

## 7 AMENAZAS POR DERRUMBES

### 7.1 Identificación de derrumbes

Las zonas susceptibles de provocar derrumbes corresponden a acantilados rocosos, zonas fracturadas o diaclasadas de fuerte pendiente, que en Centroamérica son frecuentes al pie de las llamadas mesas, en las escarpas de deslizamientos y en zonas de cambio litológico, donde las rocas más duras dejan resaltos o tienen taludes más empinados o a zonas donde el hombre ha realizado cortes de talud (carreteras, canales, etc).

**Tabla 5: Criterios para la identificación de zonas de derrumbe**

Criterios por tipo	
Geomorfológicos	Zonas rocosas o acantilados de fuerte pendiente, existencia de conos coluviales con fragmentos angulosos, zona de acumulación al pie del acantilado.
Geológicos	Afloramientos rocosos fuertemente fracturados (Fallas, diaclasas, juntas), rocas alteradas, rocas intemperizadas.
Vegetación	Cubierta vegetal ausente en zonas activas, abundante en zonas inactivas
Toponimia	Nombres típicos: El Derrumbadero, El Pedregal, Las Piedras etc.
Históricos	Testimonios de pobladores.

## 7.2 Evaluación de derrumbes

Para hacer una calificación de peligros, se debe saber que las franjas de peligro derivado de derrumbes están en relación directa con la distancia del acantilado susceptible de producirlos, al grado de fracturación, estado de la roca y volumen en movimiento. La franja más peligrosa es la más cercana a la pared rocosa y puede ser determinada aproximadamente por el tamaño mayor de los bloques caídos de roca. El peligro se reduce a medida que el material está más lejos de esa pared y el tamaño de los bloques disminuye. Una situación especial se da cuando al pie de la zona susceptible de producir derrumbes se encuentra una quebrada, pues en este caso, el derrumbe puede provocar un taponamiento de la quebrada, seguido por un desfogue (transferencia de peligro).

Los mapas a escala 1: 50 000 no permiten delimitar de manera precisa las zonas de derrumbe, debido a que, por lo general, se trata de franjas relativamente pequeñas. Con la escala de trabajo basta con señalar, lo más precisamente posible, los lugares donde haya más susceptibilidad a densidad de derrumbes. Puede recurrirse adicionalmente a croquis, fichas descriptivas y fotos. Si se trata de carreteras o canales, la ubicación puede indicarse citando las progresivas donde se encuentran las zonas peligrosas o alguna referencia geográfica o antrópica conocida.

**Tabla 6: Criterios para la evaluación de derrumbes**

Nivel de peligro	Efectos indicadores visibles
Bajo	- Rocas duras pobremente fracturadas, cono coluvial sin indicios de actividad reciente y cubierto de vegetación
Medio	- Rocas con alteración moderada, fracturación inicial pero fracturas no muy abiertas o cerradas
Alto	- Rocas con fuerte alteración y profundidad de alteración - Presencia de fracturadas abiertas y diaclasadas - Alto grado de intemperismo - Escorrentía superficial o fuentes de agua - Conos coluviales vivos, sin cobertura vegetal y bloques recientes

## 8 COLADAS

Las coladas son fenómenos bastante comunes en Nicaragua. Están relacionados frecuentemente con el uso inadecuado e intensivo de los suelos, la deforestación y la degradación ambiental de cuencas. Generalmente son de pequeñas dimensiones, desplazando volúmenes modestos de material, pero pueden causar daños grandes. El material en movimiento generalmente corresponde a los primeros niveles de suelo o a la cobertura vegetal. El fenómeno involucra una masa de material saturado.

### 8.1 Identificación de coladas

Ver Tabla 7 a continuación.

### 8.2 Evaluación de coladas

Una evaluación del nivel de peligro generado por las coladas se basa fundamentalmente en la densidad de estas coladas en una determinada área y en la frecuencia de ocurrencia de las mismas. Son zonas con mayor susceptibilidad a este tipo de fenómenos aquellas que presentan deslizamientos superficiales o peliculares comúnmente conocidos como caminos de vacas o cáscaras de naranja.

Tabla 7: Criterios de identificación de zonas de coladas

Tipo	Criterios de identificación
Coladas de tierra	El escarpe principal es de forma cóncava, presenta los flancos curvados, con estructura de flujo. Es posible diferenciar algunos lóbulos al pie de la colada.
Coladas de lodo	El material movilizado es predominantemente arcilloso con abundante agua. El escarpe principal puede tener forma curvada, circular o de botella El cuerpo es alargado.
Coladas de detritos	El material movilizado se compone de escombros de rocas y árboles. Presenta matriz fina de composición areno-arcillosa. El escarpe principal es en forma de V y comúnmente presenta estrías. Su parte inferior es alargada y de poca profundidad.

## 9 AMENAZAS VOLCÁNICAS

### 9.1 Tipos de amenaza volcánica

Los estudios de los peligros volcánicos deben ser sustentados sobre una base de información e investigaciones acerca de los volcanes incluyendo levantamientos geológicos y geofísicos, caracterizaciones petrográficas y geoquímicas de los productos emitidos. También se suele realizar dataciones para conocer la edad de la actividad o productos generados; sin embargo dado las condiciones económicas de los municipios, este tipo de estudio no es factible de realizar debido a su alto costo.

Los resultados de estos estudios constituyen la base para conocer el comportamiento eruptivo pasado, con el objetivo de entender el comportamiento actual y poder predecir el comportamiento futuro del volcán bajo estudio.

Entre los peligros asociados al volcanismo están: Flujos de lava, flujos piroclásticos, terremotos, caídas de piroclastos y emisión de gases. Otros peligros provocados indirectamente son los deslizamientos de terrenos, avalanchas de detritos, maremotos, lahares e incendios y sismos.

**Flujos de lava:** es material rocoso fundido debido a las altas temperaturas del interior de la tierra. Dada sus bajas velocidades el movimiento de los flujos de lava rara vez constituyen amenazas para la vida, sin embargo en casos excepcionales su velocidad de emisión puede variar considerablemente desde unos pocos metros a varios de kilómetros por hora dependiendo de la fluidez de las lava. El mayor peligro relacionado a flujos de lava representa el daño parcial o la destrucción total por enterramiento o incendio.

**Flujos piroclásticos:** son masas calientes de material piroclástico y gases que se movilizan rápidamente a ras de la superficie a velocidades con un rango de 10 a varios cientos de metros por segundo. Estos flujos son muy comunes en muchos volcanes andesíticos y dacíticos y en calderas silíceas, presentan una amplia gama de composición, temperatura y volumen. El mayor peligro de una erupción volcánica radica en las coladas y flujos piroclásticos debido a la violencia y rapidez con que se desencadenan, arrasando todo lo encontrado en un alcance de hasta 10 km desde el centro eruptivo.

**Caídas de tefras:** La tefra está constituida por fragmentos de roca y lava que han sido expulsados hasta la atmósfera y que luego caen sobre la superficie terrestre. La tefra varía de tamaño desde ceniza (2mm), a lapilli (2-64mm) hasta bloques y bombas (<64mm) que pueden alcanzar diámetros de hasta varios metros. Las densidades varían desde pómez y escorias vesiculares de baja densidad, hasta cristales y fragmentos líticos muy densos.

Las caídas de tefra constituyen el peligro directo de mayor alcance derivado de erupciones, al incrementarse la distancia desde el centro de emisión la tefra presenta una disminución en el tamaño del grano y forma depósitos más delgados. Se considera que la devastación total puede ser producida bajo una potencia de 1 metro de tefra, mientras que bastan 40-50cm para que mueran los árboles y apenas 10cm para que se pierdan las cosechas y los pastos.

**Gases volcánicos:** El magma contiene gases disueltos, los cuales escapan hacia la atmósfera, tanto durante las erupciones como mientras el magma permanece en la superficie. Gases con composición geoquímica similar pueden también ser emitidos por sistemas hidrotermales. El gas volcánico más abundante es el vapor de agua, el dióxido de carbono, monóxido de carbono, óxidos de azufre, ácido sulfhídrico, cloro y fluor.

Los efectos de los gases volcánicos están relacionados directamente con su concentración, la cual decrece con la distancia desde su punto de emisión, ya que el gas es diluido por el aire. Normalmente los efectos nocivos están restringidos en un radio de 10km desde el punto de emisión.

**Avalanchas de escombros:** las caídas de escombros, los deslizamientos de masas y las avalanchas volcánicas pueden constituir tanto, eventos pequeños como movimientos de masa muy voluminosos. Las avalanchas han ocurrido en estrato volcanes o conos compuestos, algunos han ocurrido después de varios meses de actividad precursora sísmica otras han ocurrido con aparente escaso aviso. Los factores que inducen este tipo de fenómenos son las alteraciones hidrotermales, las intrusiones magmáticas, la erosión y las fracturación, las cuales pueden causar superficies de deslizamiento. Este debilitamiento progresivo puede conducir a que se produzca el deslizamiento, aunque es más probable que este se produzca a raíz de sismos o terremotos. *Estas avalanchas tienen mucha movilidad, por lo que viajan muy lejos. El impulso obtenido les permite vencer a su paso barreras topográficas de hasta centenares de metros de altura.* Estas avalanchas destruyen lo que encuentran a su paso y cambian la topografía. Adicionalmente se pueden generar a partir de lahares y crecientes.

**Lahares y crecientes:** Los lahares son mezclas de fragmentos rocosos que presentan matriz arcillosa, movilizadas por agua que fluyen rápidamente y se originan en las pendientes de los volcanes. Sus propiedades están controladas por el tamaño de los granos y el contenido de agua. Los lahares y las crecientes son los miembros terminales de una serie continua de procesos que varían desde lahares densos dominados por flujos laminares hasta crecientes de aguas turbulentas. Las crecientes incorporan cada vez más sedimentos convirtiéndose en lahares, este proceso se denomina hinchamiento. Por otro lado los lahares se diluyen sea por el incremento de contenido de agua o por la pérdida de sedimentos, transformándolos en flujos de crecientes muy concentrados denominados descargas terminales de lahar.

Existen varios mecanismos que pueden generar lahares y que están indirectamente relacionados a la actividad volcánica tales como: represas formadas por flujos de lava, avalanchas de escombros, flujos piroclásticos o bordes cratéricos que pueden fallar por desbordamiento o derrumbe, aguaceros torrenciales sobre tefra recientemente depositada u otro material no consolidado también pueden formar lahares. También se pueden formar lahares cuando ocurren simultáneamente tormentas y columnas eruptivas convectivas.

Los lahares amenazan las vidas humanas y las propiedades tanto en las faldas de los volcanes como en los valles que los drenan. Debido a su alta densidad y a su velocidad, los lahares pueden destruir la vegetación y hasta estructuras importantes a lo largo de sus rutas, tales como puentes y poblados, de igual forma los depósitos de lahares pueden enterrar profundamente obras de infraestructura y campos cultivados.

También pueden rellenar canales de ríos, disminuyendo de esta manera su capacidad de drenaje de crecientes. Adicionalmente, un incremento en la sedimentación en los ríos impactados por lahares puede afectar la capacidad y la navegabilidad de estos canales.

Las áreas de inundación y la longitud de un lahar son altamente influenciadas por el volumen del material movilizado, la topografía y la granulometría entre otros, etc.

## 9.2 Evaluación de amenazas volcánicas

Las evaluaciones de los peligros volcánicos, en Nicaragua son elaboradas por INETER, institución que posee experiencia, información y equipos apropiados, por lo que lo más conveniente es solicitar estas evaluaciones a esta institución, ya que podría caerse en contradicciones que pudieran generar malos entendidos a la población expuesta a estos fenómenos. Por tal razón, a manera ilustrativa mencionamos en este documento las técnicas más utilizadas, sin embargo se recomienda dirigirse a INETER, para solicitar este tipo de evaluaciones.

Para la evaluación de peligros asociados al volcanismo algunas veces se toma como premisa asumir que en general las mismas áreas de los alrededores de los volcanes serán afectadas por similares eventos eruptivos en el futuro y con una frecuencia igual que en el pasado. Para realizar una evaluación de peligros volcánicos se debe pasar por las etapas siguientes:

1. Revisar los registros completos de las erupciones históricas del volcán o área bajo estudio.
2. Revisar la información referente a actividades pasadas con el objeto de evaluar los tipos y alcances esperados de una actividad volcánica futura.
3. Obtener datos de campo: geológicos, estratigráficos, petrológicos y geoquímicos sobre naturaleza, distribución y volumen de los productos eruptivos.
4. Identificar las áreas que podrían ser afectadas durante una erupción, incluyendo la elaboración de mapas de zonificación del peligro.

Es necesario disponer de datos sobre la extensión de los productos de erupciones pasadas y sus eventos relacionados con el fin de estimar la magnitud de estos eventos y así identificar las áreas que podrían ser afectadas por erupciones futuras.

La información sobre los peligros volcánicos obtenidos de estudios detallados de la historia eruptiva de un volcán y del comportamiento de volcanes similares puede ser presentada de diferentes maneras. Un mapa de zonificación de peligros volcánicos es quizá la forma más adecuada de representarla, para lo cual se utilizan técnicas de mapeo geológico.

En tales mapas se determina una zonificación de peligros para cada evento indicando, además, el grado relativo de peligros. Para la delimitación de las zonas se debe considerar que las extensiones de los flujos de lava, de las corrientes piroclásticas o de los lahares dependen del volumen, movilidad, velocidad, por tanto los límites entre las zonas de peligros son aproximadas.

Algunos métodos utilizados para realizar una zonificación de peligros para eventos o fenómenos específicos son los siguientes:

**Caídas de tefras:** La zonificación del peligro por este fenómeno se basa en la frecuencia y magnitud, expresada en volumen total de tefra caída durante episodios anteriores, o según la relación espesor / distancia del centro de emisión, para lo cual debe ser considerado la dirección de los vientos. La forma de las zonas de peligro toma en consideración la dirección predominante de los vientos y sus velocidades.

**Flujos piroclásticos:** Las zonas afectadas por este tipo de fenómeno varía ampliamente de un volcán a otro, debido a las diferencias de energía en cada volcán y en cada evento. Las zonas de peligro pueden definirse basados en los datos siguientes:

- La extensión de tales fenómenos en un tiempo dado,
- Posibles migraciones del centro de emisión.
- Modelos computarizados utilizando la relación altura de la columna eruptiva vs distancia, conocidos como métodos de líneas o conos de energía los que generan mapas con las dimensiones de las zonas de peligro

**Lahares:** Las zonas de peligros para lahares comúnmente se definen basándose en la extensión y frecuencia de estos eventos. Los estudios que reconstruyen los niveles de inundación, velocidades, descarga y condiciones de los flujos de lahares pueden ayudar a delimitar con mayor precisión los límites en los fondos de los valles. Se debe tener en consideración que tanto la profundidad, el ancho y la descarga de los lahares pueden variar rápidamente a lo largo del curso en dependencia del tamaño del grano, de la relación agua / sedimentos y de la forma del cauce.

**Flujos de lava:** Las zonas de peligro se establecen sobre la base de la frecuencia con la cual las áreas han sido cubiertas por flujos de lava en el pasado reciente, en términos geológicos. Se considera también las longitudes y áreas de las coladas y los posibles centros de emisión, haciendo las consideraciones topográficas adecuadas con el fin de identificar áreas más susceptibles a ser inundadas por flujos de lavas que otras. El peligro se restringe al cauce de la colada, siendo su avance lento si la pendiente disminuye y se aleja de la boca eruptiva o centro de emisión.

## 10 RIESGOS SÍSMICOS

### 10.1 Tipos de amenazas sísmicas en Nicaragua

#### 10.1.1 Fuentes de sismicidad

La sismicidad en Nicaragua puede originarse a partir de las principales fuentes siguientes:

- a) Los sismos generados por la interacción de la Placa de Cocos con la Placa del Caribe. Ocurren a profundidades mayores a 100 km en una franja estrecha debajo de la línea costera y entre los 30 a 100km en la zona de subducción de las placas.
- b) Los sismos generados en la Cadena volcánica.
- c) Los sismos generados por las fallas superficiales dentro de la Depresión de Nicaragua, Son asociados a la cadena volcánica nicaragüense y parcialmente a la zona de subducción de las placas tectónicas. Generalmente no presentan grandes magnitudes, sin embargo debido a que

se originan a profundidades bastante modestas o someras, (profundidades entre 0-30km), son bastante dañinos y peligrosos (ej.: terremoto de Managua en 1972).

Los sismos debidos al movimiento de las placas tectónicas pueden afectar centros urbanos ubicados a varios kilómetros de la costa, mientras que los sismos originados por las fallas superficiales afectan el centro urbano o las edificaciones más cercanas a la falla en cuestión.

### **10.1.2 Regiones de amenaza sísmica**

En términos de amenaza sísmica, la zona sísmica de primer orden está en la costa del Pacífico debido a la zona de subducción y al arco volcánico como fuentes responsables de casi el 100% de la sismicidad que ocurre en el país. Sin embargo, se sabe que los sismos llegan a afectar hasta regiones muy alejadas de la costa pacífica, como el Triángulo Minero. La influencia de las sacudidas sísmicas en la zona del Pacífico es frecuente con un evento de magnitud moderada (del orden de 5.0 grados en la escala de Richter) sentido cada mes, procedente de la zona de subducción, y eventos de baja magnitud (del orden de 4.0) asociado a fallas locales.

Los sismos importantes capaces de causar daño severo en la zona del Pacífico ocurren en período del orden de los cien años, mientras los sismos de magnitud moderada, pero destructivos, en el arco volcánico ocurren con período de recurrencia de algunas décadas.

La evaluación de las sacudidas por sismos en centros poblados tiene interés porque permite conocer umbrales de variables usadas para diseño y construcción, con modelos adecuados que tienen como objetivo evitar colapsos de la infraestructura, porque se entiende que los daños generados, en ocasión de la ocurrencia de un sismo, se asocian a la calidad de la construcción, a la ubicación de la obra, a la respuesta del sitio seleccionada, ante las sacudidas del suelo de origen telúrico, a la cultura ante los eventos naturales peligrosos, etc.

## **10.2 Consideraciones locales**

### **10.2.1 Fallas superficiales**

En Nicaragua el INETER, en conjunto con la Asociación Nacional de Geólogos y Profesionales Afines han realizado una propuesta para la **Evaluación y zonificación de áreas basados en los peligros sísmicos derivados de fallas superficiales en los sitios urbanos**. A la fecha este tipo de estudios locales de amenaza es imprescindible para el otorgamiento de permisos de construcción y sirven como base para el diseño de las obras civiles para reducir el impacto de los sismos generados por fallamiento local; sin embargo su uso no es ampliamente difundido ni exigido en todo el país, limitándose por lo general solamente a la capital, Managua.

Estos estudios se realizan con la siguiente metodología:

- a) El área sujeta a estudio es evaluada considerando el marco geológico y estructural local, a través de fotos aéreas, mapas y la recopilación y el análisis de toda la información relacionada, tanto geológica como geofísica y sismológica, etc.
- b) Las zonas en donde se identifican posibles lineamientos estructurales, son sometidas a estudios de mayor detalle que incluyen la realización de trincheras exploratorias perpendiculares a las posibles fallas así como a estudios geofísicos, perforaciones y estudios geotécnicos de los suelos, además de las correspondientes descripciones litológicas.

- c) Como resultado de este estudio, el área en cuestión es zonificada en función de su cercanía a la falla detectada. La zonificación será basada en una clasificación del 1 al 6 según la matriz de planeamiento urbano del antiguo Ministerio de Planificación Urbana, de 1974. Se deben incluir áreas aptas para construcción, para áreas verdes etc.

La escala de trabajo aceptada es 1:100 si se trata de áreas menores a 2 000 m<sup>2</sup>; escala 1:500 si se trata de áreas entre 2000 y 5000 m<sup>2</sup> y; escala 1:1 000 cuando el área es mayor de 5 000 m<sup>2</sup>.

### **10.2.2 Otros factores locales de amenaza**

En una zona de amenaza sísmica, el peligro local también suele ser más alto sobre planicies de inundación y terrenos cercanos a de las zonas afectadas por las mareas, en las playas. Estos suelos arenosos, por su granalometría, son generalmente propensos a fenómenos de licuefacción. También son peligrosos los suelos orgánicos con un alto contenido de agua.

La irregularidad de la topografía puede ser un factor de riesgo, por el "efecto antena": los movimientos sísmicos se amplifican en las zonas de cresta de una loma en o un escarpe.

## **10.3 Vulnerabilidad a sismos**

Aunque es difícil saber si una construcción fue diseñada y construida de manera correcta, algunas pautas pueden ayudar para la evaluación. También es posible hacer observaciones sobre las casas destruidas o dañadas por sismos anteriores y las casas que se encuentran actualmente en construcción, para apreciar ciertos detalles y así tener una idea del grado de adecuación de las prácticas en una región o un municipio.

### **10.3.1 Aspectos estructurales**

En un contexto de amenaza sísmica conocido, en un determinado lugar, el buen diseño estructural es el primer paso para lograr una baja vulnerabilidad ante sismos. Sin embargo, aspectos relativos a la concepción arquitectónica de una construcción (grado de simetría, distribución de las aperturas [puertas, ventanas]), detalles constructivos y la calidad de los materiales de construcción pueden ser determinantes para el comportamiento ante sismos de una construcción, sobre todo cuando se trata de viviendas simples (ver párrafo siguiente).

Las construcciones de **madera con techos ligeros** resultan muy adecuadas para zonas sísmicas debido a su flexibilidad y capacidad de absorción de energía, siempre y cuando la madera sea tratada para evitar su putrefacción o el ataque de polilla u hongos.

Las viviendas de **adobe sin refuerzo** con techos de tejas de barro, muy populares en el campo nicaragüense, son muy vulnerables a los sismos. Las principales causas que contribuyen a su mal comportamiento son:

- Escasa resistencia en tensión del adobe y escasa adherencia de los morteros de lodo.
- No se logra una buena liga entre los muros transversales.
- Alto grado de intemperismo.
- Aberturas en forma de puertas o ventanas no reforzadas
- Elevados pesos sobre los muros provenientes de sistemas de techos que se traducen en elevadas fuerzas sísmicas.

En cuanto al **taquezal**, es un sistema inadecuado para resistir fuerzas laterales si no se ligan bien los elementos, y la cubierta (por lo general muy pesada) no es capaz de transmitir sus fuerzas de inercia a los muros. Otro aspecto que atenta contra el buen comportamiento de este sistema, es que por lo general se trata de construcciones muy viejas y por lo tanto la madera está podrida o atacada por hongos o polillas.

En lo referente a la **mampostería simple (no reforzada)**, su comportamiento ante fuerzas sísmicas es inadecuado. La mayoría de estas estructuras fallan durante temblores.

Las construcciones de **mampostería confinada**, puede decirse que su comportamiento observado durante sismos ha sido satisfactorio. La contribución del marco perimetral de concreto reforzado es importante en cuanto a que provee al tablero de una mayor capacidad de deformación y de una liga muy efectiva con los elementos adyacentes.

En cuanto a la **mampostería con refuerzo interior**, si bien es cierto que en países desarrollados es de mucha utilización y se ha comprobado que en estos se ha logrado un buen comportamiento del sistema, en la práctica latinoamericana tiene una mala reputación y su comportamiento ha sido inadecuado. Principalmente por falta de supervisión durante el proceso constructivo.

Para el caso de **edificios de vital importancia y edificios complejos**, es recomendable que se hagan cálculos para verificar que la estructura resiste o por lo menos no falle completamente ante los fenómenos sísmicos fuertes.

### **10.3.2 Otros factores de vulnerabilidad de las construcciones**

#### **Paredes, techos y elementos pesados**

- Las estructuras principales flexibles no deberían ser rellenas con bloques rígidos
- Sobre las estructuras principales flexibles no deberían colocarse elementos muy pesados (por ej. tanques de agua).
- Las construcciones livianas no deberían llevar techos pesados.
- Los llamados "pisos blandos" (pisos con solo columnas y pocas paredes, sobre los cuales vienen otros pisos más rígidos) son particularmente peligrosos.

#### **Altura de las edificaciones**

- La altura de las edificaciones es un factor de riesgo cuando éstas no se diseñan correctamente. Al menos que se haga un diseño profesional, es mejor que la altura no pase de uno o dos pisos.
- Es mejor que la altura de un edificio sea la misma en todas sus partes.
- Suelen ser peligrosos los balcones en voladizo y las terrazas externas.

#### **Detalles constructivos**

- Los tipos de estructuras con bloques sólidos deberían tener columnas de concreto reforzado, y los bloques deberían ser fijados a las columnas.
- Las columnas deberían estar conectadas por refuerzos de acero a las fundaciones y a las soleras de coronamiento (vigas de concreto reforzado que dan la vuelta a la construcción, bajo el techo).
- Las estructuras de techo livianas deberían estar fijadas a la solera de coronamiento.

**Diseño de habitaciones**

- Los diseños asimétricos suelen ser más vulnerables.
- Las aperturas en las paredes (puertas, ventanas) deberían estar distribuidas regularmente.
- Las aperturas en las esquinas son particularmente peligrosas

**Calidad de los materiales**

- La arena y la grava utilizadas deberían ser lavadas.
- Las piedras utilizadas deberían ser de buena calidad.

**Calidad del trabajo y de los acabados**

- Las mezclas de concreto y mortero deberían hacerse correctamente.
- Los refuerzos deberían ser correctamente preparados y dispuestos.
- Las paredes y fundaciones no deberían ser debilitados por huecos para instalaciones.
- Una adecuada protección contra humedad y los insectos (en el caso de elementos de madera o similares) es necesaria para garantizar una resistencia a largo plazo.

## 11 BIBLIOGRAFÍA

**Aneas de Castro, S. (2000):** Riesgos y peligros, una visión desde la geografía. En: Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales. Universidad de Barcelona. No 60, 15 de marzo de 2000. <http://www.ub.es/geocrit/sn-60.htm>

**Aparicio, Francisco (1999):** Fundamentos de hidrología de superficie. Limusa, México.

**Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica – LA RED (2001):** Manual de construcción, evaluación y rehabilitación sismo resistente en viviendas de mampostería. [www.desenredando.org](http://www.desenredando.org)

**Besson, Liliane (1996):** Les risques naturels en montagne Traitement - prévention - surveillance. Editions Artès - Publialp

**Cardona, Omar Darío (1993):** "Evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo. Elementos para el ordenamiento y la planeación del desarrollo" en: Los desastres no son naturales, A Maskrey (compilador). LA RED, Tercer Mundo Editores, Bogotá. [www.desenredando.org](http://www.desenredando.org)

**Chow, Ven Te (1994):** Hidráulica de canales abiertos. McGraw-Hill, Bogotá.

**Chow, Ven Te; Maidment, David R.; Mays, Larry W. (1994):** Hidrología Aplicada. McGraw-Hill, Bogotá.

**COSUDE – AMUNIC (2002):** Instrumentos de apoyo para el análisis y gestión de riesgos naturales en el ámbito municipal de Nicaragua. EDISA, Managua.

**DIRDN (1992):** Glosario multilingüe de términos convenidos internacionalmente relativos a la Gestión de desastres Decenio Internacional para la Reducción de Desastres Naturales 1990-2000, DHA, Ginebra. Diciembre 1992

**EIRD (por parecer):** Living with Risk. A global review of disaster reduction initiatives. Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (EIRD / ISDR), Ginebra. [www.unisdr.org](http://www.unisdr.org)

**Fell R. and Hartford, D. (1997):** "Landslide Risk Management ". En Landslide Risk Assessment, D. Cruden, R. Fell editors, Balkema, pp 51-110

**FEMA (2000):** Guidelines for Determining Flood Hazards on Alluvial Fans. Federal Emergency Management Administration (FEMA), U S.A. [www.fema.gov](http://www.fema.gov)

**INETER (1998):** Las lluvias del siglo en Nicaragua: el huracán Mitch, las lluvias y otros eventos ciclónicos y su recurrencia en Nicaragua 1892 - 1998. INETER, Managua, Diciembre de 1998.

**INETER (1999):** Sismos de Nicaragua Catalogo sismológico anual INETER, Managua.

**INETER (2001):** Amenazas naturales en Nicaragua. INETER, Managua, 2001.

**INETER-ANGPA (1999):** Términos de referencia para la elaboración de estudios geológicos en la Ciudad de Managua. INETER, Managua.

**Lateltin, Olivier (1997):** Prise en compte des dangers dus aux mouvements de terrain dans le cadre des activités de l'aménagement du territoire. Oficina Federal del Ambiente, los Bosques y el Paisaje (OFEFP), Oficina Federal de la Economía de Aguas (OFEE) y Oficina Federal del Ordenamiento Territorial (OFAT), Berna, Suiza. [www.admin.ch/edmz](http://www.admin.ch/edmz)

**Linsley, Ray K. Jr.; Kohler, Max A.; Paulhus, Joseph L.H. (1988):** Hidrología para ingenieros. McGRAW-Hill, México.

**Loat, Roberto y Petraschek, Armin (1997):** Prise en compte des dangers dus aux crues dans le cadre des activités de l'aménagement du territoire. Oficina Federal de la Economía de Aguas (OFEE), Oficina Federal del Ordenamiento Territorial (OFAT) y Oficina Federal del Ambiente, los Bosques y el Paisaje (OFEFP), Berna, Suiza. [www.admin.ch/edmz](http://www.admin.ch/edmz)

**Monsalve, Germán (1995):** Hidrología en la Ingeniería. Dirección editorial: Departamento de Publicaciones, Escuela Colombiana de Ingeniería, Colombia.

**Murck, Barbara; Skinner, Brian y Porter, Stephen (1997):** Dangerous Earth. An Introduction to Geologic Hazards. John Wiley & Sons, Inc.

**OEA (1993):** Manual sobre el manejo de peligros naturales en la planificación para el desarrollo regional integrado. Organización de los Estados Americanos, Washington, D.C. [www.oea.org](http://www.oea.org)

**Ollier, Cliff (1969):** Volcanoes. The MIT Press, Cambridge, Mass.

**Ordóñez, Amado; Trujillo, Mónica y Hernández, Rafael (1999):** Mapeo de riesgos y vulnerabilidad en Centroamérica y México.

**Ortiz, Ramón (1996):** Riesgo Volcánico (Editor Científico). Serie Casa de los Volcanes. Cabildo de Lanzarote

**República de Nicaragua (2000):** Ley Creadora del Sistema Nacional para la Prevención, Mitigación y Atención de Desastres (Ley 337). La Gaceta, Diario Oficial, Managua. 07 de abril 2000.

**Tilling, Robert y Punongbayan, Raymundo (1993):** Apuntes para un curso sobre los peligros volcánicos (traducción de Bernardo Beate). Organización Mundial de Observatorios Vulcanológicos.

**Turner, Keith y Schuster, Robert (1996):** Landslides: Investigation and Mitigation. (Special report 247 of the U.S. National Research Council). Transportation Research Board.

**UNESCO (1993):** Multilingual landslide glossary.

**United Nations Department of Humanitarian Affairs (1996):** Experience and Lessons Learned from the Management of Major Disasters - Mudflows. United Nations.

**Van Dine, D.F. (1997):** Landslide hazard and risk assessment for small projects, preliminary studies and emergency response.

**Varnes, David (1984):** Landslide hazard zonation: a review of principles and practice UNESCO, Paris.

**Velásquez, Andrés; Rosales, Cristina (1999):** Escudriñando en los desastres a todas las escalas. Concepción, metodología y análisis de desastres en América Latina utilizando DesInventar. OSSO – ITDG – LA RED. [www.desenredando.org](http://www.desenredando.org)

**Wheelock, Jaime R. et al. (2000):** Desastres naturales de Nicaragua Guía para conocerlos y prevenirlos. IPADE/DIAKONIA, Hispamer, Managua.

**Wilches-Chaux, Gustavo (1993):** La vulnerabilidad global. LA RED. [www.desenredando.org](http://www.desenredando.org)

**Zilbert, Linda (2001):** Gestión local del riesgo, Material de apoyo para la capacitación; Desarrollando contenidos. Secretaría Ejecutiva del Sistema Nacional para la Prevención, Mitigación y Atención de Desastres – PNUD – COSUDE – Proyecto TGL/INIFOM, Managua.

**Zilbert, Linda (2002):** Hacia la construcción del Plan nacional de formación y capacitación del SNPMAD. Secretaría Ejecutiva del Sistema Nacional para la Prevención, Mitigación y Atención de Desastres – COSUDE – PNUD, Managua.