últimos años.

De igual forma puede citarse la edificación de viviendas en zonas de relleno, en las cercanías del borde alto de los ríos y quebradas, las que colapsan por efecto de la inestabilidad del relleno, por la erosión provocada por agua de lluvia, o por la socavación causada por el agua del río o quebrada.

Las comunidades más afectadas por inundaciones o avalanchas se presentan en los cuadros adjuntos (*Cuadro N° 3*). Estos presentan un detalle de la provincia donde se localiza el río o quebrada, zonas más afectadas y el período de recurrencia de las inundaciones o avalanchas.

#### E. EROSION DE COSTAS POR DESPLAZAMIENTO DE LA DESEMBOCADURA DE UN RÍO

La erosión de costas o playas es un fenómeno natural que se viene presentando en nuestro país en los últimos años. No había sido tomado en cuenta porque se presentaba en zonas sin desarrollo urbano.

Este fenómeno producido por el desplazamiento de la desembocadura de los ríos, en sentido paralelo a la costa, erosionan y barren lo que encuentra a su paso, afectando viviendas, cabinas de veraneo, zonas verdes, y otro tipo de infraestructuras. Pueden ser provocados por diferentes causas, las que podrían ser de carácter natural y antrópico. Las causas naturales que podrían generar el problema

8. Ramírez, 1988

son:

- Efecto de corrientes marinas paralelas a la costa.
- Levantamiento o hundimiento súbito de una sección de la plataforma continental por un sismo.

Las principales causas antrópicas son:

- Deforestación
- Sedimentación
- Obras de infraestructura dentro del cauce
- Obras de rectificación

Un caso particular de este fenómeno es el de Playa Palma, en el cantón de Parrita, provincia de Puntarenas, provocado por el río Parrita. La desembocadura de este río se ha desplazado en un período de 15 meses, aproximadamente 1.800 m. y ha erosionado una franja de 150 m. de ancho, causando la erosión de aproximadamente 20 hectáreas y generando problemas a 11 construcciones, entre viviendas y cabinas de veraneo, que han sido colapsadas.

## 5. LAS SEQUIAS EN COSTA RICA

La sequía es un fenómeno que puede ser de carácter natural o antrópico. En Costa Rica no asume una forma de continuidad. Sin embargo, constituye un riesgo cuando se presenta en zonas semi-áridas y sub-húmedas — Pacífico Norte— y húmedas<sup>9</sup>.

La sequía se puede presentar de tres formas:

### a. *Sequía meteorológica.*

Se produce en un período de sequedad anormal, lo suficientemente prolongado como para que la falta de agua ocasione

serios desbalances o déficit hídrico.

### b. *Sequía hidrológica.*

Corresponde a un déficit hídrico en un período muy extenso, en una área geográfica bien definida.

### c. *Sequía agrícola.*

Se refiere a un déficit hídrico que coincide con el período de necesidad de agua para los cultivos.

Según estudios elaborados por el Instituto Meteorológico Nacional, la presencia y severidad de las sequías en Guanacaste, se puede asociar con la presencia del Fenómeno del Niño. Este fenómeno consiste en la aparición ocasional de corrientes oceánicas cálidas en las costas suramericanas del Océano Pacífico, coincidentes con el verano del hemisferio sur. Se caracteriza tener una duración de varios meses a más de un año<sup>10</sup>.

En nuestro país, el fenómeno se presenta con diferentes intensidades e intervalos que oscilan entre 2 y 7 años, y con una duración de 12 a 18 meses<sup>11</sup>.

Al respecto los eventos principales ocurrieron en 1957, 1958, 1965, 1972, 1973, 1976, 1977, 1982, 1983, 1986 y 1987.

Resumiendo:

El fenómeno de sequía es propio del área del Pacífico Norte y al afectar al hombre y a sus actividades, se debe considerar como riesgo potencial posible de prever mediante la adecuada planificación en el uso del suelo y del recurso hídrico<sup>12</sup>

9. Patterson, Arroyo, 1988

10. Patterson, Arroyo, 1988

11. Manso P, Ramírez P, 1988

12. Patterson, Arroyo, 1988.

Cuadro N° 3  
Ríos y quebradas con mayor frecuencia de inundaciones en el país

NOMBRE RIO y/o QUEBRADA	PROVINCIA	ZONAS AFECTADAS	TIPO DE EVENTO	PERIODO DE RECURRENCIA
Quebrada Negritos	San José	Escalante Dent - San Pedro	Inundación	1 año
Quebrada Rivera	San José	Guadalupe - Tibás	Inundación	1 año
Río Cañas	San José	Desamparados - Aserrí	Inundación	1 año
Río María Aguilar	San José	San José Este y Sur	Inundación	2 años
Río Torres	San José	Guadalupe - San Pedro - San José	Inundación	2 años
Río Ocloro	San José	San Pedro - Zapote - Los Yoses Sur	Inundación	1 año
Río Cucubres	San José	Desamparados	Inundación	1 año
Río Tiribí	San José	Curridabat - San José Desamparados	Inundación	1 año
Río Caño Seco	Puntarenas	Ciudad Neilly	Inundación	5 años
Río Parrita	Puntarenas	Parrita	Inundación	1 año
Río Claro	Puntarenas	Río Claro Coto(s)	Inundación	3 años
Río Coto	Puntarenas	Silencio - Quepos	Inundación	2 años
Río Savegre	Puntarenas	Coto(s) Viquillas y otras poblaciones	Inundación	1 año
Río Balzar	Puntarenas	Puerto Cortés	Inundación	2 años
Río Guarial	Puntarenas	Paquera Centro	Inundación	1 año
Río Grande	Puntarenas	Río Grande	Inundación	1 año
Río Barranca	Puntarenas	Barranca	Inundación	3 años
Quebrada Tanques	Cartago	Sector Sur Este	Avalancha	1 año
Río Purisil	Cartago	Purisil	Avalancha	5 años
Río Grande de Orosí	Cartago	Orosí Centro y La Alegría	Inundación	2 años
Río Turrialba	Cartago	Turrialba Ciudad - Sector Este	Inundación	3 años
Río Colorado	Cartago	Turrialba - Sector Comercial	Inundación	1 año
Río Tuis	Cartago	La Suiza - Tuis	Inund-Aval	2 años
Río Macho	Cartago	Río Macho	Inund-Aval	5 años
Río Chirripó	Limón	Zent - Corina - Bline - Bristol	Inundación	1 año
Río Sixaola	Limón	Bribri - Daytonia - Chase - Sixaola - etc.	Inundación	1 año
Río Estrella	Limón	Estrella - Pandora	Inundación	1 año
Río Limoncito	Limón	Limoncito - Envaco	Inundación	1 año
Río Banano	Limón	La Bomba	Inundación	1 año
Río Reventazón	Limón	Siquirres	Inundación	3 años
Río Matina	Limón	Matina Centroi	Inundación	1 año
Río Pacuare	Limón	Pacuarito - Indiana - La Perla - etc	Inundación	3 años
Río Sucio	Heredia	Sarapiquí	Inundación	1 año
Río Frío	Heredia	Sarapiquí	Inundación	2 años
Río Zapote	Alajuela	Upala	Inund-Aval	1 año
Río Poás	Alajuela	Itiquís	Inundación	2 años
Río Itiquís	Alajuela	Itiquís	Inundación	2 años
Río Abangares	Guanacaste	San Fco. - Las Juntas - Palo Hueco	Inundación	2 años
Río Tempisque	Guanacaste	Guardia - Filadelfia - Paso Tempisque	Inundación	5 años