

pobres x desastres

Desastres
de origen natural
y cooperación
al desarrollo



Col·legi de Geòlegs
de Catalunya



Agència Catalana
de Cooperació
al Desenvolupament



pobresxdesastres

pobresxdesastres

Créditos

Textos

Marta Puiguriguer

Soporte a la redacción

María Albó, Dolors Ferrés, Jordi Font, Diana Ponce de León,
Juan Carlos García López-Davalillo, Òscar Jané, Roger Mata,
Juli Rubio, Cristina Solana, María de Marco, Jesús Barrio, Sara La Fuerza.

Corrección y traducción de textos

Polyglota SL

Fotografías

Geòlegs del Món, excepte Parc Natural
de la Zona Volcànica de la Garrotxa (PNZVG)
(p. 15.1), www.nodulo.org (p.37), Sara la Fuerza (p. 89)

Dibujos Anexos

Albert Martínez, excepto p. 91-92 (Albert Martínez-PNZVG) y p. 93 (Albert Martínez-Vicens Vives)

Diseño y realización

Domènec Orrit/APM

DL: B. ¿???????

Todos los derechos reservados

Geólogos del Mundo es una organización sin ánimo de lucro, creada en 1999 desde el impulso del ICOG (Ilustre Colegio Oficial de Geólogos) y la FEG (Federación Europea de Geólogos), cualificada por el Ministerio del Interior como una Entidad de Utilidad Pública en mayo de 2003.

Trabaja para la cooperación al desarrollo con un carácter técnico. Desde el conocimiento y la experiencia de las Ciencias de la Tierra pretende colaborar con otras organizaciones y actores de la población civil de los países llamados “en desarrollo” para procurar la mejora sostenible y participativa de su calidad de vida.

Las principales líneas de actuación son la gestión de los recursos naturales y de los riesgos geológicos orientadas a elaborar información geológica y herramientas de apoyo para la ordena-

ción territorial, el suministro de agua, la divulgación y la formación en los campos de las ciencias de la Tierra.

Estas actuaciones se realizan a través de proyectos, en los que, además de los componentes técnicos donde se genera la información, se incluyen acciones de transferencia de conocimiento y fortalecimiento de las poblaciones e instituciones beneficiarias, procurando el establecimiento de procesos que mejoren la participación desde una perspectiva de género y que faciliten la gobernabilidad en todos sus niveles.

La finalidad de Geólogos del Mundo es la de contribuir a la mejora sostenible de las condiciones de vida de los sectores más vulnerables de la sociedad civil, principalmente en los países empobrecidos.

Sedes y delegaciones

Geólogos del Mundo se estructura a través de diferentes delegaciones y también representaciones que actúan como sedes administrativas y ejecutivas en diferentes zonas.

Cataluña Avda. Paral·lel, 144-146 baixos 08015 Barcelona Tel. + 34 93 425 06 95 info@geologsdelmon.org	Aragón Avda. Tenor Fleta, 42 1º 4ª 50007 Zaragoza Tel. + 34 97 637 35 02 icogaragon@icog.es	El Salvador C/ Colima, 814. Col. Miramonte. San Salvador Tel/Fax. + 00 503 226 063 40 geologsdelmundo@integra.com.sv
Madrid Avda. Reina Victoria, 8-4ºB 28003 Madrid Tel. + 34 91 553 24 03 geologsdelmundo@icog.es	Asturias C/ Pérez de Ayala, 3 Esc. Izqda. 33007 Oviedo Tel. + 34 98 527 04 27 geologsdelmundo@hotmail.com	Andalucía Facultad de Ciencias. Campus de Fuenteventura s/n · 18071 Granada Tel. + 34 678 72 78 50 geologsdelmundo@icoga.es
Otras representaciones: la Coruña, la Rioja, Canarias y Lisboa.		

Presentación	6	Capítulo 1.	
Prólogo	7	Los desastres de origen natural:	
Introducción	8	riesgos no previstos y no prevenidos	10
		• Los riesgos geológicos	11
		- Cuestión de conceptos	11
		- Los riesgos inducidos	16
		- Índice de Riesgo de Desastres	17
		• Antecedentes históricos	
		de los desastres de origen natural	19
		• Importancia socioeconómica de los riesgos	
		geológicos y los desastres de origen natural	26
		- Evolución del número de desastres	27
		- Principales desastres	28
		- Desastres <i>versus</i> víctimas	32
		- Desastres <i>versus</i> costas	35
		• Los efectos de los desastres	
		y la resiliencia de las regiones	37
		- Los “pequeños y medianos” desastres	38
		- ¿Quién paga los platos rotos?	39
		- ¿Quién presta atención a los desastres?	40

Capítulo 2.**La reducción de los desastres de origen natural a través de la gestión del riesgo 43**

- ¿Qué significa gestión del riesgo? 44
 - Y la gestión integral? 46
 - Componentes de la gestión del riesgo 46
 - Escala de trabajo para la gestión del riesgo 50
- Modelo de trabajo para la gestión del riesgo 51
- Caracterización de los riesgos geológicos y
dimensionamiento de los recursos hidrogeológicos.
Directrices para la ordenación territorial del municipio
de Nejapa, Departamento de San Salvador,
El Salvador. 52
- Apoyo y fortalecimiento de la alcaldía de Santa
Tecla para la implementación de una unidad de
gestión de riesgos municipal, Departamento
de La Libertad, El Salvador 58
- Gestión integral de amenazas y vulnerabilidades
en el municipio de San Miguel, Departamento de
San Miguel, El Salvador. 64
- Programa integral para el ordenamiento
ambiental de la Laguna de Apoyo, Nicaragua 70
- Programa para la Integración Participativa
de la Gestión Ambiental y de riesgos en el Área
Metropolitana de San Salvador, (IPGARAMSS),
El Salvador 74

Capítulo 3.**Dinámicas del siglo XXI para la prevención de desastres de origen natural . . 81**

- Decenio Internacional para la Reducción
de Desastres Naturales 82
- Estrategia Internacional para la Reducción
de Desastres 83
- Objetivos de Desarrollo
del Milenio 83
- Los desastres de origen natural
y los movimientos migratorios 84

Anexos**Las amenazas geológicas y los peligros que suponen 87**

Presentación

La celebración del Decenio Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales declarado por la ONU en los años noventa, ha contribuido sin duda a una creciente conciencia internacional respecto de la necesidad de dedicar más esfuerzos a la prevención de desastres.

Desastres que se producen no solo por la exposición a un determinado fenómeno natural adverso, sino, sobre todo, por la situación de vulnerabilidad extrema en que se encuentran determinadas poblaciones como consecuencia de un proceso de explotación económica desigual y desmesurada. Así pues, aunque las catástrofes naturales se pueden producir efectivamente en cualquier lugar del mundo, estas tienen un efecto devastador en las poblaciones y los países en desarrollo.

La reducción de vulnerabilidades es, pues, la clave para evitar, o al menos reducir, los efectos de los desastres naturales. Teniendo en cuenta además que estas vulnerabilidades responden a una multiplicidad de causas, arraigadas muchas de ellas en el sistema social, económico y político, la estrategia de prevención de desastres también debe considerar diversas acciones y políticas que pasan por: la reducción de la debilidad social y económica de los sectores pobres y excluidos, mediante la promoción del desarrollo humano

sostenible y equitativo, así como la gobernabilidad y el respeto a los derechos humanos; la minimización del riesgo de que se produzcan desastres, evitando malas prácticas medioambientales, urbanísticas o de desarrollo; y, claro está, la consideración de todas las medidas de preparación, a partir de mecanismos tanto de predicción como de planes de contingencia y respuesta rápida.

Por estas razones la prevención de desastres debe ser un objetivo integrado en el marco de las políticas de cooperación al desarrollo. Este es nuestro convencimiento y nuestro compromiso, y así figura en el recientemente aprobado Plan Director de Cooperación al Desarrollo de la Generalitat de Catalunya, así como también en las estrategias de trabajo de la Agència Catalana de Cooperació al Desenvolupament y del Comitè Català d'Ajut Humanitari i d'Emergència. Objetivo compartido por muchas entidades de nuestro país, como Geólogos del Mundo, sin las cuales nuestra labor resultaría imposible.

Andreu Felip
Director de l'Agència Catalana
de Cooperació al Desenvolupament

Prólogo

Tiene el lector entre las manos una publicación muy singular. Geólogos del Mundo, la ONG vinculada al Colegio Oficial de Geólogos, aborda por vez primera unas jornadas con el propósito de dar a conocer la labor que lleva a cabo sobre desastres de origen natural y cooperación al desarrollo, labor que, por otra parte, no sería posible sin el estrecho vínculo y la relación excelente existentes con la Agència Catalana de Cooperació.

El incremento del número de desastres de origen natural registrado durante las pasadas décadas subraya la importancia de prevenir y, si es preciso, tomar medidas mitigadoras contra estos riesgos. El número de víctimas, las devastadoras destrucciones de infraestructuras, los efectos sobre la vida social y la consiguiente influencia en la economía causados por los desastres de origen natural sobrepasan con mucho los efectos combinados de los accidentes aéreos, marítimos y de tráfico.

En todos los niveles políticos, la reacción frente a los desastres consiste más en una concentración de las actuaciones que en adoptar medidas preventivas y mitigadoras. Teniendo en cuenta la dinámica climática actual, es decir, el *cambio climático* del que tanto se habla, y el aumento de la construcción en zonas vulnerables, este tipo de aproximación conduce solamente a un incremento constante de los costes. En cambio, la identificación y reducción de los riesgos disminuyen significativamente los costes y los efectos de los riesgos naturales: el coste de las investigaciones geocientíficas previas y de la cartografía de peligrosidad y riesgos es completamente marginal respecto a los

costes de reconstrucción necesarios después de un desastre de origen natural.

El reciente terremoto ocurrido en Perú enfatiza la importancia vital de reducir los riesgos derivados de los fenómenos geológicos. Cataluña no es una excepción; basta recordar que sufrió un terremoto destructor en el siglo XV, hace apenas un instante si lo medimos en tiempo geológico. Un fenómeno similar puede suceder cualquier día.

Tenemos mucho que aprender. Muchos desastres de origen natural se ven agravados por decisiones o acciones humanas inapropiadas. El incremento de la conciencia pública, así como del conocimiento de las ciencias geológicas, pueden contribuir a que los equipos gestores de los desastres tengan un mayor conocimiento de la situación y eviten así una posterior escalada de los problemas. El conocimiento geológico facilita las decisiones políticas encaminadas a adoptar las mejores medidas preventivas y de mitigación de los desastres de origen natural. Es en este contexto donde se enmarcan las jornadas sobre desastres de origen natural y desarrollo "Pobres x Desastres".

A continuación encontraréis información detallada sobre estos y otros temas relacionados, un compendio que, me consta, ha sido elaborado con esmero, esfuerzo e ilusión.

Joan Escuer Solé
Presidente del Colegio de Geòlegs de Catalunya

Introducción

Pobres x Desastres... el desastre que supone ser pobre frente las adversidades de la naturaleza

La geología es la ciencia que tiene por finalidad el estudio de la composición, la estructura, la morfología, la dinámica y la edad de la Tierra, y que elabora hipótesis que permiten reconstruir su historia y evolución. Los cambios geológicos se producen por regla general a una escala tan lenta que pasan inadvertidos para el ser humano, de modo que las cadenas montañosas y los valles tardan millones de años en formarse, los continentes se han aproximado y se han distanciado los unos de los otros durante los últimos 4.600 millones de años (edad de la Tierra), y los cambios se han ido sucediendo a una escala de tiempo demasiado millonaria para ser percibida por la humanidad.

La percepción que tiene la humanidad del paso del tiempo a escala geológica y de la dinámica de la Tierra sería comparable al de la mariposa que solo vive un día y se lo pasa succionando néctar de una flor. Para la mariposa, no hay más mundo que el de esta olorosa flor y poca conciencia tiene de que en pocos días se habrá marchitado y que ella ya no estará para verlo.

No obstante, hay determinados fenómenos de la dinámica terrestre que nos recuerdan que el planeta está vivo y en constante evolución; los terremotos y las erupciones volcánicas, entre otros, nos muestran cambios repentinos en cortos períodos

de tiempo y en puntos de la geografía concretos que nos anuncian que la historia de la Tierra prosigue.

A veces estos trastornos que alteran el reposo de la Tierra nos afectan de una forma más o menos drástica, lo que pueden ser fenómenos naturales que nos aleccionan y nos dan a conocer algunos de los secretos de la naturaleza pueden llegar a convertirse en verdaderos desastres.

Los desastres de origen natural comportan demasiado a menudo la destrucción de infraestructuras, del patrimonio arquitectónico, daños a los ecosistemas, el deterioro de los medios de vida, provocan gran número de damnificados, heridos, enfermos y muertos, además de traducirse en grandes pérdidas económicas que para muchas sociedades empobrecidas implican un retroceso que dificulta más aún su desarrollo.

Geólogos del Mundo es una Organización No Gubernamental que trabaja dentro de este contexto ha elaborado este documento que tenéis entre las manos bajo el título "Pobres x Desastres". Esta edición pretende ser una pincelada de la situación y dimensión de los desastres de origen natural que día tras día afectan a la humanidad, no quiere ser tan solo un compendio de datos que dé a conocer las causas naturales que desencadenan determinados procesos geológicos, como los corrimientos de tierra o los terremotos, y las causas

antrópicas que hacen que estos procesos propios de la dinámica de la Tierra se desarrollen, sino que también pretende ser una herramienta de análisis para explicar cuáles son las dinámicas de trabajo que ha llevado a cabo en el campo de la cooperación al desarrollo.

Geólogos del Mundo parte de la base de que las amenazas naturales pueden afectar a cualquier persona de cualquier rincón del planeta y que, por tanto, es necesario mejorar las condiciones de vida de la humanidad para que este perjuicio sea menor. Por eso se considera necesario crear las sinergias precisas para reducir los desastres de origen natural.

Por otro lado, GM quiere hacer notar la necesidad de incluir programas de gestión del riesgo en cualquiera de los proyectos que se llevan a cabo en el campo de la cooperación, ya que de poco servirá reubicar un campo de refugiados en la llanura de inundación de un río, construir una escuela sobre una falla en una región tectónicamente activa, perforar pozos en una zona con recursos hídricos pobres y contaminados, o impulsar políticas de atención a la emergencia sin prevención.

Este documento no pretende dar soluciones ni unificar datos, ni siquiera establecer métodos o dar respuestas concretas a multitud de preguntas tales como: ¿se están volviendo las sociedades más vulnerables a los riesgos naturales?,

¿cuáles son los factores sociales y físicos que influyen en los cambios de población en zonas de riesgo?, ¿cómo perciben y miden las sociedades los hechos que implican desastres de origen natural?, ¿existen suficientes acciones y recursos para la reducción de los desastres a escala local?, ¿quién registra los desastres olvidados que se dan en zonas no desarrolladas, comunidades rurales donde los pequeños desastres pueden ocasionar 1, 2 o 3 muertos al año, donde no existen los seguros, ni registros de población civil...?

Este documento busca tan solo sensibilizar sobre la problemática de los desastres de origen natural y dar a conocer cómo Geólogos del Mundo ha trabajado, y trabaja, para garantizar las posibilidades de desarrollo a partir de una concepción geológica y humana del problema de los desastres de origen natural.

**Pobres x Desastres...
el desastre que supone verse empobrecido
por el efecto de las adversidades naturales**

Los desastres de origen natural: riesgos no previstos y no prevenidos

En términos generales, se puede decir que todos los lugares de la Tierra han sido afectados, de una u otra manera, por algún desastre de origen natural ocasionado por fenómenos diversos, ya sea un terremoto, una inundación o un corrimiento de terreno. La magnitud de estos desastres no depende tan solo de los procesos naturales que los originan, sino también de las condiciones sociales y ambientales de los lugares donde tienen lugar.

¿A qué nos referimos al hablar de un desastre o de una catástrofe de origen natural?

Un desastre de origen natural es un acontecimiento desafortunado y lamentable producido por fenómenos naturales que causa cuantiosos daños a las personas y sus bienes, en un espacio geográfico y temporal determinado.

De acuerdo con las Naciones Unidas, las catástrofes naturales son aquellos desastres de origen natural que afectan a regiones que no pueden superar la situación de emergencia sin ayuda externa; generalmente, así sucede cuando se cumple uno de los siguientes criterios: se requiere la ayuda suprarregional o internacional, se producen miles de víctimas mortales, quedan sin hogar cientos de miles de personas, se generan pérdidas macroeconómicas considerables o se producen considerables daños asegurados. De esta definición quedan excluidos los pequeños desastres que a menudo



Sepultura de unas casas a causa de los efectos del terremoto ocurrido en El Salvador, 2001.

afectan a regiones con una elevada periodicidad y que ocasionan numerosas pérdidas microeconómicas, que año tras año van acumulándose y dan lugar a un empobrecimiento progresivo de las sociedades más vulnerables.

Los desastres de origen natural

no son lo mismo que los desastres naturales

Una inundación es por sí misma un proceso natural y no un desastre natural, pero puede convertirse en un desastre en la medida en que afecte a las personas o sus bienes. En este caso diremos que la inundación ha provocado un desastre de origen natural.

Los riesgos geológicos

Cuestión de conceptos

A menudo en el lenguaje cotidiano empleamos términos como **riesgo, peligro, daño y amenaza** para explicar los procesos y efectos relacionados con los desastres de origen natural. Pero cada uno de estos términos tiene su propio significado y hay que emplearlos bien si lo que queremos es hablar con propiedad.

RIESGO GEOLÓGICO: “es una contingencia desfavorable de carácter geológico a la que están expuestos los seres vivos y, en especial, el hombre y toda la naturaleza” (según el *Diccionario de Geología* del Institut d’Estudis Catalans).

Hay determinados procesos de la propia dinámica de la Tierra relacionados con fenómenos geológicos, meteorológicos y climáticos que pueden provocar desastres de origen natural. Estos procesos se transforman en **riesgos geológicos** cuando nos afectan de alguna manera; si no, no dejan de ser simplemente procesos naturales. **Podríamos afirmar que los riesgos se dan porque en el momento en que se desarrolla un proceso natural estamos presentes.**

Hablamos de **riesgos geológicos** cuando nos referimos a cualquier proceso originado a partir de la propia dinámica de la Tierra o por la acción antrópica que puede originar un **desastre de origen natural** y representar un peligro potencial para el ser humano.

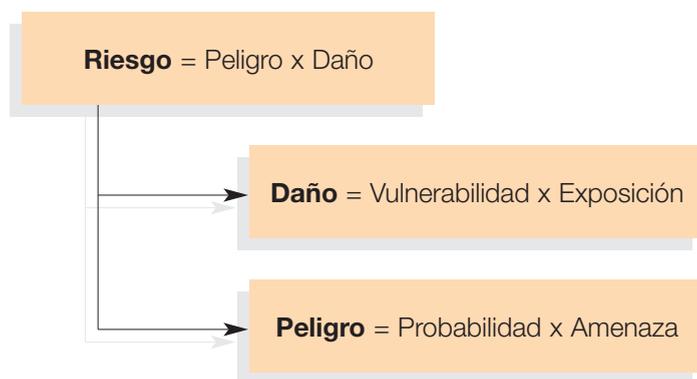


Efectos del terremoto ocurrido en El Salvador en 2001.

Una definición polémica...

Han sido muchos los autores que han trabajado en la definición del riesgo. Destacamos tres, Rowe (1977) define el riesgo como el producto de la probabilidad de ocurrencia de un peligro por el valor del daño (riesgo medido en unidades monetarias). Varnes (1984) define el riesgo en función de tres parámetros: peligro, vulnerabilidad y elementos bajo riesgo. Bell (1998) establece que la ocurrencia de un riesgo dado en un período particular de tiempo puede ser expresada en términos de probabilidad. A partir de todos estos estudiosos, aceptamos y proponemos la definición de riesgo como el peligro por el daño, ya que a través de esta fórmula podemos integrar los demás parámetros (probabilidad, amenaza, vulnerabilidad y exposición).

La definición del concepto de riesgo se expresa mediante una fórmula en la que se relacionan los siguientes términos: **peligrosidad, probabilidad, amenaza, daño, vulnerabilidad y exposición.**



PELIGRO: condición, proceso o acontecimiento geológico que supone una amenaza para el ser humano o su hábitat. La peligrosidad se expresa en función de la probabilidad de ocurrencia de una amenaza y de su energía.

AMENAZA: en términos geológicos, puede ser definido como un proceso con características específicas en cuanto a su origen, tipología y energía, que puede convertirse en un fenómeno dañino. Las amenazas de origen natural se clasifican en función del agente que las provoca.

PROBABILIDAD: expresa la frecuencia relativa de ocurrencia de un suceso, es decir, las veces que este se podría dar a lo largo del tiempo. Se trabaja a partir del tratamiento estadístico de registros de datos, o bien por medio de fórmulas empíricas. La

Clasificación de los principales tipos de amenazas naturales

Geológicas* (geodinámica externa o exógenas)	Inestabilidades gravitatorias Inundaciones Dinámica litoral Expansividad del terreno
Geológicas* (geodinámica interna o endógenas)	Vulcanismo Terremotos
Meteorológicas	Temporales (lluvia, nieve) Huracanes, ciclones Olas de calor o frío Caída de relámpagos Incendios
Climáticas	Sequía Desertización Efectos del calentamiento global del planeta

* En esta edición se describen las principales amenazas relacionadas con la geología y la cooperación al desarrollo.

estimación de la probabilidad se establece a partir del denominado **período de ocurrencia o de retorno:** intervalo de recurrencia media entre sucesos determinados que se calcula mediante métodos diferentes según el tipo de proceso geológico.

DAÑO: se refiere a los efectos nocivos que sufre un conjunto de elementos expuestos a una amenaza. Se expresa a través de dos componentes, la **exposición** y la **vulnerabilidad**, que dependen del marco social, económico y estructural de la zona amenazada.

Amenazas naturales por causas geológicas



Inestabilidades. Derrumbamiento en la sierra de El Bálsamo. El Salvador, 2001.



Inundaciones. Desbordamiento del río Acelhuate. Posterior al huracán Stan. El Salvador, 2005.



Dinámica costera. Costa de Sri Lanka afectada por el tsunami de 2004.



Expansividad del terreno. Socavón en la calle provocado por la disolución de los yesos del pueblo de L'Estartit. Girona, 2004.



Vulcanismo. Humaredas del volcán Santa Ana. El Salvador. 2005.



Terremotos. Fractura del terreno a causa de un seísmo, en la sierra de El Bálsamo. El Salvador, 2001.

Largos períodos de retorno y de calma

El volcán Monte Pinatubo (Filipinas), que había permanecido dormido durante 600 años, experimentó la que se considera la mayor erupción del siglo XX, en junio de 1991, y afectó al clima global de todo el planeta, de modo que el verano de 1992 fue más frío.

Parámetros per caracteritzar el peligro

Magnitud	Energía involucrada
Frecuencia	Veces que se da en el tiempo
Duración	Tiempo total
Velocidad	Tiempo desde el origen hasta el momento de máxima intensidad
Espacio temporal	Período del año en que se produce
Extensión superficial	Área física afectada
Dispersión espacial	Espacio potencial máximo afectado por el riesgo a largo plazo.

Los daños ocasionados por una determinada amenaza se cuantifican a partir de diferentes indicadores, dada la dificultad de evaluar los aspectos asociados a la vulnerabilidad. Los indicadores más comunes son los siguientes:

- **Personales:** número de víctimas, heridos, desplazados, evacuados, damnificados, afectados.
- **Materiales:** número de edificaciones afectadas, infraestructuras afectadas.
- **Medioambientales:** contaminación del agua, impacto sobre la flora y la fauna.
- **Económicos:** pérdidas directas o indirectas por la paralización de la producción, por la reconstrucción, costes de los bienes asegurados, etc.

EXPOSICIÓN: se refiere al conjunto de elementos expuestos al área de influencia temporal y espacial de una amenaza. Se expresa cuantitativamente en número de habitantes o infraestructuras afectadas.

VULNERABILIDAD: describe el grado de resistencia o susceptibilidad de un sistema respecto al impacto de los peligros naturales. Se puede medir como el grado de pérdida esperado que puede provocar un fenómeno destructivo, de una magnitud dada, sobre un elemento expuesto (personas o bienes). La vulnerabilidad depende de todos los aspectos que determinan el elemento expuesto: físicos, ideológicos, sociales, económicos, ambientales, políticos, educativos, etc.

Algunos vulnerables

El terremoto que se produjo en Armenia en diciembre de 1988, y que causó 25.000 muertos, tuvo una magnitud menor (un 40%) que el de Loma Prieta (California), en octubre de 1989, que afectó a una zona con mayor densidad de población y causó 65 víctimas mortales. La buena práctica en los proyectos de desarrollo y en la construcción de edificios en California hizo que se salvaran vidas y bienes.



Efectos del tsunami de 2004 que afectó la costa del sudeste asiático. Zona de Hambantota, Sri Lanka.

Cuanto mayor sea la **percepción del riesgo** por parte de la sociedad menor será su **vulnerabilidad**.

Hablemos con propiedad



Volcanes de la Garrinada y del Montsacopa en plena ciudad de Olot (Garrotxa, Girona). Se considera que los volcanes de la Garrotxa están inactivos. Suponen un riesgo bajo.



Volcán Kavachi en las Islas Salomón (en el sudoeste del océano Pacífico).

Es uno de los pocos volcanes activos submarinos visibles del mundo. Su actividad no afecta a vidas humanas o bienes materiales, por lo que el daño esperado que supone es prácticamente inexistente, y aunque puede convertirse en un peligro, el riesgo que ofrece es poco significativo.



Volcán del Vesubio desde la ciudad de Pompeya. Nápoles. La erupción del Vesubio en el 79 d. C. sepultó la ciudad de Pompeya bajo una lluvia de cenizas y arrasó Herculano con un corrimiento de lodo. Actualmente el volcán se halla en reposo, aunque la peligrosidad es alta y comporta un nivel de riesgo que puede afectar a unas 600.000 personas.

Geólogos del Mundo considera que muchos de los desastres de origen natural son el resultado de **riesgos no previstos y no prevenidos**, por lo que es preciso tratar los desastres mediante una correcta **gestión del riesgo**.

Los riesgos inducidos

Los peligros geológicos como las inundaciones, las erupciones volcánicas, los terremotos o los corrimientos de terreno se producen de manera periódica y afectan a la sociedad de una forma u otra en función de su vulnerabilidad.

La actividad humana puede incrementar o reducir la vulnerabilidad de la sociedad y del medio, ya que las acciones antrópicas pueden actuar como catalizadores de los procesos geológicos nocivos y favorecer que se den situaciones desfavorables para las personas y sus bienes. En este caso nos referimos a los **riesgos inducidos**: la desertización, los incendios forestales, la contaminación hídrica, edáfica y aérea, la degradación del paisaje, la sequía, los desastres tecnológicos y ambientales relacionados, el agotamiento de los recursos geológicos y los riesgos relacionados con la actividad minera son algunos de los riesgos inducidos que pueden aparecer como consecuencia de una mala planificación o de un mal uso del territorio.

Actualmente, uno de los factores que genera nuevos riesgos inducidos es la urbanización masiva, descontrolada y mal planificada. La concentración demográfica en grandes ciudades y la pobreza de buena parte de la población favorecen la creación de barrios marginales ubicados en zonas de elevado riesgo, donde las construcciones suelen ser precarias y vulnerables ante las amenazas naturales. Al mismo tiempo, esta urbanización también puede modificar el tipo y la escala de las amenazas y generar nuevos riesgos. Un ejemplo de este proceso es la edificación en las cuencas fluviales que altera sus regímenes hidráulicos, la desestabilización de las pendientes con los consiguientes deslizamientos de terreno, la contaminación del agua, el agotamiento de los recursos hídricos y la pérdida del conocimiento histórico del riesgo concreto que amenaza a una zona determinada. Por otro lado, las poblaciones rurales no están en mejores condiciones, y tam-



Colonia de Santa Lucía, Ilopango, en el área metropolitana de San Salvador, El Salvador.

En general el aumento del **riesgo inducido** está directamente relacionado con la **falta de planificación** frente al crecimiento y el desarrollo social.

bién están amenazadas a causa principalmente del deterioro del medio ambiente y del cambio climático.

En general, el aumento del riesgo inducido está directamente relacionado con la falta de planificación frente al crecimiento y el desarrollo social, que llevan nuevas sinergias no identificadas previamente. Este aspecto resulta especialmente patente en los países en vías de desarrollo, donde la vulnerabilidad es mayor y las amenazas, en muchas ocasiones, también.

Los riesgos inducidos

En el verano de 1999 Turquía fue víctima de un terrible terremoto que acabó con la vida de miles de personas. Uno de los efectos colaterales de este seísmo fue la destrucción total de la refinería de Tupras, en la ciudad de Izmit, y la consiguiente emisión de una nube de gas tóxico que obligó a evacuar una zona de varios kilómetros.

Índice de Riesgo de Desastres

El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) ha definido el **Índice de Riesgo de Desastres (IRD)**, un instrumento basado en los datos obtenidos entre los años 1980 y 2000 que permite calcular el riesgo medio de un país de sufrir víctimas mortales por los efectos de los desastres grandes o medios desencadenados por terremotos, ciclones tropicales e inundaciones, los cuales son los responsables de buena parte de las víctimas mortales por desastres de origen natural en el mundo. Este índice omite otros desastres, como los derivados de los conflictos armados, el hambre y las epidemias; tampoco se tienen en cuenta amenazas naturales como las erupciones volcánicas o los desastres relacionados con el cambio climático (como, por ejemplo, el aumento del nivel del mar).

EL IRD permite también determinar una serie de variables socioeconómicas y ambientales vinculadas al peligro de muerte y que pueden provocar un aumento de los procesos desencadenantes del riesgo de desastres. Se calibra según los datos de mortalidad proporcionados por la base de datos EMDAT, del Centro de Investigación sobre la Epidemiología de los Desastres (CRED).

Constituye el primer instrumento mundial de evaluación y medición de los desastres de origen natural; analiza y compara el grado de riesgo existente en cada país ante las catástrofes naturales en función del grado de exposición física, la vulnerabilidad y el riesgo mortal de los habitantes de los países.

El cálculo del IRD de los diferentes países puede efectuarse a través de los enlaces de la página web del PNUD (www.gridca.grid.unep.ch/undp). A continuación se muestran algunos datos que relacionan el número de desastres, el índice de desarrollo humano (IDH) y la vulnerabilidad relativa (es decir, el número de fallecidos por el número de personas expuestas).

Índice de Riesgo de Desastres

Riesgos por inundaciones

País	Número de desastres	IDH*	Vulnerabilidad relativa
España	0,52	0,87	9,44
El Salvador	0,33	0,64	25,48
Burkina Faso	0,24	0,29	22,37

Riesgos por terremotos

País	Número de desastres	IDH*	Vulnerabilidad relativa
Japón	1,14	0,90	9,12
Nicaragua	0,14	0,60	5,84
Pakistán	0,62	0,44	38,99

Riesgos por ciclones

País	Número de desastres	IDH*	Vulnerabilidad relativa
Australia	2,38	0,90	1,21
Honduras	0,19	0,61	321,38
Bangladesh	3,43	0,41	54,98

Fuente: EMDAT, base de datos internacionales sobre desastres de OFDA/CRED.
PNUD 2004. IDH: Índice de Desarrollo Humano

Con la lectura de estos datos seleccionados se puede observar claramente que los países con un índice de desarrollo humano más bajo, con un número de desastres comparativamente menor, son mucho más vulnerables que los países desarrollados.

Los datos que proporciona el **Índice de Riesgo de Desastres** permiten tener una visión general de la situación y distribución del riesgo a escala mundial.

Antecedentes históricos de los desastres de origen natural

Existe la idea general de que nunca se habían producido tantos desastres como ahora a causa de los peligros geológicos, pero en realidad siempre ha habido terremotos, inundaciones, aludes y erupciones volcánicas, y en general cabe decir que las amenazas han ido asociadas de manera constante a la historia de la Tierra y, por lo tanto, de la humanidad. El principal cambio que se ha producido en la rápida historia de los hombres es el aumento de su grado de exposición, y ello por varios motivos.

En el transcurso de los años podemos encontrar numerosos ejemplos de diferentes desastres de origen natural que han dejado su huella en la memoria de los tiempos por la gran destrucción y mortandad que han ocasionado. En este documento no se pretende confeccionar una lista de todos los pequeños y grandes desastres de origen natural (para eso están los anuarios y las enciclopedias); tan solo queremos dar a conocer algunos de los más destacados por el gran impacto que han ocasionado.

Catástrofes legendarias

Si hacemos un repaso rápido a la historia de los humanos relacionada con los desastres de origen natural, observamos que ha habido sucesos tan destacados que han dejado su huella en la memoria de la humanidad y han llegado hasta nuestros días a través de la mitología, las crónicas y los textos bíblicos. Este es el caso del mito de la desaparición de la ciudad de la Atlántida bajo las aguas del mar Egeo, que, más tarde, Platón recogería en sus Diálogos en el siglo IV a. C. La desaparición de la Atlántida se sitúa entre los años 1550 y 1650 a. C., y actualmente se explica como la consecuencia de una erupción explosiva que destruyó la isla de Santorini, precedida por un fuerte terremoto que, al mismo tiempo, generó un tsunami que arrasó completamente la antigua ciudad de Thera y destruyó literalmente la costa donde habitaba la antigua civilización minoica, al tiempo que causaba un gran número de víctimas desde Creta hasta Egipto.



El arca de Noé según una biblia alemana impresa en Nuremberg en 1570.

Otro acontecimiento destacado es el Diluvio Universal, interpretado científicamente en virtud de varias teorías según las cuales las inundaciones ocurridas en la desembocadura de los ríos Tigris y Éufrates fueron consecuencia de los efectos de un tsunami que anegó más de 100 km de las tierras, en aquel momento, más pobladas y ricas del mundo. Otras teorías sostienen que las inundaciones estuvieron relacionadas con lluvias monzónicas o fueron causadas por un ciclón acompañado de grandes olas y lluvias intensas. No es, pues, extraño que estos efectos fuesen para los babilónicos “universales”.

Otras batallas en materia de desastres son las relatadas por Plinio el Joven, el naturalista romano que observó y describió, en el 79 d. C., la erupción del volcán Vesubio, que sepultó la ciudad de Pompeya bajo una lluvia de cenizas y arrasó Herculano con un corrimiento de lodo.



Restos petrificados por la lava, que fosilizó a un habitante de Pompeya durante la erupción del Vesubio (al fondo) en el 79 d. C.

Catástrofes destacadas

Terremotos, tsunamis y erupciones volcánicas

Los terremotos, tsunamis y erupciones volcánicas son fenómenos que muchas veces van de la mano, y la destrucción que pueden llegar a provocar, cada uno de ellos, es sumatoria. Uno de estos episodios se produjo en 1755, cuando un terremoto sacudió Portugal y muchos de los supervivientes se dirigieron a la costa en busca de un refugio seguro donde protegerse de los incendios y el desplome de los edificios, pero allí se vieron sorprendidos por un tsunami que elevó la cifra total de muertos a 60.000 personas, más de un tercio de la población en aquella época.

Otro caso, esta vez asociado a una de las erupciones volcánicas más violentas de la historia moderna (Índice de Explosión Volcánica de 7), se produjo en 1815, cuando el volcán Tambora de la isla indonesia de Sumbawa entró en erupción, emitió una nube de ceniza que se expandió a más de 600 km de distancia y dio lugar a una lluvia de cenizas cubrió las zonas próximas al volcán con un espesor de hasta tres

metros. Los piroclastos y las nubes de ceniza acabaron con la vida de 12.000 personas, aparte de las 49.000 que fallecieron de hambre por la consiguiente pérdida de las cosechas. Esta erupción fue la causa del llamado “año sin verano”, ya que el verano de 1816 fue uno de los más fríos y lluviosos en Estados Unidos y Europa. Además, la erupción del Tambora generó un tsunami que acabó con la vida de más de 10.000 personas.

Posteriormente, en 1883, el volcán Krakatoa, también de Indonesia, explotó violentamente, de manera que la cámara magmática colapsó y se generó también un tsunami que afectó principalmente a las costas de Java y Sumatra. Esta vez el balance fue de 36.000 víctimas mortales. Se calcula que el Krakatoa explotó con una fuerza de 100 megatones (la bomba de Hiroshima tenía unos 20 kilotones).

Lista de algunas erupciones volcánicas históricas

Año	Zonas afectadas	Volcán	Víctimas humanas
79	Imperio romano	Monte Vesuvi	3.600
1586	Indonesia	Kelut	10.000
1631	Italia	Vesuvi	18.000
1783	Islandia	Laki	9.350
1792	Japón	Monte Unzen	15.000
1815	Indonesia	Tambora	92.000
1822	Indonesia	Galunggung	4.000
1883	Indonesia	Krakatoa	36.000
1886	Nueva Zelanda	Monte Tarawera	120
1887	Ecuador	Cotopaxi	1.000
1902	Martinica	Monte Pelée	29.000
1902	Guatemala	Santa María	6.000
1902	Saint Vincent	Soufrière	1.680
1912	Indonesia	Kelut	5.115
1953	Nueva Zelanda	Monte Ruapehu, Tangiwai	152
1980	Washington (est.)	Monte Saint Helens	57
1982	México	El Chichón	3.500
1985	Colombia	Nevado del Ruiz	23.000
1986	Camerún	Lago Nyos	1.746
1991	Filipinas	Monte Pinatubo	800
2002	Congo	Nyiragongo	245

Ya en el siglo XX, se considera que la mayor erupción la protagonizó en 1991 el volcán Pinatubo, al norte de Filipinas. Después de 600 años de calma, las coladas fangosas mataron a más de 800 personas y 1,2 millones de personas se quedaron sin hogar. Las cenizas expulsadas a la atmósfera por el volcán afectaron al clima global de la Tierra.

Otro tsunami ocurrido en 1946, provocado por un terremoto, acabó con la vida de 165 personas en Hawái y Alaska. El suceso hizo que los estados del área del Pacífico creasen un sistema de alerta de tsunamis, en funcionamiento desde 1949.

Otras regiones del planeta afectadas también por terremotos y tsunamis son las áreas del sudeste asiático bañadas por el océano Índico. Estas zonas fueron sorprendidas a finales del año 2004 por un tsunami provocado por un terremoto de magnitud 9,2 a la escala de Richter en el fondo marino que acabó con la vida de más de 200.000 personas y afectó a las costas de Sumatra, el golfo de Bengala, la India, Sri Lanka, Bangladesh, Tailandia, Mal, las Islas Maldivas, Myanmar (la antigua Birmania), Somalia, Madagascar, Tanzania, Kenia, las Seychelles y Sudáfrica. Este acontecimiento dio lugar al reciente desarrollo de un sistema de alerta de tsunamis para las regiones del océano Índico, del que hasta el momento carecían. Se considera que este seísmo es uno de los cinco peores conocidos desde 1900.

Todos los años se producen miles de movimientos sísmicos en la Tierra, muchos registrados solo por los sismógrafos y demasiado débiles para poder ser notados por la población. Pero cada año se producen también algunos de elevada intensidad en diferentes partes del mundo que se convierten en verdaderas catástrofes. Solo en Japón se producen unos 1.500 seísmos al año.



Países afectados por el terremoto y el tsunami ocurridos en el sudeste asiático en diciembre de 2004.

Hay muchos ejemplos de terremotos históricos a los que podemos hacer mención; seleccionamos el ocurrido en Chile en 1960, de magnitud 9,5, la más alta registrada en la historia. Cabe destacar también la crisis sísmica de El Salvador, del año 2001, con un balance de 944 víctimas mortales y más de un millón de damnificados. En este contexto centroamericano Geólogos del Mundo ha desarrollado buena parte de su tarea a través de varios proyectos y programas de cooperación al desarrollo. En la lista adjunta figuran algunos de los grandes terremotos de la historia; se han seleccionado aquellos que han comportado más víctimas mortales o que han sido más significativos.

Lista de algunos de los terremotos más destacados de la historia

Año	Zonas afectadas	Víctimas humanas
526	Costa del Mediterráneo	200.000
826	Grecia	45.000
856	Irán	200.000
893	Irán	150.000
1138	Siria	230.000
1201	Oriente Medio	1.100.000
1268	Sicilia (Italia)	60.000
1290	China	100.000
1556	Shaan-si (China)	830.000
1531	Portugal	30.000
1556	China	830.000
1667	Cordillera caucásica	80.000
1693	Italia	60.000
1727	Irán	77.000
1737	India N, Himalaya, Pakistán S y Bangladesh	30.000
1755	Norte Irán	40.000
1755	Portugal	70.000
1783	Italia	50.000
1797	Ecuador	40.000
1822	Asia Menor	22.000
1828	Japón	30.000
1868	África y Chile	25.000
1868	Ecuador y Colombia	70.000
1896	Japón	22.000
1906	San Francisco (EE. UU.)	3.000
1906	Chile	20.000
1907	Rusia	12.000
1908	Messina (Italia)	72.000
1915	Italia	32.000
1920	China	200.000
1923	Japón	143.000
1927	China	40.900
1931	China	10.000
1933	China	9.300
1933	NE de Japón	2.990
1933	California	117
1934	India y Nepal	10.700
1935	Pakistán-India	30.000
1939	Chile	28.000
1939	Turquía	33.000
1943	Turquía	4.000
1944	Argentina	8.000
1946	Japón	2.000
1948	Japón	3.800
1948	Unión Soviética	110.000

Año	Zonas afectadas	Víctimas humanas
1949	Ecuador	5.000
1949	Rusia	110.000
1952	Japón	8.233
1957	Irán N	12.300
1960	Marruecos	15.000
1960	Chile	5.000
1962	Irán	12.225
1966	Turquía	2.520
1968	Irán N	12.000
1970	China	10.000
1970	Perú	70.000
1972	Nicaragua	10.000
1974	China	20.000
1974	Pakistán	5.300
1976	Filipinas	8.000
1976	Guatemala	23.000
1976	Tangshan (China)	255.000
1978	Irán	15.000
1980	Argelia	5.000
1985	México	35.000
1986	El Salvador	1.500
1988	Armenia NW	25.000
1988	Himalaya (India)	975
1988	SW China	1.000
1990	Irán	50.000
1991	Pakistán e Irán	1.200
1991	India	1.600
1993	Latur (India)	10.000
1995	Kobe (Japón)	6.000
1998	Afganistán y Tayikistán	4.000
1989	San Francisco (EE. UU.)	67
1992	Egipto	550
1992	Indonesia	2.500
1993	India	9.700
1995	Kobe (Japón)	6.000
1999	Colombia	1.185
1999	Turquía	17.000
2001	San Salvador (El Salvador)	944
2001	India	20.085
2003	Afganistán NW	1.000
2003	Argelia NW	2.300
2003	Bam (Irán)	30.000
2004	SE asiático y África	280.000
2005	India N, Pakistán y Afganistán	86.000
2006	Indonesia	5.700

Inundaciones

Las inundaciones son un proceso estrictamente vinculado a las condiciones climáticas de las diferentes regiones del planeta: las precipitaciones, los huracanes, las tempestades costeras, los ciclones y la fusión de los hielos conducen a crecidas del nivel de las aguas de las redes fluviales y a los consiguientes desbordamientos. A este hecho se suman síndromes climáticos como los de El Niño o los efectos del cambio climático.

En China es donde se han producido las inundaciones más devastadoras de la historia. Las avenidas fluviales periódicas del río Yangzi y del río Amarillo han causado una gran pérdida de vidas humanas, aparte de los miles de muertos de hambre fruto de las inundaciones. Entre estas destacan las de 1887 del río Amarillo (entre 900.000 y 6.000.000 muertos) y la del año 1931 del río Yangzi (3.700.000 muertos).

Otra de las regiones también afectadas de manera periódica por las crecidas fluviales es los Estados Unidos, donde los desbordamientos del río Mississippi se producen de tres a cuatro veces por siglo. Las inundaciones son también inducidas por los huracanes, principalmente en la costa este de los Estados Unidos, con una periodicidad de una o dos cada década y con mayor frecuencia en la costa del Golfo. Un ejemplo reciente de este hecho ocurrió en 2005 como consecuencia del huracán Katrina, que arrasó la zona de Nueva Orleans y otras ciudades costeras de los estados de Luisiana y Mississippi. Causó 1.619 muertos y el agua llegó a los nueve metros de altura en algunos barrios de la ciudad de Nueva Orleans, razón por la que tuvo que ser evacuada.

La región de América Central y el Caribe resultó afectada en 1998 por el huracán Mitch, que provocó un balance extraoficial de 18.000 muertos. A este huracán se lo considera el segundo más mortífero de la historia del Atlántico, después del Gran Huracán de 1780; la mayoría de las muertes se produjeron a causa de las inundaciones y los corrimientos en Honduras y Nicaragua, y también en Guatemala y El Salvador. En 2005 el huracán Stan, descrito en los países de América Central como una tempestad tropical, afectó princi-



Desbordamiento fluvial en el Area Metropolitana de San Salvador, ocasionado por las intensas lluvias provocadas por el huracán Stan, El Salvador, 2005.

palmente a los territorios de Guatemala y El Salvador, donde se produjo el mayor número de muertos y donde muchas comunidades y pueblos quedaron completamente aislados.

La zona asiática se ve afectada de manera periódica por tifones, ciclones y tornados que causan un gran panorama de destrucción. En Bangladesh, en 1988, casi tres cuartas partes del país quedaron inundadas a causa de las lluvias monzónicas más intensas de los últimos 70 años; 2.000 personas murieron y unos 30 millones perdieron sus hogares. El 1989, las lluvias torrenciales volvieron a inundar varias zonas del continente asiático y acabaron con la vida de centenares de personas en Corea del Sur, el sur de la India, Pakistán, Bangladesh y China. Y así sucesivamente, año tras año, las lluvias monzónicas dan lugar a numerosas situaciones de catástrofe.

Dentro de la región europea cabe destacar dos episodios. El primero tuvo lugar en 1953 en Holanda debido a fuertes vientos y olas gigantes que ocasionaron inundaciones que cubrieron 200.000 hectáreas y en las que murieron 1.800

personas. Este desastre dio pie, en las décadas siguientes, a las mayores obras de ingeniería hidráulica del mundo. Posteriormente, en 1993, Bélgica, Francia, Alemania, España y los Países Bajos sufrieron las peores inundaciones de la última década del siglo XX. Muchos ríos, entre ellos el Rin, se desbordaron, siete personas perdieron la vida y los daños económicos fueron muy grandes. En agosto de 2002 las aguas de los ríos Elba y Danubio afectaron a buena parte de Europa central, y aunque no causó un gran número de muertos, este episodio comportó, de nuevo, una catástrofe económica y social.

En el Estado español los registros históricos muestran el importante riesgo de inundaciones de muchos sectores. Mencionemos algunas: la zona de Levante ha sido a menudo afectada por inundaciones: en 1957 se produjo la gran riada de Valencia, las cuencas del Turia y el Palancia inundaron buena parte de la capital y de Sagunt. Posteriormente, el cauce del río Turia fue desviado al sur de la ciudad. En 1962 se produjeron inundaciones en Cataluña, Baleares y Castelló; las fuertes lluvias provocaron el desbordamiento de algunos afluentes del río Besòs y causaron más de 700 muertos en Rubí, Terrassa y Sabadell. En 1983 las precipitaciones más intensas de la historia del País Vasco provocaron el desbordamiento del río Nervión durante la Semana Grande de Bilbao, hecho que provocó un balance de decenas de muertos y cuantiosos daños materiales. Desde entonces, el río ha sido sometido a varias modificaciones para prevenir futuras avenidas. Por último, uno de los sucesos más desafortunados fue el ocurrido en 1996 en el camping de la localidad aragonesa de Biescas, donde una riada, provocada por unas intensas lluvias de verano y un encharcamiento accidental, causó la muerte de 87 personas.

Inestabilidades

Los desprendimientos de tierra y los deslizamientos suelen ser consecuencia de otros fenómenos, como los terremotos, las erupciones volcánicas y el deshielo. Estos sucesos pasan a menudo más inadvertidos que otros porque su alcance es más puntual, aunque no dejan de representar peligros que han dado lugar a muchas situaciones de desastre; por regla

general generan grandes pérdidas económicas antes que un gran número de víctimas mortales.

El corrimiento de tierra más grande producido en el último milenio tuvo lugar en 1980 durante la erupción del monte Saint Helens en Estados Unidos. El volumen de material deslizado fue de 2,8 km³, aunque este hecho no se considera un desastre, ya que no supuso ningún riesgo para la población. En cambio, uno de los deslizamientos con más víctimas mortales se dio en la región china de Kansú, en 1920; ocasionó 200.000 muertos.

Otro de los episodios más destacados y que centró la opinión internacional se dio en 1985, cuando la violenta erupción del volcán colombiano Nevado del Ruiz, tras casi 150 años de inactividad, comportó el deshielo de la nieve y provocó un alud de lodo y agua que enterró y destruyó la ciudad de Armero, con un balance de 25.000 muertos.

Los episodios en que se relacionan inestabilidades gravitacionales como consecuencia de las crisis sísmicas son numerosos y se repiten todos los años en diferentes puntos



Corrimiento en el barrio de Las Colinas, en la localidad de Santa Tecla. El Salvador. 2001.



Corrimiento de tierras en el barrio de las Colinas, Santa Tecla, El Salvador, a causa de la crisis sísmica del año 2001, El Salvador.

del planeta. Mencionemos algunos: en 1988, en Nepal, un seísmo de magnitud 6,9 (en la escala de Richter) sacudió la región del Himalaya y provocó inestabilidades en las vertientes y corrimientos que destruyeron miles de hogares. Perdieron la vida unas 975 personas. En 1999, en Venezuela, las intensas lluvias comportaron el corrimiento de las vertientes de una cordillera en la zona de Vargas, que provocó la muerte de miles de personas y unos 300.000 damnificados. En 2001, a raíz de la crisis sísmica que afectó a El Salvador, en la localidad de Santa Tecla se produjo un gran deslave que sepultó un barrio de casas. En otro orden de causas hay que hacer mención del lamentable suceso de 2003 en el Cerro Puca Loma de la localidad boliviana de Chima, donde, como

consecuencia de una mala planificación de la actividad minera, se produjo un deslizamiento que dejó un balance de 24 muertos y más de un centenar de desaparecidos no identificados.

Dinámica climática actual

Por último, cabe destacar que en la actualidad el cambio climático se ha convertido en el factor más influyente en la gravedad de los desastres de origen natural. El aumento de la concentración de gases de efecto invernadero (dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, vapor de agua y ozono, entre otros), tanto naturales como de origen antropogénico, contribuye a que aumente la temperatura media de la Tierra. Las consecuencias de la dinámica climática actual pronosticadas por los científicos del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático son las siguientes:

- aumento de la temperatura media de 1,4 a 5,8 grados centígrados durante este siglo,
- desertificación de ciertas zonas del planeta,
- lluvias de carácter torrencial en otras zonas,
- aumento del nivel del mar de entre 9 y 88 cm para el año 2100, que inundaría zonas hoy densamente pobladas,
- difusión de ciertas enfermedades de tipo tropical en zonas actualmente de clima templado.

Dentro de este contexto, no es de extrañar que el año 2004 fuera el cuarto más cálido registrado históricamente, después de 1998, 2002 y 2003. Además, entre los 10 últimos años encontramos 9 entre los más cálidos desde 1861.

Siempre ha habido desastres de origen natural que han afectado de manera destructiva a las personas y sus bienes, pero en la actualidad los **escenarios de riesgo** han cambiado y la **exposición de la población** es más elevada.

Importancia socioeconómica de los riesgos geológicos y los desastres de origen natural

Los fenómenos geológicos como los terremotos, el vulcanismo, los tsunamis y las tempestades, entre otros, se han mantenido más o menos constantes a lo largo de la historia de la Tierra, pero las pérdidas humanas y económicas han ido en aumento; es decir, los desastres de origen natural y los riesgos geológicos que comportan han ido incrementándose. La razón de esta pérdida de calidad de vida frente a las fuerzas de la naturaleza se debe, en buena medida, al hecho de que la humanidad está cada vez más expuesta a los peligros que derivan en desastres de origen natural. Hay varios factores que contribuyen a que el grado de exposición sea cada vez mayor. La elevada vulnerabilidad de determinadas sociedades y la magnitud más violenta de los procesos, la deforestación, los efectos del cambio climático, la contaminación, la destrucción de las defensas ecológicas, la urbanización descontrolada, el aumento demográfico y la concentración urbana son algunas de las causas que hacen que el daño causado a las personas y sus bienes por un determinado peligro sea cada vez mayor. Asimismo, cabe destacar que el incremento de las comunicaciones y del acceso a la información aumenta la sensación de que hoy en día se producen más fenómenos destructivos que antes.

En este sentido, los datos globales mundiales indican que la mayor parte del crecimiento demográfico se está produciendo en las zonas urbanas de los países de África, Asia, América Latina y el Caribe; se calcula que más de 1.000 millones de personas se concentran en grandes ciudades. En muchos casos estas megalópolis están ubicadas en zonas potencialmente peligrosas, como en el caso de Ciudad de México o Managua (Nicaragua), con un riesgo sísmico muy elevado. El crecimiento urbanístico rápido y mal planificado reduce la calidad de las infraestructuras, las viviendas, los sistemas de saneamiento, el acceso al agua potable y la organización social, política y labo-



Colonia de Santa Lucía, en Ilopango, en el área metropolitana de San Salvador, El Salvador.

ral, hasta el punto de que el riesgo al que están sometidos los asentamientos informales es muy alto, y los riesgos inducidos que estos asentamientos generan también lo son. Este es el caso de algunas ciudades como Bogotá, Bombay, Delhi, Buenos Aires, Lagos (Nigeria) y Lusaka (Zambia), donde entre el 50 y el 60% de los habitantes viven en situación de elevada exposición física. Este porcentaje se eleva al 60 y 70% en los casos de Dar es Salaam (Tanzania) y Kinshasa (República Democrática del Congo), y a más del 70% en Addis Abeba (Etiopía), El Cairo, Luanda (Angola) y Casablanca (datos del PNUD, 2004; origen de los datos: www.unhabitat.org).

Según datos del Programa de las Naciones Unidas (PNUD), el 75% de la población mundial en más de 100 países ha esta-

do expuesta periódicamente a los desastres de origen natural, por lo menos una vez entre 1980 y 2000. Estas personas se han visto afectadas por un terremoto, un ciclón tropical, una inundación o una sequía, y se han producido más de 184 muertos al día (1,5 millones durante todo el período) en diferentes partes del mundo. Si bien solo el 11% de las personas expuestas a amenazas naturales viven en países con un bajo índice de desarrollo humano, representan más del 53% del total de las muertes, mientras que el 15% de la población expuesta se localiza en los países con un alto índice de desarrollo, y las muertes causadas por desastres de origen natural son allí del 1,8%. Hay que añadir que **en todo el mundo, por cada muerte, aproximadamente 3.000 personas se hallan expuestas a los peligros naturales.**

Población expuesta a amenazas naturales

11% población expuesta en países en vías de desarrollo	→ 53% morts
15% población expuesta en países con alto índice de desarrollo	→ 1,8% morts

Datos obtenidos de un informe elaborado el año 2004 por el PNUD.

Evolución del número de desastres

Los desastres de origen natural y los siniestros antropogénicos (por ejemplo, explosiones industriales o incendios) causan anualmente miles de muertos y generan pérdidas millonarias a la economía mundial. Son muchos los datos que se barajan en diferentes entidades que tienen por objetivo cuantificar el número de desastres, las víctimas, los fallecidos y los daños materiales y económicos ocasionados por las catástrofes; se puede decir que hay tantos datos diferentes como entidades, y que a veces las cifras bailan según se consideren unos u otros parámetros. La divergencia de los datos en función de las fuentes se debe, en parte, al hecho de que una de las deficiencias importantes en el tratamiento de los datos mundiales en materia de desastres es la falta de metodologías estandarizadas.

Varios estudios indican que la ocurrencia de desastres de origen natural ha aumentado el 50% cada década entre 1900 y 1990, acelerándose significativamente desde 1950 (Kreimer y Munasinghe, 1994). De acuerdo con los informes de diferentes entidades aseguradoras, el número de desastres de origen natural durante los años noventa triplicó el de los sesenta, y a escala económica las pérdidas se multiplicaron por ocho. En este sentido el aumento demográfico mundial ha sido muy grande, y se ha pasado de una población de 3.000 millones de personas en 1960 a 6.000 millones a finales de los años noventa.

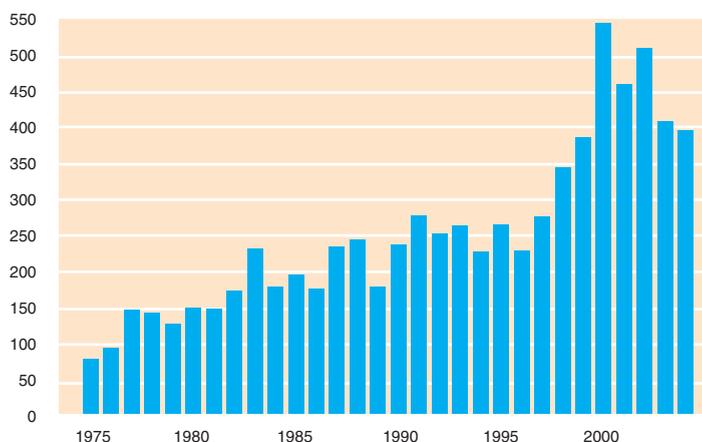
Pérdidas económicas anuales pels desastres d'origen natural

	Pèrdues econòmiques	Población mundial (millones de persones)
1960	75.500 millones de \$	3.000
1970	138.400 millones de \$	3.700
1980	213.900 millones de \$	4.400
1990	659.900 millones de \$	5.300

Datos obtenidos de un informe elaborado el año 2002 por la compañía de seguros Munich Re.

Según los datos extraídos del Centro de Investigación de la Epidemiología de los Desastres (CRED) y la Oficina de EE. UU. de Asistencia a los Desastres Extranjeros (OFDA), entre los años 1995 y 2004 se ha registrado cada año una media de 322 catástrofes naturales (estos datos consideran un desastre natural aquellos fenómenos en los que mueren como mínimo 10 personas y resultan afectadas al menos 100). Hay que destacar que hay años fatídicos en materia de desastres naturales en que los datos superan de largo las medias; es el caso del año 2005, en que el número de desastres de origen natural ascendió a 428, o el año 2006, en que los datos se situaron en 395 (226 por inundaciones, 66 por tempestades y 30 relacionados con las temperaturas extremas). No olvidemos, sin embargo, que cada vez hay más sistemas de detección de desastres y una mayor y mejor transmisión de información, por lo que es posible que el aumento del número de desastres esté en parte enmascarado por este hecho.

Número de desastres naturales en el periodo 1975-2004



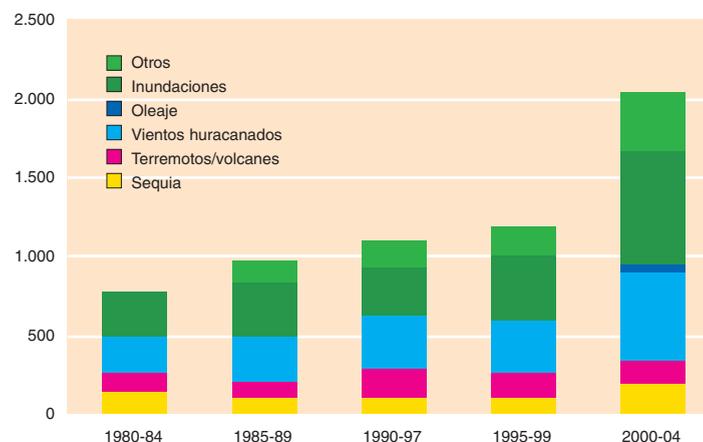
En el periodo de 2000-2004 el número de desastres de origen natural se ha incrementado 1,55 veces respecto al periodo 1995-1999.
Fuente: *Hazards of Nature, Risk to Development*. IEG, World Bank, Washington DC, 2006, 181 p.

Principales desastres

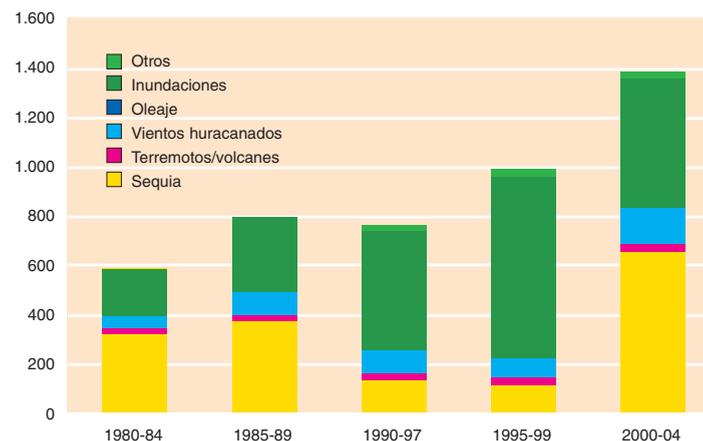
Los principales desastres de origen natural a que se enfrenta la humanidad se producen a causa de las inundaciones, las tempestades (huracanes y ciclones) y los terremotos; de todos estos, los que se cobran más vidas humanas son los terremotos, seguidos de las inundaciones y las tempestades. El desenlace de los riesgos inducidos, como las sequías, también es la pérdida de muchas vidas humanas, a causa del hambre, y grandes costes económicos.

Según datos de CRED/OFDA, durante el período 1995-2004 se vieron afectados por desastres de origen natural 108 países (durante el fatídico año 2005 este dato ascendió a 127). El continente más castigado es Asia, seguido de América Latina-Caribe y África. El pico de ocurrencia de desastres de origen natural, determinado por la distribución de víctimas mortales y pérdidas materiales por regiones, pone de manifiesto que la mayoría de los daños totales provocados se dan en países en vías de desarrollo o con un índice de desarrollo medio (correspondiente al 46,5% de todos los países del mundo).

Frecuencia de catástrofes naturales (1980-2004)



Personas afectadas por catástrofes naturales (1980-2004)



Fuente: Datos extraídos de la base de datos EM-DAT (CRED/OFDA).

Desastres naturales ocurridos en el mundo en 1995-2004, por continente y tipo de fenómeno

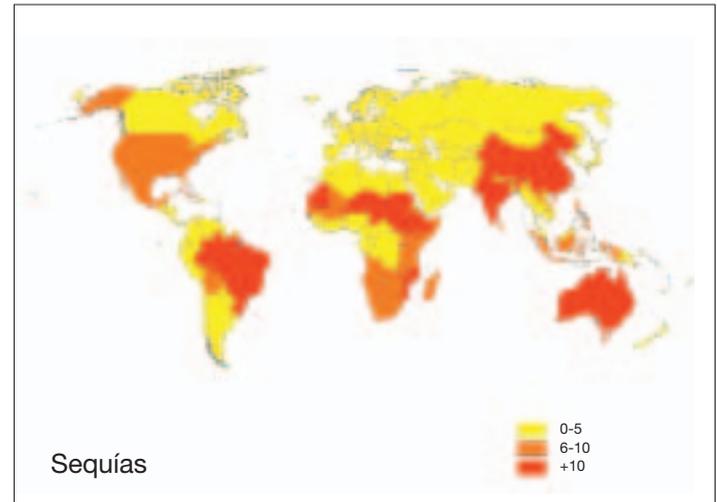
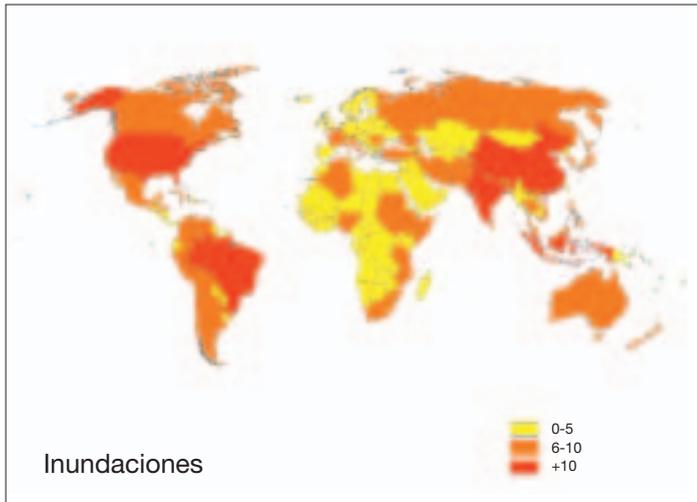
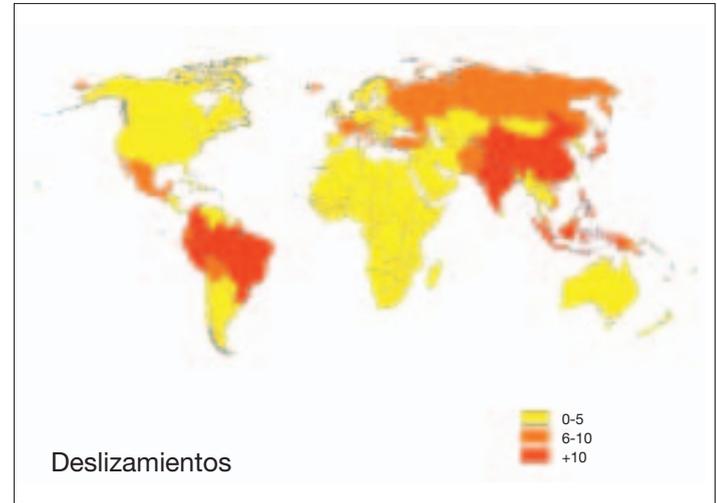
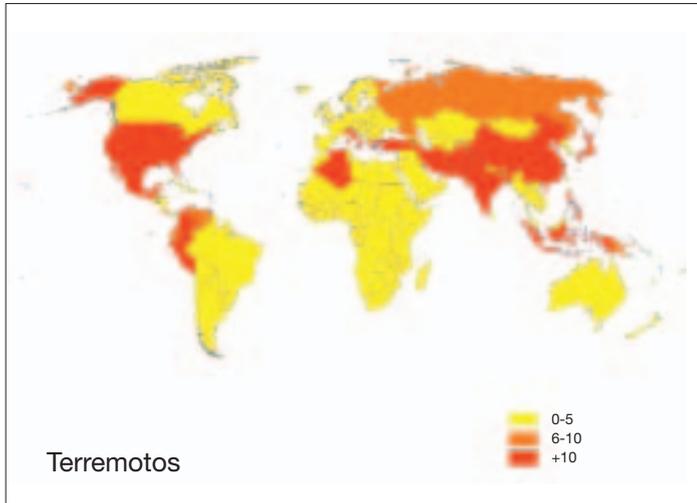
	África	América	Asia	Europa	Oceanía	Total
Inestabilidades gravitatorias	11	44	112	19	8	194
Sequías	120	48	85	14	9	276
Terremotos/tsunamis	17	50	154	50	8	279
Temperaturas extremas	8	37	44	63	2	154
Inundaciones	277	267	432	199	35	1.210
Incendios forestales	12	63	22	46	9	152
Erupciones volcánicas	4	23	13	2	6	48
Tempestades de viento	69	305	320	94	68	856
Otros	14	3	10	1	2	30
Total	532	840	1.192	488	147	3.199

Datos Obtenidos del World Disasters report 2005, International Federation of Red Cros and Red Crescent Societies. Basado en datos EM-DAT (CRED/OFDA).

En el Estado español los desastres de origen natural más significativos se producen a causa de los temporales, seguidos de las inundaciones y las olas de calor o frío. Los terremotos que han sacudido al territorio español en los últimos cien años han sido moderados; destaca el seísmo de 6,4 en la escala de Richter que afectó a Andalucía en 1884. En este sentido, cabe destacar que los movimientos se dan como consecuencia de las fracturas, tectónicamente activas, por lo que no se puede descartar que en el futuro se puedan producir más terremotos significativos.

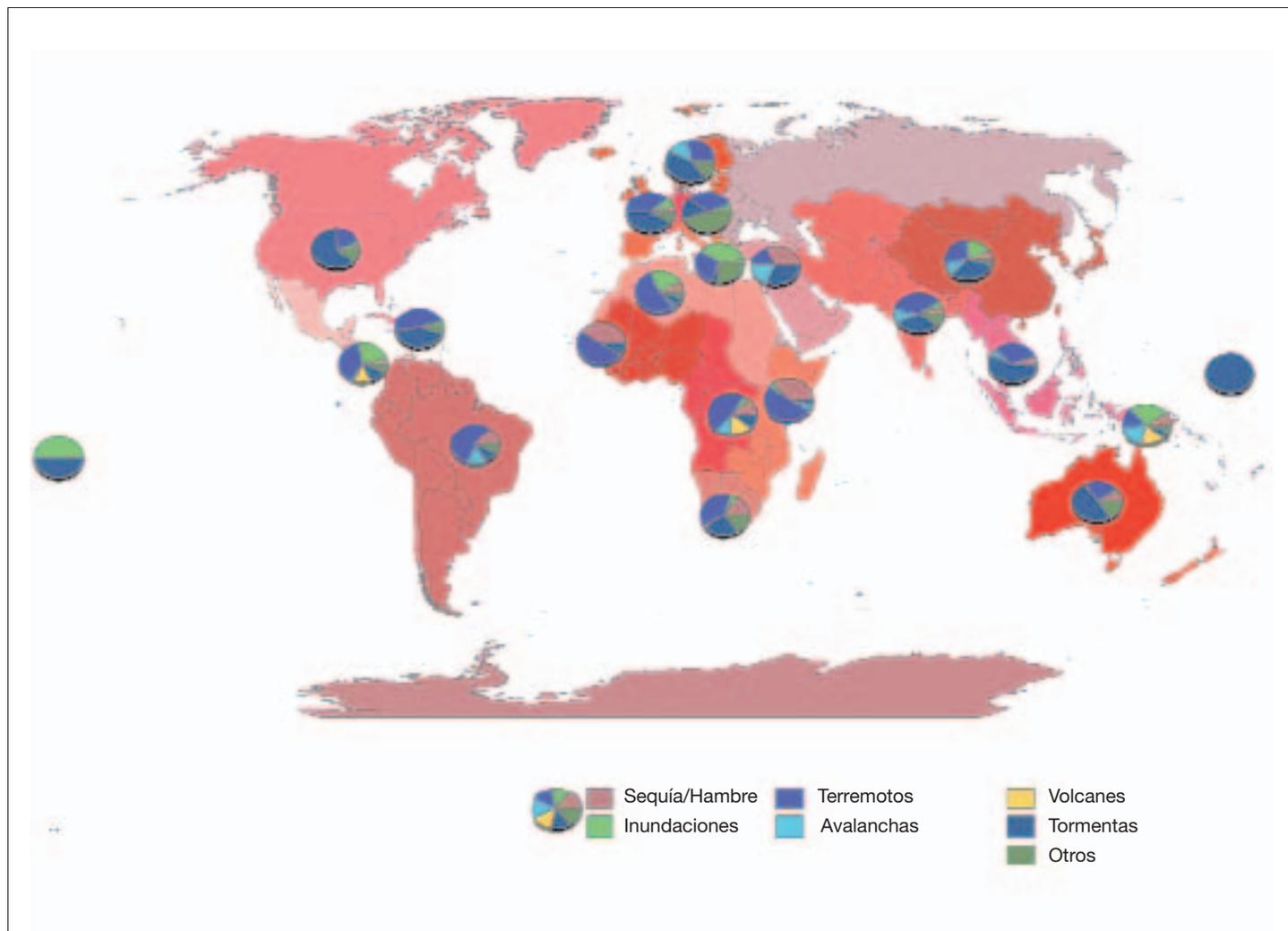
Los principales desastres de origen natural a que se enfrenta la humanidad se producen a causa de las inundaciones, las tempestades (huracanes y ciclones) y los terremotos. El continente más castigado es Asia, seguido de América Latina-Caribe y África.

Número de desastres de origen natural por país (periodo 1974-2003)



Fuente: Mapas elaborados a partir de los datos obtenidos de "International Disaster Database EM-DAT", OFDA/CRED.

Proporciones de tipos de desastres de origen natural por subregiones del mundo (periodo 1974-2003)



Fuente: Mapas elaborados a partir de los datos obtenidos de "International Disaster Database EM-DAT", OFDA/CRED.

Desastres versus víctimas

Los desastres de origen natural causan al año cientos de miles de víctimas entre muertos, desaparecidos y damnificados. Se calcula que, por cada muerte, se deben contabilizar entre cinco y diez heridos y unas cincuenta personas que pierden el hogar.

Un análisis comparativo del número de muertos fruto de los desastres de origen natural con las muertes asociadas a riesgos laborales o accidentes de tráfico, pone de manifiesto que en el primer caso la mortalidad es mucho más baja. Ahora bien, los accidentes de tráfico raramente ocasionan más de diez muertes y no comportan una gran destrucción de infraestructuras, y mucho menos una convulsión económica importante, mientras que en un desastre de origen natural, los sucesos con más de diez muertes son habituales y la destrucción de infraestructuras puede llegar a ser enorme.

Los terremotos son la principal amenaza que evoca situaciones catastróficas con más víctimas mortales. Estos fenómenos, además, pueden desencadenar la aparición de otros riesgos inducidos, como la generación de tsunamis con efectos también devastadores, aparte de incendios y explosiones fortuitas. Pese a todo, el principal agente que afecta a la sociedad y sus bienes son las inundaciones, seguidos de los temporales de viento.

El número de víctimas mortales anuales ocasionadas por desastres de origen natural asciende a decenas de millares, y el número de personas afectadas, a cientos de millones. Según el informe elaborado por el PNUD-2004, en el período 1980-2000 fallecieron 1,5 millones de personas a causa de los desastres de origen natural, y el número de personas expuestas por diferentes amenazas asciende a más de cien millones.

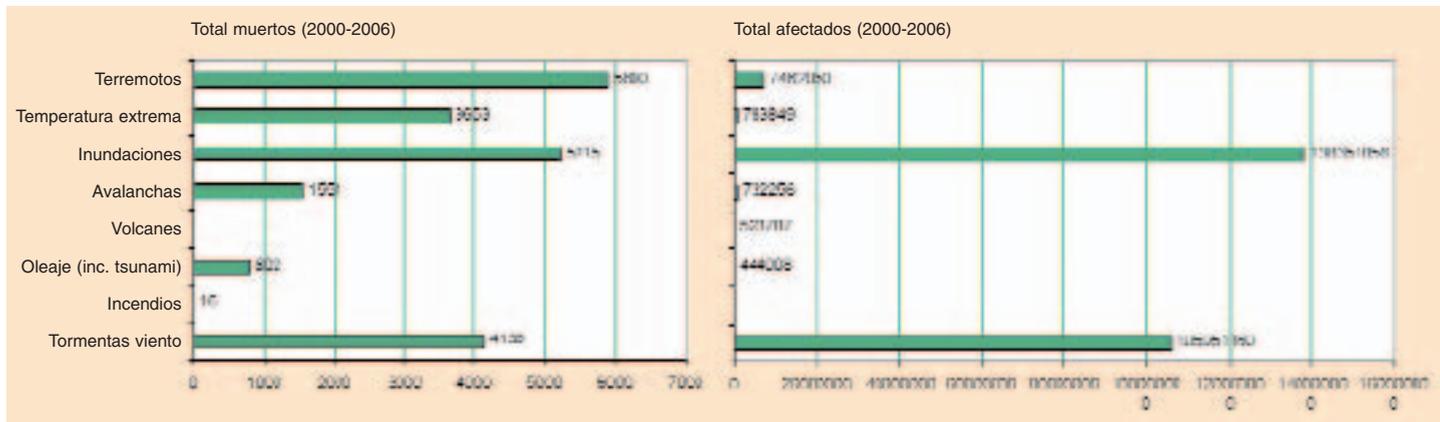
Amenazas	Víctimas expuestas (millones de personas)	Factores determinantes del riesgo
Terremotos	130	Países caracterizados por un rápido crecimiento urbano y una elevada exposición física.
Ciclones tropicales	119	Países con grandes extensiones de tierra de cultivo y una elevada exposición física.
Inundaciones	196	Países con un bajo PIB per cápita, baja densidad demográfica local y gran exposición física.
Sequías	220	Los estados africanos son los más afectados.

Font: Datos extraídos del Informe del PNUD 2004 (período 1980-2000).

Datos de las empresas de reaseguros como Münchener Rück 2005 apuntan para el período 1950-2005 una media de 30.000 muertos al año: el 54% a causa de terremotos/tsunamis y erupciones volcánicas, el 38% por tempestades, el 7% por inundaciones y el 1% por otros fenómenos, como olas de calor, sequías, incendios forestales y heladas. Swiss Re eleva esta cifra a 56.000 muertos al año (también incluye las víctimas de los siniestros antropogénicos: accidentes industriales, incendios, etc.) y destaca años fatídicos como 2004, en que se produjeron 300.000 muertos (280.000 corresponden a las víctimas del tsunami de Indonesia) y 2005, con un balance de 95.000 víctimas mortales.

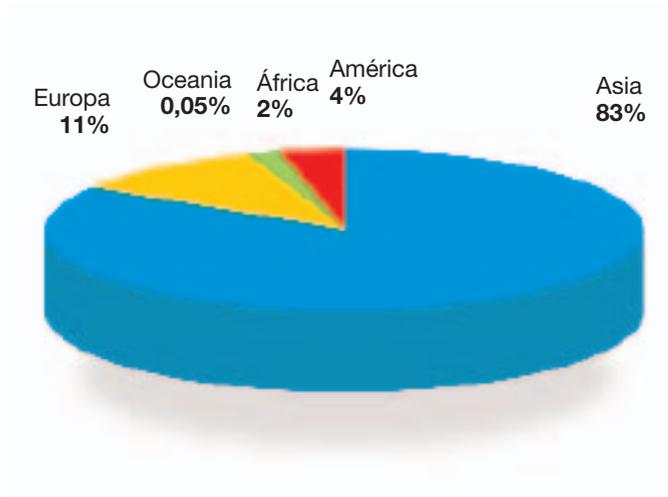
Por otro lado, el CRED indica que, desde la década de los noventa, los desastres de origen natural han ocasionado unos 58.000 muertos cada año y que el número de afectados ronda los 225 millones de personas anuales.

Número de personas afectadas y número de personas muertas por catástrofes de origen natural en el período 2000-2006.



Fuente: Datos obtenidos de "International Disaster Database EM-DAT", OFDA/CRED.

Número de personas muertas por catástrofes de origen natural por continente para el período 2000-2005.

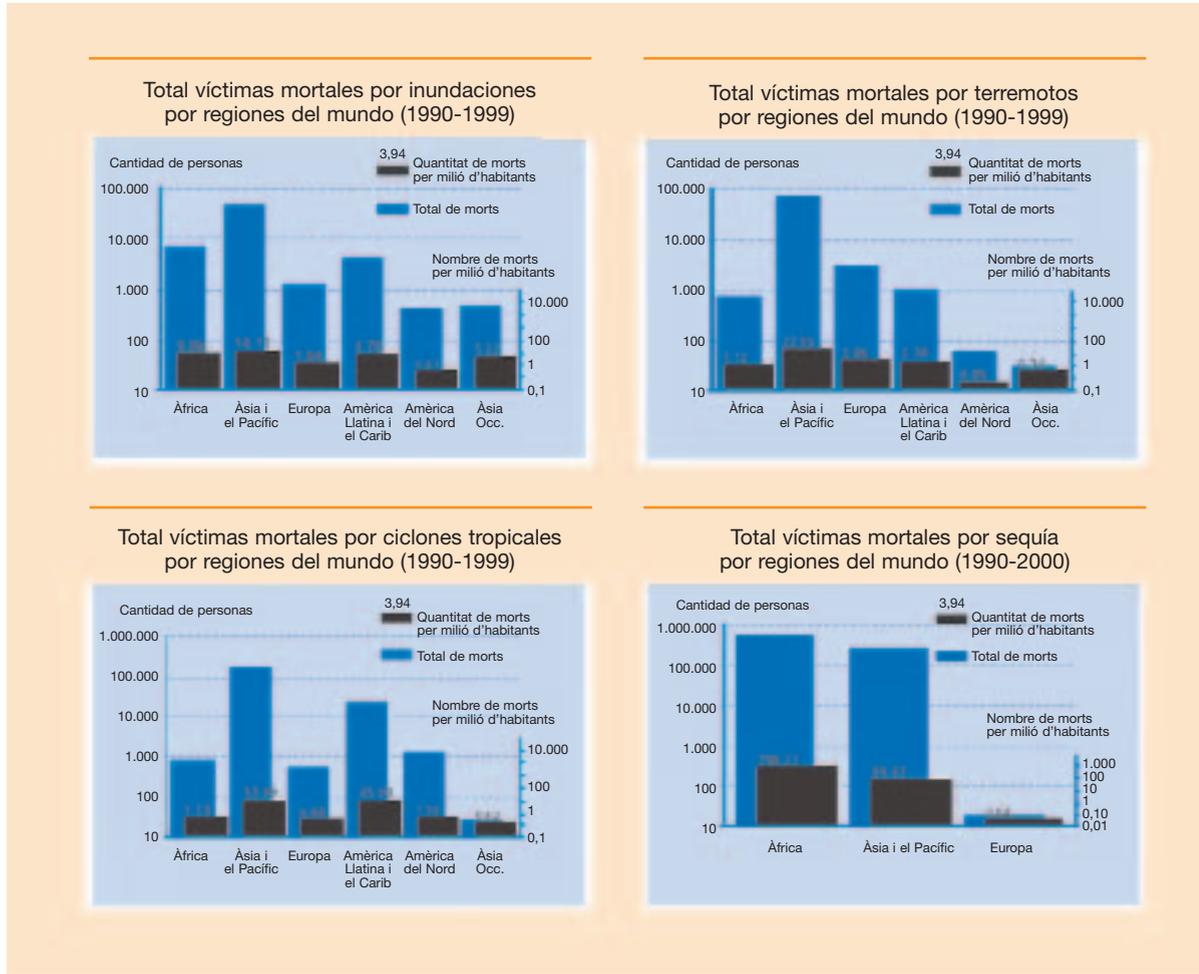


Fuente: Datos Obtenidos de "International Disaster Database EM-DAT", OFDA/CRED.

Las regiones con más víctimas mortales se encuentran en Asia y el Pacífico, principalmente a causa de los ciclones tropicales, los terremotos y las inundaciones. La región de América Latina y el Caribe se ve afectada principalmente por ciclones e inundaciones, y África por la sequía y las inundaciones. Finalmente, en Europa los terremotos provocan grandes pérdidas relativas.

Solo África supera el número de muertos de Asia a causa de las sequías. Por otro lado, se debe precisar que Asia y África sufren las consecuencias de una carga desproporcionada en cuanto a las pérdidas que ocasionan los desastres. Por poner un ejemplo, en 2005 el 88% de las muertes y el 96% de las personas que resultaron afectadas por desastres de origen natural pertenecían a estas dos regiones.

Total de víctimas mortales por inundaciones, terremotos, ciclones tropicales y sequías por diferentes regiones del mundo, 1990-1999 (para las sequías se toma el periodo 1980-2000).



Font: Centre de Recerca de l'Epidemiologia dels Desastres (CRED) i Oficina dels EUA d'Assistència als Desastres Estrangers (OFDA). International Database www.em-dat.net.

Actualmente el 85% de la población expuesta a terremotos, ciclones tropicales, inundaciones y sequías vive en países con un índice de desarrollo humano medio o bajo.

En el Estado español el número de víctimas mortales fruto de fenómenos naturales en el período 1995-2004 ascendió a 752, repartidas según los diferentes procesos: 229 por inundaciones, 182 por temporales marítimos, 139 por tempestades, 84 por olas de calor, 53 por incendios, 27 por aludes de nieve, 21 por corrimientos y 17 por episodios de frío y nieve.

Fuente: Banco público de indicadores ambientales del Ministerio de Medio Ambiente.

Desastres versus costes

El aumento del número de desastres va acompañado de un evidente incremento de los costes humanos y materiales. Las pérdidas económicas medias anuales son del orden de millones de dólares. Los desastres de origen natural que causan más pérdidas económicas son las tempestades, seguidas de los terremotos y las inundaciones, con evaluaciones de costes semejantes. Por regla general, las diferentes cifras relativas a los costes que suponen las grandes catástrofes se relacionan con las pérdidas directas de infraestructura y de bienes; a falta de datos, no suelen considerar las consecuencias económicas producidas por la disminución de la producción.

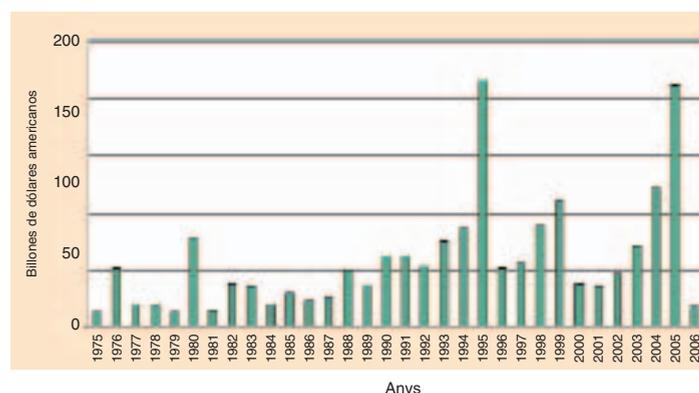
Para tratar este tema y hacernos una idea del coste económico anual que suponen los desastres de origen natural se expondrá el ejemplo del año 2005, uno de los más devastadores de la historia, en el que los costes fueron del orden de: 5.000 millones de \$ a causa de los terremotos, tsunamis y volcanes, 14.000 millones de \$ por las inundaciones y 139.000 millones de \$ por las tempestades.

Según datos elaborados por el Grupo de Investigación de la empresa aseguradora Münchener Rück, las pérdidas medias anuales de los últimos 55 años (1950-2005) son de 25.000 millones de \$ (16,4% asegurados), ocasionadas principal-

mente por terremotos, tempestades e inundaciones. Otros datos, como los de la compañía de seguros Swiss Re, señalan que estos costes pueden ser mayores, y ofrece los casos de 2004, en que las pérdidas fueron de 100.000 millones de \$, de 2005, con costes de 184.000 millones de \$ (la mayor parte como consecuencia de los huracanes que afectaron a EE. UU.), y de 2006, con 43.000 millones de \$.

La información proporcionada por el Centro de Investigación de la Epidemiología de los Desastres, a través de su base de datos EM-DAT, pone de manifiesto que los años más fatídicos fueron: 1980, a causa del terremoto que afectó a la zona de Nápoles (49.000 millones de \$); 1995, por un terremoto en Japón (132.000 millones de \$); 1998, a raíz de una inundación en China (37.000 millones de \$); 2004, por los terremotos de Japón (28.000 millones de \$) y el tsunami de la costa asiática, y 2005, por los huracanes Katrina, Rita y Wilma en EE. UU. (166.000 millones de \$).

Costes económicos para los desastres de origen natural: 1975-2006.

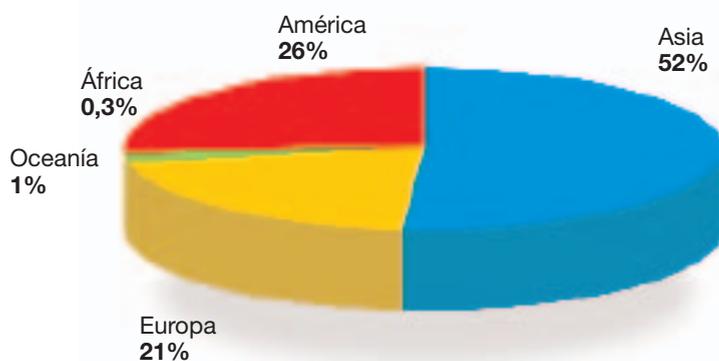


Fuente: World Disasters Report 2005 de la International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies, basado en datos de EM-DAT, Centro de Investigación de la Epidemiología de los Desastres (CRED) y Oficina de EE. UU. de Asistencia a los Desastres Extranjeros (OFDA). International Database, www.em-dat.net.

La distribución de pérdidas económicas en los diferentes sectores del planeta muestra que es en África donde se registran menos pérdidas, hecho que pone de manifiesto que estos valores solo hacen referencia a las pérdidas relativas a las infraestructuras y a los bienes, y que en ningún caso tienen en cuenta el daño sobre el potencial de desarrollo del territorio. También cabe decir que en muchos sectores de los países en vías de desarrollo el acceso a la información es limitado y que muchos desastres naturales pasan desapercibidos a los ojos de las entidades que registran los datos. Otro factor que hay que tener en cuenta es el número de bienes afectados por un fenómeno natural; no comportará el mismo coste económico la erupción del volcán napolitano Vesubio que la de un volcán de la zona de el Gran Valle del Rift de Etiopía.

Los países asiáticos son los que tienen más pérdidas económicas a causa del hecho de que están fuertemente afectados por las inundaciones, que tienen un impacto social muy grande.

Pérdidas económicas por desastres de origen natural (1991-2000)



Fuente: World Disasters Report 2005 de la International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies, basado en datos de EM-DAT, Centro de Investigación de la Epidemiología de los Desastres (CRED) y Oficina de EE. UU. de Asistencia a los Desastres Extranjeros (OFDA). International Database, www.em-dat.net.

En el Estado español los principales desastres son resultado de las inundaciones y los terremotos. Las pérdidas económicas por daños anuales sufridos por las inundaciones han sido de 745 millones de € (período 1987-2001) y de 13,5 millones de € por los terremotos (período 1987-2002).

Se prevé que las pérdidas estimadas para el período 2004-2033 serán anualmente del orden de 857 millones de € en el caso de las inundaciones y de 70 a 100 millones de € en el de los terremotos.

Andalucía y Murcia son las comunidades más castigadas por los terremotos, con costes que superan los 10 millones de € anuales; Cataluña asume unos 1,5 millones de €. Por lo que respecta a las inundaciones, las comunidades más afectadas son Valencia y Andalucía, con costes de más de 470 millones de € anuales; Cataluña se sitúa como la tercera más afectada, con un balance de 190 millones de €.

Fuente: FERRER et al. IGME (2004), Pérdidas por terremotos e inundaciones en España durante el periodo 1987-2001 y su estimación para los próximos 30 años. Consorcio de Compensación de Seguros.

Los desastres de origen natural que causan más pérdidas económicas son las **tempestades**, seguidas de los **terremotos** y las **inundaciones**.

Els efectos de los desastres y la resiliencia de las regiones

Un factor determinante de los efectos de los desastres de origen natural es, por un lado, el número de muertos en muy poco tiempo, y, por otro, las pérdidas económicas que pueden suponer un retroceso socioeconómico muy grande para cualquier país, medido en pérdidas del porcentaje del producto interior bruto y del índice de desarrollo humano.

Existe una relación directa entre el grado de desarrollo de una sociedad y la propensión a sufrir desastres de origen natural. Los países más preparados serán capaces de hacer frente a una situación de peligro, mientras que los menos preparados serán mucho más vulnerables y los efectos que sufrirán, mayores.

En este sentido, ante fenómenos de igual magnitud que afecten a países llamados del primer o el tercer mundo, la mayoría de las pérdidas económicas globales se concentran en los países desarrollados, mientras que en los países con un índice de desarrollo bajo o medio los costes se asumen con un mayor número de víctimas mortales, personas afectadas y costes sociales, dado que los recursos, las infraestructuras y los sistemas de prevención están poco desarrollados. Sin embargo, en los países pobres, aunque el coste económico sea menor, el impacto de la pérdida es muy elevado a causa de su menor capacidad de respuesta y sobre todo de recuperación, es decir, que su resiliencia o capacidad de recuperar la estabilidad al verse afectados por las perturbaciones de los desastres es poca.

La resiliencia de los países con un bajo índice de desarrollo humano ante situaciones catastróficas es muy pequeña.



Consecuencias del huracán Katrina, que afectó al sudeste de Estados Unidos, año 2005.

“La **resiliencia** hace referencia a la capacidad de un sistema, comunidad o sociedad expuestos a desastres a adaptarse a través de la resistencia o bien cambiando el orden para alcanzar o mantener un nivel aceptable de funcionamiento y de estructura. Se determina a través del grado con que un sistema social es capaz de auto-organizarse para incrementar su capacidad de aprender de los desastres pasados y conseguir así una mejor protección en el futuro, al tiempo que permite mejorar las medidas que reducen los peligros.” (Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres, 2004.)

Los “pequeños y medianos” desastres

En muchos puntos del planeta se producen de manera casi permanente los llamados “pequeños y medianos desastres”. A veces no aparecen en la prensa ni en la televisión, pero sus efectos, sumados, pueden llegar a ser tan graves como los de los grandes desastres, capaces de conmover durante un tiempo a la opinión pública.

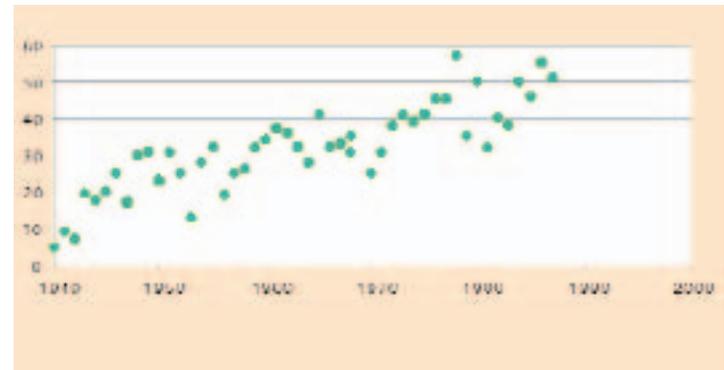
Los efectos de los “pequeños y medianos” desastres generalmente no trascienden la escala local, ni suelen interesar tampoco a los gobiernos nacionales o a la ayuda internacional, sobre todo porque su incidencia no trasciende más allá de las propias víctimas, que presentan grados elevados de vulnerabilidad y poca capacidad de recuperación. Al mismo tiempo estos dos factores, el aumento de la vulnerabilidad y la disminución de la resiliencia ante estos pequeños y medianos desastres, debilitan aún más a la población.

En los últimos años se ha producido un aumento de lo que podríamos denominar “pequeños desastres” (con menos de 100 muertos), lo que implica que las acciones de carácter local para prevenir y mitigar los riesgos geológicos no son del todo efectivas, o más bien inexistentes en muchas zonas del planeta.



Construcción por parte de la comunidad rural de zanjas para contener la llegada de futuras caídas de roca y lodo. Vertientes del volcán de San Miguel, El Salvador.

Tendencia mundial del número de desastres naturales con un balance de fallecidos superior a 25.



Fuente: Chapman (1994).

Si bien el aumento del impacto de los desastres es un hecho evidente y cuantificado, podemos buscar los motivos de esta realidad y atribuirlos, en buena medida, al incremento de la población mundial y a su distribución sobre el planeta. Por otro lado, cabe plantear la siguiente reflexión: *¿por qué un incremento del conocimiento científico sobre los riesgos geológicos y de la capacidad tecnológica para reducirlos y mitigarlos no se refleja en una reducción, o por lo menos en una estabilización, del número de daños?* Quizá la respuesta se encuentre en una mala actuación política, una escasa concienciación social y una gestión territorial poco operativa y efectiva, aparte de otros motivos como la difícil comunicación y conexión entre la comunidad científica y la población afectada.

En los últimos años buena parte de los esfuerzos por paliar los efectos de las catástrofes de origen natural han ido destinados a las acciones de emergencia, la reconstrucción de viviendas, la atención de las víctimas y, no tanto, a la prevención y la mitigación, aspectos clave que hay que tener en cuenta a la hora de planificar una correcta gestión del riesgo. Por otro lado, los programas planteados en materia de prevención del riesgo han sido generalmente de carácter global o territorial a gran escala, y han obviado los trabajos de prevención a escala local. Dentro de esta perspectiva, las

Naciones Unidas decretaron el período 1990-1999 como el Decenio Internacional para la Reducción de Desastres de Origen Natural. Uno de los objetivos de esta resolución era detener el incremento del impacto socioeconómico de las catástrofes naturales.

¿Quién paga los platos rotos?

Una vez que una sociedad ha sido afectada por una amenaza geológica que ha derivado en un desastre, son muchas las consecuencias a las que debe hacer frente. En situaciones de este tipo hay que plantearse a quién le toca asumir las responsabilidades de las pérdidas generadas y en qué medida.

En primer lugar, los **afectados** son las principales víctimas, que en el peor de los casos responden con su vida y muy a menudo con buena parte de sus bienes. El grado de afectación de las personas expuestas a una amenaza depende de su vulnerabilidad, de manera que, cuanto más preparadas estén para hacer frente a un desastre, menor será el riesgo al que estarán expuestas.

Los **estados** son el segundo actor en los escenarios de desastres, y de su capacidad depende la gestión del riesgo y su minimización. Los estados, a través de los órganos de gobierno, deben ser capaces de garantizar la seguridad de los ciudadanos. En los países en vías de desarrollo los gobiernos, en muchos casos, no tienen la capacidad o la voluntad para destinar partidas presupuestarias propias a la gestión del riesgo.

Las **aseguradoras** responden solo ante las personas y los bienes asegurados, situación que se da en los países donde la población dispone de cierta riqueza adquisitiva y es capaz de hacer frente a los costes que eso conlleva.

La **comunidad internacional**. A través de varios programas de ayuda humanitaria, la comunidad internacional pretende mitigar los efectos de los desastres y se enfrenta al reto de encontrar la manera de anticiparse y prevenir los riesgos a partir de la integración de la gestión del riesgo en las políticas

de desarrollo. Actualmente se están empezando a gestar las primeras iniciativas específicas encaminadas a incorporar la gestión del riesgo en los programas de desarrollo; hasta ahora este aspecto solo se preveía en los programas de atención a las emergencias.

En 2003, la Ayuda Oficial al Desarrollo (AOD) ascendió a 69.000 millones de dólares y registró un aumento del 4,8% respecto al año 2002. En porcentaje del ingreso nacional bruto (INB) de los países donantes, tan solo cinco superaron el objetivo del 0,7% fijado por la ONU con respecto al AOD. Fueron: Dinamarca, Luxemburgo, Noruega, los Países Bajos y Suecia. (Fuente: Comité de Ayuda para el Desarrollo, OCDE.)

Según el Informe Mundial sobre Desastres 2006, publicado por la Cruz Roja y la Media Luna Roja, la ayuda humanitaria de donantes occidentales superó los 12.000 millones de dólares en 2005. Esta cantidad es la más elevada desde que se empezó a llevar a cabo el registro. El tsunami ocurrido en el océano Índico en diciembre de 2004 generó donaciones sin precedentes; la recaudación de fondos internacionales superó los 14.000 millones de dólares, y las donaciones de particulares representaron un tercio de esta cifra.

La distribución de la ayuda es desigual. Comparativamente, las aportaciones hechas a raíz de la llamada de la ONU oscilaron entre los tres dólares por beneficiario (caso de Guiana) y los 310 dólares (caso de Sudán). El de los alimentos es el sector más cubierto en relación con las solicitudes, pero los sectores de recuperación económica, refugio, agua y saneamiento, salud y agricultura quedan cubiertos, en términos medios, en menos del 40%.

¿Quién presta atención a los desastres?

Hay muchas entidades que trabajan en la cuantificación de los daños causados por desastres de origen natural; a continuación se mencionan algunas de las más destacadas.

- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Creado en 1965, es el organismo que trata de garantizar que se haga un uso lo más eficaz posible de los recursos procedentes de las ayudas de las Naciones Unidas y de la comunidad internacional (www.undp.org). Está presente en 166 países, utiliza su red mundial para dar apoyo a los programas de las Naciones Unidas y sus asociados con la finalidad de que se cumplan los Objetivos de Desarrollo del Milenio, y trabaja en la conocida como “Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (EIRD)”, plataforma de la ONU que promueve diversas actividades para la reducción de los desastres en los campos socioeconómico, humanitario y de desarrollo (www.eird.org).
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Con sede en Nairobi, Kenia, es un programa que coordina las actividades relacionadas con el medio ambiente y asiste a los países con la aplicación de políticas medioambientales que favorecen el desarrollo sostenible. Confecciona una base de datos sobre catástrofes, pero solo considera aquellos casos en que se produzcan por lo menos treinta muertes. (www.unep.org).
- Oficina del Coordinador de las Naciones Unidas para la Emergencia en casos de Desastres (UNDRO). Punto central en el Sistema de las Naciones Unidas para la atención de las emergencias, particularmente las relativas a los desastres naturales. Moviliza, dirige y coordina las actividades de emergencia de varias agencias de las Naciones Unidas y de otras organizaciones para la Información Internacional de Emergencia (UNIENET). Publica estudios sobre la atención de desastres (www.un.org).
- Centro de Investigación sobre Epidemiología de los Desastres (CRED), con sede en Bruselas, Bélgica: Universidad Católica de Lovaina (www.cred.be). Junto con la Oficina de EE. UU. de Asistencia a los Desastres en el Extranjero (OFDA), administran la base de datos de desastres internacionales: Emergency Events Database EM-DAT (www.em-dat.net), con datos desde el año 1900 hasta la actualidad. Esta base de datos incluye los sucesos que se adaptan a la definición estándar de los desastres y que cumplen alguno de los siguientes requisitos: conflictos con más de 10 muertos, más de 100 damnificados, zonas donde se haya declarado el estado de emergencia o con solicitud de ayuda internacional. Prioridad de datos de agencias públicas. El EM-DAT se nutre de fuentes de información externas (informes oficiales, Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja, otros organismos de auxilio, compañías de seguros, etc.). No tiene en cuenta los sucesos menores en que se den pérdidas relativamente pequeñas. Acceso público, www.cred.org.
- Munich Reinsurance (MUNICH RE), empresa de reaseguros de alcance mundial con sede en Munich (Alemania). Anualmente publica Topics Geo. Annual Review: Natural Castastrophes, donde presenta un estudio estadístico de las catástrofes naturales ocurridas en el mundo. Esta compañía dispone de una base de datos, NatCat SERVICE, desde 1979 hasta la actualidad, en la que se registran los desastres de origen natural que ocasionan pérdidas físicas o materiales; dispone de 15.000 entradas, más unas 700 entradas nuevas al año. Antes de 1980 esta base solo prestaba atención a los grandes sucesos. Prioridad de datos de la lista Lloyd's, de la agencia Reuters y de los informes de las empresas de seguros. Acceso no público, www.munichre.com.
- Swiss Reinsurance (SWISS RE), empresa de reaseguros de alcance mundial con sede en Suiza. Esta compañía dispone de una base de datos, D. Sigma, desde 1970 hasta la actualidad, en la que se registran desastres antrópicos y naturales (excepto sequías) en los que se dé alguna de las siguientes condiciones: más de 20 muertos, 50 heridos, 2.000 desalojados, pérdidas aseguradas por valor de más de 14 millones de \$ (marinos), más de 28 millones de \$ (aviación), más de

35 millones de \$ para el resto de los peligros, o unas pérdidas totales mayores de 70 millones de \$. Las fuentes de los datos se obtienen de la lista de Lloyd's, la agencia Reuters, de informes internos y de otras empresas de seguros. Dispone de 7.000 entradas, más unas 300 entradas nuevas al año. Acceso no público, www.swissre.com.

- Federación Internacional de las Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja (IFRC). Esta entidad publica anualmente, desde el año 1993, el Informe Mundial de Desastres (World Disaster Report), en el que se recogen los últimos hechos, análisis y tendencias de las crisis contemporáneas, tanto las naturales como las provocadas por el ser humano.
- Instituto Worldwatch. Publica anualmente un informe sobre el progreso hacia una sociedad sostenible por medio del libro El estado del mundo. Para la elaboración de esta publicación se han empleado algunos de los datos de la última edición: China e India: estado del mundo 2006. www.worldwatch.org.

La información que generan estas diferentes entidades es asumida por muchos otros centros públicos y privados que la incorporan a sus necesidades para definir estrategias y programas. Entre estos están los siguientes:

- El Centro Regional de Investigación sobre Desastres en América Latina y el Caribe (CRID), que tiene por objetivo promover el desarrollo de una cultura de prevención de desastres en los países de América Latina y el Caribe, a tra-

vés de la recopilación y difusión de la información relacionada con los desastres y la promoción de esfuerzos de cooperación para mejorar la gestión del riesgo en la región (www.crid.org).

- El Comité de Asistencia al Desarrollo de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (CAD-OCDE).
- La Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina (RED), entidad que desarrolla el Sistema de Inventarios de Desastres para América Latina: DesInventar.
- El Centro de Coordinación para la Prevención de Desastres Naturales en América Central (CEPREDENAC), organismo regional de carácter intergubernamental que pertenece, como secretaría especializada, al Sistema de Integración Centroamericano (SICA), y que tiene por misión promover actividades, proyectos y programas que lleven a la reducción de los riesgos por desastres que comportan pérdidas humanas y económicas causadas por los factores socio-naturales. www.cepredenac.org.
- El Centro Asiático de Preparación para Casos de Desastres, la Oficina Humanitaria de la Comunidad Europea (ECHO), la Oficina de Asistencia para casos de Desastre al Extranjero de los Estados Unidos, la Red Peri Peri de África Meridional.
- Y los diversos servicios geológicos nacionales u organismos similares, así como las agencias de protección civil.

¿Quién puede lograr que se reduzca el riesgo ocasionado por los desastres de origen natural? Seguramente, todos, desde los diferentes sectores de la sociedad, jugamos un papel destacado.

pobresxdesastres

pobresxdesastres

CAPÍTULO 2

La reducción de los desastres
de origen natural a través
de la gestión del riesgo

La reducción de los desastres de origen natural a través de la gestión del riesgo

En los países en vías de desarrollo, buena parte de la población se podría salvar en los próximos decenios si los gobiernos prestan atención a la gestión del riesgo para la reducción de los desastres naturales. (*Informe Mundial de Reducción de Desastres, PNUD 2004*)

Que significa gestión de riesgo?

Hablar de gestión del riesgo significa desarrollar una serie de medidas que permitan conocer y dimensionar todos los elementos relacionados con los riesgos para poder hacerles frente, hacerlos decrecer o, en el mejor de los casos, anularlos.

Muchos autores han establecido parámetros, métodos y fases de trabajo para tratar la gestión del riesgo con el objetivo de definir un modelo válido que permita a una comunidad prepararse y, en definitiva, “convivir” con el riesgo. A menudo estos modelos no son exportables de un lugar a otro, al depender en gran medida de los recursos económicos, el medio natural, la cultura o la religión de una determinada comunidad. Por este motivo, la implementación de modelos en algunas zonas

no ha sido efectiva, y es necesario que en cada lugar se defina un modelo para trabajar el riesgo de manera resolutiva.

La gestión del riesgo debe formar parte de las agendas de trabajo de los gobiernos comprometidos con la sostenibilidad de sus políticas de desarrollo. Una buena parte de los riesgos geológicos que afectan a la sociedad se ven agravados por una gestión del territorio mala o inexistente, ya sea por el abuso que se hace de sus recursos naturales, o bien por la ausencia de políticas ambientales. En el momento de plantear cómo desarrollar un programa de gestión del riesgo hay que prever una serie de fases:

- Fase de caracterización y conocimiento de lo que se quiere gestionar.
- Fase de sensibilización, formación y organización en los ámbitos locales, municipales, regionales y nacionales.
- Fase para el establecimiento de medidas políticas y estructurales para la reducción de los impactos esperados..
- Fase de planificación del modelo de crecimiento esperado en función de los posibles impactos generados por las amenazas consideradas.
- Fase de respuesta en caso de que se produjera uno de estos impactos, respuesta que implica una evaluación de todas las fases anteriores y punto de partida para un nuevo ciclo de gestión.

La gestión del riesgo, así entendida, es un modelo de trabajo interdisciplinario que requiere, en primer lugar, un esfuerzo intenso de consenso entre la población civil organizada, los encargados de tomar decisiones, las instituciones de gobierno y las fuerzas públicas. Y, en segundo lugar, requiere la coordinación de todos los actores para trabajar en el desarrollo de la estrategia escogida en todos sus ámbitos: estructurales, organizativos, sociales, económicos, normativos y legislativos. Para que confluyan estos puntos es preciso crear un espacio de concertación dinámico y prioritario en las agendas de todos los implicados.

Un programa de gestión del riesgo requiere de la participación, de técnicos cualificados para la caracterización de la amenaza, de la población civil que se deberá organizar y coordinar con los gobiernos locales y otras instituciones, y, por último, del trabajo de los gobiernos locales, que, a través de sus técnicos y representantes políticos, deberán coordinarse con sus homónimos nacionales.

En sus inicios, la tarea de Geólogos del Mundo se centró principalmente en la primera parte de este programa, es decir, en la caracterización de la amenaza, aunque en los últimos proyectos desarrollados una parte importante de la tarea llevada a cabo se ha destinado al trabajo con la población civil o con los técnicos representantes de los gobiernos locales y otras instituciones a través de la creación de los llamados “espacios de concertación”, en los que se fundamenta la participación y el diálogo.

Así pues, la gestión del riesgo debe tener implicaciones en el ámbito organizativo de la sociedad, en el legislativo y en el económico. Estas implicaciones afectarán a la relación de la sociedad con el medio natural que la soporta, teniendo su máxima expresión en la planificación del ordenamiento territorial, que se puede entender como la plasmación geográfica de la planificación del desarrollo para una región determinada.

Entendemos por gestión del riesgo el conjunto de medidas encaminadas a facilitar la convivencia con determinados procesos, naturales o antrópicos, cuyo desencadenamiento puede suponer una amenaza para el desarrollo “normal” de las actividades cotidianas de cualquier sociedad que vive en un entorno natural determinado.

La gestión del riesgo debe entenderse como una estrategia a medio y largo plazo que requiere el consenso de la sociedad, los técnicos y los políticos. Su implementación en el tiempo debe conducir de modo gradual hacia la disminución de los desastres de origen natural y, por consiguiente, a la mejora de la calidad de vida y del desarrollo socioeconómico.

Muchos países sufren con frecuencia los efectos de los desastres de origen natural, por lo que es imprescindible que los gestores y planificadores de estas regiones den prioridad a la gestión del riesgo en sus programas de desarrollo. Pero los desastres no tienen fronteras, y por eso es preciso ampliar las estrategias de gestión del riesgo a programas y acciones de cooperación supranacionales.

...Y la gestión integral?

El término **gestión integral** hace referencia al conjunto de medidas encaminadas a la gestión sostenible del territorio. Estas medidas deben prever aspectos técnicos, sociales, ambientales, económicos y políticos.

La gestión integral del territorio debe incluir la gestión ambiental relativa a la preservación de una sostenibilidad del entorno natural, la **gestión de los recursos naturales** en cuanto a la disponibilidad o carencia por lo que respecta a la extracción, manipulación y conservación de materias primas, estrategias de explotación y de comercialización, y también debe incluir la **gestión de los riesgos**, que debe garantizar la sostenibilidad de las inversiones y el ordenamiento del territorio, de acuerdo con sus características naturales y las posibles interacciones con la sociedad en el escenario actual y en los posibles escenarios futuros.

El trabajo para llevar a cabo una gestión integral del territorio debe ser participativo y multidisciplinar, y debe permitir la interrelación de la sociedad civil con los técnicos locales y los encargados de tomar decisiones (técnicos, políticos, empresarios, etc.); por eso es precisa la construcción de espacios de intercambio y consenso, que deben partir del ámbito local más próximo y llegar hasta el ámbito nacional o regional supranacional. Cada uno de estos ámbitos tendrá sus actores específicos, pero deberán poder estar intercomunicados y relacionados para conseguir que las estrategias y las políticas concretas sean desarrolladas y puedan dar los resultados esperados. Por tanto, se puede hablar de fortalecimiento de la Gestión Ambiental Integral Participativa (GAIP) como un objetivo general de actuación de Geólogos del Mundo. Para construir estos espacios de consenso es imprescindible el compromiso político con el fin de desarrollarlos y dotarlos de peso específico y representatividad; sin embargo, es necesaria la implicación activa y responsable de la ciudadanía organizada, que encuentre a su alcance estos espacios de comunicación con las instituciones.



Laguna Apoyo, Masaya, Nicaragua, donde Geólogos del Mundo desarrolla un programa de gestión ambiental, 2006.

Componentes de la gestión del riesgo

Los componentes de la gestión del riesgo son el conjunto de medidas encaminadas a tratar y afrontar, de manera ordenada, los procesos naturales o antrópicos que pueden convertirse en una amenaza para el ser humano. En términos generales, puede afirmarse que hay cinco componentes básicos para llevar a cabo una correcta gestión del riesgo. Estos componentes no son necesariamente sucesivos en el tiempo, ya que algunos se pueden desarrollar de manera simultánea, aunque algunos dependen de los resultados de los otros. A continuación se exponen los cinco componentes de la gestión del riesgo:

1 Caracterización: encaminada a la descripción y al estudio de los diferentes parámetros que configuran el riesgo, es decir, a **valorar la dimensión y magnitud** de un proceso concreto que puede convertirse en una amenaza que afecte a un determinado lugar en un momento dado. Este componente se trabaja a través del desarrollo de la controvertida fórmula del riesgo. En el capítulo I se ha dedicado un apartado a describirla; a continuación la recordamos:

Riesgo = Peligrosidad x Daño

Peligrosidad = Amenaza x Probabilidad

Daño = Vulnerabilidad x Exposición



Medición de la temperatura y el pH del agua de la laguna craterica del volcán de Santa Ana, El Salvador, 2003.



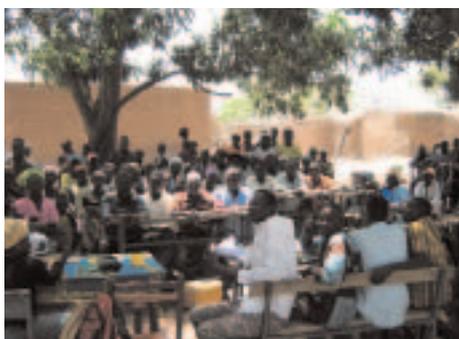
Medición de los gases del cráter del volcán de Santa Ana, El Salvador, 2003.



Bomba volcánica proyectada por el volcán de Santa Ana, El Salvador, 2005.

2 Preparación: una vez que se conoce el riesgo en su magnitud y se identifica quién puede resultar afectado y en qué medida, habrá que **comunicar a la sociedad la problemática** a la que se enfrenta a través de un programa de formación y organización dirigido a los diferentes

sectores sociales: vecinal, escolar, universitario, técnico municipal, líderes comunales, políticos, gobiernos, etc. Esta formación debe incluir actividades encaminadas a crear mecanismos tanto de predicción de desastres como de respuesta rápida y efectiva ante estos.



Asamblea de Numouso, Burkina Faso, 2007.



Visita de campo a la cordillera de El Bálsamo, El Salvador, 2006.



Jornadas de formación. El Salvador, 2003.

3 Mitigación: comprende la aplicación del conjunto de medidas estructurales y no estructurales dirigidas a la reducción de los efectos de la amenaza sobre la población y los bienes expuestos. Las medidas que es preciso aplicar en cada caso dependen del tipo de amenaza, de la vulnerabilidad y del grado de exposición que se considere aceptable.

Riesgos asociados a la geodinámica interna: (vulcanismo y sismicidad):

- Difíciles de prever
- Los procesos no se pueden evitar
- Se pueden reducir sus efectos

Requiere, sobre todo, la aplicación de medidas no estructurales

La aplicación de medidas no estructurales (estudios del terreno, gestión territorial) ayuda a prever y predecir el riesgo. Su aplicación pasa por una correcta gestión y ordenación del territorio.

La aplicación de medidas estructurales (obras de contención, elementos disuasorios) puede reducir los daños y desacelerar o eliminar el riesgo.

Riesgos asociados a la geodinámica externa (inundaciones, inestabilidades...):

- Se pueden prever
- Los procesos se pueden evitar
- Se pueden anular sus efectos

Requieren la aplicación de medidas estructurales y no estructurales

4 Prevención: consta de todas aquellas actividades diseñadas para proporcionar una protección permanente ante los desastres y para menguar los efectos de una catástrofe. Incluye la toma de medidas encaminadas a conocer mejor las amenazas que pueden afectar a un determinado lugar, prevé la **modelización de escenarios de riesgo** y, a partir de aquí, el diseño de una planificación y un ordenamiento

territoriales que eviten los pronósticos diagnosticados por la amenaza prevista. Las medidas de prevención empiezan con la formación y pasan por obtener un compromiso de las autoridades públicas para llevar a cabo acciones políticas y acciones para la reducción de los desastres sociales y estructurales, es decir, para crear un marco legislativo que tenga en cuenta la gestión del riesgo.

Tener conocimiento del riesgo es una herramienta básica para disminuir la vulnerabilidad y promover acciones de conservación, mitigación y prevención.

La prevención de los desastres se entiende como la aplicación de medidas dirigidas a evitarlos, aunque en algunos casos eso no es posible. Por ejemplo, ante una erupción volcánica explosiva pocas medidas podemos aplicar para evitar la explosión de gas y magma; en estos casos la prevención hará referencia a la adopción de medidas para evitar o limitar el impacto adverso del peligro en cuestión. Siguiendo el ejemplo que se plantea, las medidas preventivas irían encaminadas a contar con un plan de evacuación y con una gestión territorial correcta.

5 Emergencia: aunque en el mejor de los supuestos se aplicaran a la perfección los cuatro componentes anteriores (caracterización, preparación, mitigación y prevención), nunca podríamos estar seguros de la erradicación completa de la amenaza; por tanto, hay que prever y tener perfilados los mecanismos de coordinación necesarios para atender una potencial emergencia producida ante algún hecho catastrófico. Es necesario tener **planes de emergencia y protocolos** de actuación bien trabajados. Para que estos mecanismos sean operativos hay que llevar a cabo, periódicamente y de manera aleatoria, simulacros para los diferentes tipos de amenaza existentes y tener definido un **programa de atención de la emergencia**, que será mejor y más efectivo si se han caracterizado y dimensionado correctamente el peligro y el daño. Un buen programa de atención de la emergencia aprobado y vigente en una comunidad determinada implica también una disminución de la vulnerabilidad y, por tanto, del riesgo.



Planta depuradora de agua provisional instalada en Sri Lanka tras el tsunami de 2004 para abastecer de agua a la población damnificada.

La **caracterización, la preparación, la mitigación, la prevención y la respuesta a la emergencia** implican trabajar a fondo en la mejora de aspectos como la formación, la información, la organización, la reglamentación y las infraestructuras, entre otros, por lo que es preciso el establecimiento de prácticas de transparencia y democracia que fortalecerán la gobernabilidad. Para su correcto desarrollo es necesario contar también tanto con la voluntad política de implementar los cambios propuestos y de destinar los recursos humanos y materiales necesarios, como con la voluntad de la población afectada de participar de manera activa en los diferentes procesos.

Cabe destacar que la sensibilización con respecto a la necesidad de gestionar de manera correcta el territorio, así como en lo relativo a temas relacionados con el medio ambiente o el cambio climático, ha ido aumentando considerablemente a escala global, y en especial en aquellos países recurrentemente afectados por amenazas geológicas.

Geólogos del Mundo, en su labor, desarrolla diferentes programas de gestión del riesgo en que los diversos componentes están representados. Las características en esencia técnicas de esta organización hicieron que en sus inicios el componente más trabajado fuera el de la caracterización, y que paulatinamente se fuera ampliando el campo de trabajo con los componentes de preparación y prevención, que han marcado una tendencia significativa a la hora de plantear los diferentes proyectos y programas. Esta tendencia se ha materializado a través de la necesidad de transferir las capacidades técnicas a las instituciones locales, a partir de la necesidad de integrar la gestión de los riesgos en la planificación del desarrollo, con la imprescindible incidencia política, social y económica que eso conlleva.

Geólogos del Mundo no es una organización de ayuda humanitaria especializada en la atención de las emergencias. Su compromiso es el de aportar el conocimiento y las herramientas suficientes para reducir los riesgos, de manera que disminuyan la magnitud y la frecuencia de las emergencias. Por

esto, la atención de las emergencias es un aspecto en que la tarea de Geólogos del Mundo ha sido solo puntual, aunque se prevé poder dedicar más esfuerzos en el futuro por medio de acciones directas sobre el terreno, así como a partir del fortalecimiento y asesoramiento técnico (inventario de daños, estudios geológicos para el emplazamiento de campos de refugiados, etc.) a las instituciones locales, nacionales e internacionales de prevención civil u otros órganos de emergencia.

Fases de trabajo que se pueden aplicar para describir los componentes de la gestión del riesgo:

- Caracterización del riesgo para determinar el peligro y el daño.
- Evaluación de las opciones de gestión en consenso con los diferentes actores sociales.
- Monitoraje de zonas de riesgo.
- Elección de medidas correctoras. Solución y diseño.
- Comunicación de las medidas adoptadas, educación y promoción de sus beneficios.
- Implementación de las soluciones escogidas.
- Seguimiento de las amenazas y de las medidas ejecutadas.

Escala de trabajo para la gestión del riesgo

En los últimos decenios se han desarrollado grandes políticas internacionales de atención a la emergencia y a la prevención de desastres, principalmente diseñadas en el contexto de programas de carácter nacional o regional; es decir, se han dedicado esfuerzos al estudio de las amenazas y al desarrollo de mapas de peligro a gran escala. Esta situación ha permitido definir estrategias en el ámbito de los estados; en este sentido, hay que recordar que las Naciones Unidas declararon la última década del siglo XX el

Decenio Internacional para la Reducción de los Desastres de Origen Natural con el objetivo de reducir el incremento del impacto socioeconómico de las catástrofes naturales.

No obstante, el trabajo de **gestión del riesgo a escala local**, entendido como una herramienta de gestión del territorio, ya sea en el marco de las comunidades rurales o de las ciudades, no ha sido un aspecto demasiado desarrollado. En este sentido, se ha trabajado casi exclusivamente en la organización de las comunidades de base, pero no en la conexión de estas con los gobiernos, por lo que su capacidad de decisión ha sido poco significativa. Es en este ámbito de base, localizado y a pequeña escala, en el que la cooperación al desarrollo y las ONG pueden llevar a cabo proyectos efectivos.

Hasta hace pocos años, la gestión del riesgo no se ha empezado a centrar en el aspecto de la prevención y la mitigación, ya que tradicionalmente se ha estado más pendiente de la atención de la emergencia que de evitar que se produjera un desastre. La falta de voluntad política y de recursos económicos, tecnológicos y científicos, junto con la superpoblación y la mala planificación territorial en los países en vías de desarrollo y también en los desarrollados, han provocado que, “por decirlo de alguna manera”, los desastres de origen natural quedasen a merced de la suerte y del destino, y que en consecuencia la gente se haya acostumbrado a una cultura del conformismo que, al mismo tiempo, ha ido derivando hacia la impotencia ante las grandes catástrofes humanas y sociales.

En este documento se plantea el modelo de trabajo que Geólogos del Mundo desarrolla para abordar el complejo tema de la gestión del riesgo a partir de la evolución metodológica que ha aportado su experiencia en varios proyectos en el transcurso de los años. Se pone especial énfasis en el que consideramos que puede ser un camino efectivo: la gestión del riesgo a **escala local**, ya que es precisamente en el ámbito municipal donde más carencias hay y donde más es preciso incidir en este aspecto, y al mismo tiempo es desde esta pequeña escala desde donde también se pueden desarrollar estrategias válidas dentro del campo de la cooperación al desarrollo.

Modelo de trabajo para la gestión del riesgo

Con el fin de poder tratar el complejo tema de la gestión del riesgo de una manera práctica, se proponen varios ejemplos a través de la experiencia de proyectos desarrollados por Geólogos del Mundo. A continuación se describen diferentes proyectos desde la óptica de los varios componentes que conforman la gestión del riesgo; es decir, la descripción de cada uno de estos componentes se lleva a cabo a través de la experiencia de un proyecto concreto.



Componentes de la gestión del riesgo	Proyecto de cooperación al desarrollo en el que se ha trabajado en especial un determinado componente de gestión del riesgo
Caracterización	Caracterización de los riesgos geológicos y dimensionamiento de los recursos hidrogeológicos. Directrices para la ordenación territorial del municipio de Nejapa, Departamento de San Salvador, El Salvador.
Preparación	Apoyo y fortalecimiento de la alcaldía de Santa Tecla para la implementación de una unidad de gestión de riesgos municipal, Departamento de la Libertad, El Salvador.
Mitigación	Gestión integral de amenazas y vulnerabilidades en el municipio de San Miguel, Departamento de San Miguel, El Salvador.
Prevención	Programa integral para la ordenación ambiental de la Laguna de Apoyo, Nicaragua.
Gestión integral	Programa para la Integración Participativa de la Gestión Ambiental y de Riesgos en el Área Metropolitana de San Salvador, El Salvador (IPGARAMSS).

Caracterización de los riesgos geológicos y dimensionamiento de los recursos hidrogeológicos. Directrices para la ordenación territorial del municipio de Nejapa, Departamento de San Salvador, El Salvador.

Componente de la gestión del riesgo

Caracterización

Contexto

Sirviéndonos de un ejemplo concreto desarrollado en el municipio salvadoreño de Nejapa, se quiere dar a conocer cómo se trabajó el componente de caracterización del riesgo, encaminado a determinar y describir, en cuanto a dimensión, magnitud y período de retorno, las amenazas que pueden convertirse en un riesgo.

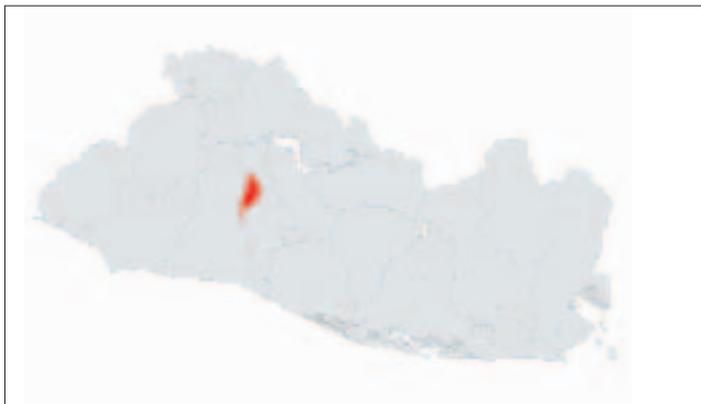
Autora del artículo

Diana Ponce de León, coordinadora del proyecto.



Pozo junto al río San Antonio del municipio de Nejapa.

Situación geográfica	Municipio de Nejapa, Departamento de San Salvador. El Salvador
Contraparte local	Ayuntamiento de Nejapa
Presupuesto	78.727 €
Cofinanciadores	Diputación de Barcelona y Centre de Cooperació al Desenvolupament de la Universitat Politècnica de Catalunya.
Entidades colaboradoras	Universidad Centroamericana José Simeón Cañas, Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET), Asociación Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA).
Período de ejecución	Diciembre 2002-agosto 2003



Localización geográfica del municipio de Nejapa.

Contexto del proyecto

El municipio de Nejapa tiene una extensión de 82,82 km², está situado a 21 km de San Salvador, al norte de su área metropolitana, y pertenece al departamento de San Salvador. Desde el punto de vista geográfico se caracteriza por ser, en general, un territorio llano con la presencia de una serie de elevaciones, como el volcán de San Salvador (Quezaltepeque) y algunos cerros aislados; el territorio es atravesado por el río San Antonio.

En 1999, Nejapa contaba con una población de 30.044 habitantes, y su tasa de crecimiento demográfico era una de las más altas del área metropolitana de San Salvador, aspecto que incluye también un elevado índice de migración hacia el municipio, cuyo territorio está conformado por un total de 78 comunidades. Económicamente, Nejapa se caracteriza por el predominio de actividades agrícolas aglutinadas en cooperativas, que son propietarias del 51% del territorio municipal. Solo una franja estrecha junto a la carretera principal que atraviesa el municipio y el núcleo del pueblo de Nejapa (3,6% del territorio municipal) está considerada zona urbana o suburbana, y es aquí donde se sitúa toda la zona industrial. El resto es eminentemente agrícola; el municipio basa su economía en el cultivo del café en las zonas más elevadas y de la caña de azúcar en las zonas llanas.

Contexto de la problemática

El proyecto surgió ante la necesidad del municipio salvadoreño de Nejapa de ordenar y planificar el uso de su territorio y anticiparse a problemas que puedan darse en el futuro debidos a la inmigración descontrolada, el crecimiento urbano y rural desordenado, la demanda de viviendas y otros servicios, la presión sobre recursos ambientales básicos como el agua y el bosque cafetero, y un posible desarrollo industrial contaminante y no planificado.

Objetivos

El principal objetivo del proyecto fue facilitar al Ayuntamiento de Nejapa las bases necesarias para el desarrollo de una política de ordenación territorial y la prevención y la mitigación de los riesgos geológicos existentes en el municipio mediante un mejor y mayor conocimiento de su geología.

Componentes del proyecto

La consecución de los objetivos planteados se desarrolló a partir de seis grandes ejes:

- 1 Inventario de las inestabilidades con el fin de caracterizar la tipología de los movimientos de vertiente y conocer con exactitud su dinámica, su relación con otros factores y su ubicación.
- 2 Elaboración de cartografías temáticas: mapa litológico, geomorfológico, de orientaciones, vegetación, procesos activos, de pendientes y de inventario de movimientos de vertiente. Estas cartografías debían ayudar a identificar los factores físicos que inciden en la susceptibilidad de los procesos de inestabilidad gravitacional, así como en la respuesta sísmica del terreno.
- 3 Cartografía de áreas susceptibles de inundación a partir de los caudales estimados para diferentes periodos de retorno.
- 4 Análisis y cartografía de la susceptibilidad a las inestabilidades de vertiente a partir de algunos de los mapas temáticos.
- 5 Análisis y cartografía de la respuesta sísmica del terreno a partir de algunos de los mapas temáticos.
- 6 Estudio hidrometeorológico con el objetivo de estimar los caudales asociados a las precipitaciones máximas.

Metodología de trabajo

Para la ejecución del proyecto se diferenciaron tres fases de trabajo centradas en la preparación del proyecto, el trabajo de campo y el trabajo de gabinete. En concreto, la distribución de las actividades fue la siguiente:

1 Preparación del proyecto: coordinación con varios organismos, recopilación de información y elaboración de una metodología de trabajo.

2 Trabajo de campo: obtención de datos para elaborar algunas de las cartografías temáticas: mapa litológico, geomorfológico, de procesos activos y vegetación. Recogida de información para caracterizar las formaciones litológicas, tanto desde el punto de vista de su identificación como de su comportamiento.

3 Trabajo de gabinete: procesamiento de los datos que se centró en el análisis de los diferentes factores que condicionaban los riesgos estudiados, ya estuvieran relacionados con

los movimientos de vertiente, las inundaciones o la sismicidad. Se analizó además la forma en que estos interactuaban y se elaboraron cartografías, tanto de esos como de su integración, mediante un sistema de información geográfica (SIG), que dio lugar a los mapas de susceptibilidad y peligrosidad respecto a los movimientos de vertiente, la respuesta sísmica del terreno y las zonas susceptibles de inundación.

Desarrollo de los trabajos

Análisis de inundaciones

Se elaboró un inventario de puntos de inundación a partir del trabajo de campo y la consulta a los habitantes de la zona. Estos puntos se identificaron principalmente en las intersecciones de los caminos con las torrenteras, así como en los caminos, calles y carreteras que funcionan como torrentes durante las precipitaciones. También se identificaron aquellos puntos en que el río, que atravesaba el muni-

Vivienda situada en el curso de un torrente.



Evidencias del paso del río por encima del puente.



Lavadero situado en la cabecera de un río.

Caída de bloques
en los lechos de los torrentes.



Corrimiento de vertiente
en uno de los torrentes.



cipio, ocupaba su llanura de inundación con mayor asiduidad en momentos de crecida.

Posteriormente, se llevó a cabo un análisis de las precipitaciones y un estudio hidrometeorológico con el objetivo de determinar los caudales punta previstos para los diferentes períodos de retorno fijados, basándose en el análisis estadístico de las precipitaciones máximas diarias anuales. Para estos caudales se creó un modelo, mediante el programa HEC-Ras, del área inundada, la anchura de flujo, la altura, etc. del río, con el fin de determinar, complementariamente a las observaciones de campo, las áreas que se encontraban bajo amenaza de inundación.

Análisis de inestabilidades de vertiente

Mediante el estudio de la fotografía aérea y el trabajo de campo, se efectuó una identificación de las inestabilidades de vertiente existentes en el municipio. Estas fueron cartografiadas e inventariadas, con la finalidad de analizar las tipologías, las dimensiones, los depósitos asociados, el grado de desarrollo y el grado de estabilidad, entre otras características, de cada una de las inestabilidades detectadas. De forma general, se identificaron cuatro tipos de movimientos de vertiente: deslizamientos, desprendimientos, rodamientos de bloques y flujos, que afectaban a diferentes tipos de materiales.

Posteriormente se llevó a cabo un análisis de susceptibilidad a los movimientos de vertiente, basado en el estudio de los factores condicionantes de estas inestabilidades y en la determinación de su grado de influencia en cada uno de los materiales geológicos considerados. Este análisis permitió identificar las áreas afectadas, así como aquellas potencialmente inestables en las que confluían una serie de factores que las hacían propensas a la inestabilidad. Los factores condicionantes considerados fueron: litología, pendientes, orientación, procesos activos y vegetación; también se elaboró una cartografía específica para cada uno de estos factores. La identificación y combinación de estos factores mediante un SIG, así como el inventario de inestabilidades realizado, fueron la base para la elaboración del mapa de susceptibilidad a los movimientos de vertiente.

Análisis de sismicidad

El estudio de la respuesta sísmica del terreno dio lugar a una microzonación sísmica del municipio de Nejapa, basada en el análisis y la valoración de los factores de amplificación de las ondas sísmicas. Este fenómeno se produce a causa del incremento de los parámetros sísmicos y, por tanto, de las condiciones topográficas o geomecánicas del lugar de estudio. De este modo, los factores considerados fueron el litológico, el topográfico y el geomorfológico, así como algunos factores lineales o puntuales, como las fallas.

La microzonación del municipio se obtuvo mediante la evaluación numérica de cada uno de los factores de amplificación, basándose en normativas salvadoreñas y de uso internacional. Posteriormente, se procedió a su integración mediante un SIG. El resultado fue un mapa que evalúa de forma cualitativa la respuesta sísmica del terreno y que presenta varias zonas, en cada una de las cuales existen unas condiciones de amplificación homogéneas, con lo que se obtiene una gradación cualitativa del territorio con respecto a zonas que amplifican más o menos las ondas sísmicas.



Resultados

A partir de los resultados obtenidos en este estudio se propusieron varias recomendaciones, en la línea de actuación de la planificación territorial, enfocadas a prevenir los riesgos, mejorar la calidad de vida de los habitantes del municipio y conservar los recursos naturales del municipio. Con estas recomendaciones se pretendía proporcionar una herramienta técnica para el ordenamiento territorial y la planificación del desarrollo local que actualmente gestiona el Ayuntamiento, y en la que deberían participar todos los actores implicados: comunidades y organismos locales, departamentales y nacionales.

En esta línea, y en relación con la amenaza por inundación, se comprobó que las diferentes crecidas experimentadas por el río con los acontecimientos torrenciales tenían lugar dentro de una dinámica normal del mismo río, sin que representase una amenaza para los bienes o las personas siempre que se respetasen sus zonas de inundación naturales y las dimensiones del lecho. En este sentido, se recomendó respetar la dinámica fluvial no ocupando la llanura de inundación y no modificando la geometría del cauce. Debía evitarse, además, el aprovechamiento de las torrenteras a la hora de efectuar el trazado de las calles y las carreteras, ya que eso favorecía la canalización de las aguas de forma rápida y preferente, hacía disminuir la capacidad de infiltración y generaba la pérdida de suelo y el deterioro de las carreteras, además de problemas de inundación en estas.

En cuanto a la amenaza por movimientos de vertiente, se recomendó la utilización del mapa de susceptibilidad a los movimientos de vertiente, así como de las demás cartografías relacionadas generadas durante el estudio. Estas cartografías muestran, en general, las áreas del municipio con mayor o menor susceptibilidad a sufrir inestabilidades de vertiente, así como el alcance que pueden tener algunas de ellas. Por otro lado, a causa de la importancia de recursos naturales como el suelo y la vegetación, así como de la influencia de esta última en la erosión y estabilidad de las vertientes, se recomendó considerar una planificación de los usos del suelo, con la doble función de proporcionar a la población los ingresos necesarios y no agotar los recursos naturales, y contribuir a la estabilidad de las vertientes. Por



este motivo se instó a evitar la quema de campos, así como el cultivo de especies no permanentes en las vertientes de mayor pendiente, y a incentivar los cultivos permanentes y la reforestación con vegetación autóctona en esas áreas.

Sobre la amenaza sísmica, se recomendó el uso del mapa de respuesta sísmica del terreno para observar las zonas donde se produciría una mayor o menor amplificación de las ondas sísmicas.

En vista de los resultados del estudio mostrados en los mapas de zonas de inundación, susceptibilidad a los movimientos de vertiente y respuesta sísmica del terreno, se observó que la zona con menor susceptibilidad a los movimientos de vertiente y en la que se produciría una menor amplificación de las ondas sísmicas, sería la zona norte del municipio. Se recomendó, por lo tanto, un posible desarrollo del municipio en esta zona, respetando siempre la llanura de inundación del río. Por otro lado, debía evitarse la presión sobre las zonas de alto riesgo, que deberían ser definidas como zonas de protección o de actividad restringida y constituir, en la mayoría de los casos, zonas verdes no habitadas. En este sentido, se aconsejó evitar o reducir el crecimiento hacia cotas superiores de la vertiente del volcán Quezaltepeque y de los cerros existentes en el municipio, ya que, además de conllevar un aumento de la exposición, comportaría un cambio en los usos del suelo que haría aumentar la probabilidad de ocurrencia de inestabilidades.



Apoyo y fortalecimiento de la alcaldía de Santa Tecla para la implementación de una unidad de gestión de riesgos municipal. Departamento de La Libertad, El Salvador.

Componente de la gestión del riesgo

Preparación

Contexto

En el municipio salvadoreño de Santa Tecla se desarrolló un proyecto que permite ejemplificar un caso en el que se trabaja el componente de preparación, como elemento que incluye la gestión integral del riesgo.

Autora del artículo

Cristina Solana, coordinadora del proyecto.



Corrimiento de terreno sobre la colonia de Las Colinas, al sur de la ciudad de Santa Tecla, consecuencia de la crisis sísmica del año 2001.

Situación geográfica	Municipio de Santa Tecla, en el Departamento de La Libertad (El Salvador).
Contraparte local	Municipalidad de Santa Tecla y Organizaciones Comunitarias.
Presupuesto	200.000 \$.
Cofinanciadores	Municipalidad de Santa Tecla, Geólogos del Mundo, JICA, Agencia de Cooperación al Desarrollo de EE. UU. (USAID).
Entidades colaboradoras	Comunidades Organizadas, Asociaciones de Desarrollo Comunitario (ADESCO), Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET), Minsiterio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), Ministerio de Educación (MINED), MSPAS, Policía Nacional Civil (PNC), Bomberos, Cuerpos Agentes de Seguridad Municipales (CAM), RTI-Cruz Roja Salvadoreña (CRS), Cooperación Canadiense (CUSO).
Periodo de ejecución	2003-2005.

Contexto del proyecto

Santa Tecla es uno de los 14 municipios del área metropolitana de San Salvador, capital de El Salvador. Pese a ser la segunda ciudad del país después de la capital y estar situada a poca distancia de ella, se caracteriza por tener un relevante bosque húmedo subtropical y por la peculiaridad de su relieve, modelado al norte por el volcán de San Salvador y al sur por la cordillera de El Bálsamo. La pluviometría anual es de 1.900 a 2.200 mm y las temperaturas, en general más frescas, oscilan entre los 18 y 24 °C.

El municipio tiene una extensión de 112,2 km², de los cuales el 2% son de suelo urbano y el 98%, de suelo rural; esta relación se invierte en términos de población, ya que de un total de 175,625 habitantes, el 91% residen en el área urbana y el 9%, en la rural. El espacio rural está formado por 12 “cantones” con un total de 51 vecindades (llamadas “caseríos”), mientras que el área urbana está integrada por 62 colonias y 18 comunidades marginales. Las principales actividades económicas del municipio se centran en la agricultura, el comercio y la industria.

Los antecedentes de este proyecto arrancan del convenio de cooperación entre la ONG Geólogos del Mundo y el Ayuntamiento de Santa Tecla, a raíz de la emergencia decretada por los terremotos del año 2001. Una de las consecuencias fatídicas de esta crisis sísmica fue la formación de un gran corrimiento de tierras sobre la colonia de Las Colinas, en la vertiente norte de la cordillera de El Bálsamo, al sur de la ciudad de Santa Tecla. Como consecuencia de este episodio perdieron la vida más de 500 personas.

Durante el período 2001-2002, cuatro técnicos geólogos de Geólogos del Mundo efectuaron estudios de evaluación de los daños ocasionados por los terremotos y de los riesgos en las colonias más afectadas del municipio y en la zona rural sur, y elaboraron además el primer informe sobre el estado preliminar de riesgos a lo largo de toda la vertiente norte de la cordillera de El Bálsamo, que en aquel momento amenazaba a la zona urbana. En este período se llevaron a cabo inventarios de deslizamientos, que posteriormente serían la base de análisis más detallados, y se recomendaron una serie de intervenciones para la recuperación de las zonas más afectadas, así como una serie de medidas de mitigación ante el riesgo de



Localización geográfica del municipio de Santa Tecla.

deslizamientos. Paralelamente, se establecieron las bases de las relaciones interinstitucionales con diferentes entidades encargadas de la gestión de riesgos a escala local y nacional.

La municipalidad de Santa Tecla tuvo en cuenta las recomendaciones de Geólogos del Mundo y gestionó, además, la incorporación permanente de una de sus técnicas para realizar en permanencia la monitorización y el seguimiento de riesgos y de las obras de ingeniería de estabilización en la zona del corrimiento.

Contexto de la problemática

Una de las principales inquietudes de la municipalidad de Santa Tecla, tras ver sobrepasadas sus capacidades de respuesta ante la tragedia ocasionada por el terremoto del año 2001, era poder mejorar su preparación para afrontar posibles emergencias futuras. Por este motivo, una de las líneas de trabajo dentro del eje para el reforzamiento técnico y operativo institucional local se dirigió de manera exclusiva al fortalecimiento institucional de las capacidades de respuesta frente a situaciones de desastre.

La intención ante esta situación era definir un Sistema Municipal de Gestión de Emergencias. El reto era configurarlo e implementarlo de forma participativa, por lo que se trataron de definir mecanismos que construyesen esta condición

de tal manera que el Sistema Municipal de Emergencia no se constituyese solo por la representación única de referentes municipales, sino también por la sociedad civil organizada y las instituciones nacionales desconcentradas.

Objetivos

El objetivo general se centró en generar unas bases de sostenibilidad de las proyecciones de desarrollo local a través del fortalecimiento institucional municipal y de sus políticas para impulsar la reducción de riesgos de forma participativa. Para conseguirlo se estableció un programa de formación de todos los agentes con intervención en el territorio, de manera coordinada y coherente, integrando a la ciudadanía desde un enfoque territorial y vinculando los niveles nacionales departamentales.

Los objetivos específicos fueron los siguientes:

- a) fortalecer las capacidades de los agentes y las instituciones locales para reducir el riesgo ante desastres asociados a fenómenos geológicos mediante la institucionalización de acciones preventivas y de preparación en la respuesta frente a situaciones de desastre.
- b) facilitar la elaboración de políticas públicas locales participativas relacionadas con el desarrollo local, el ordenamiento del territorio, la participación ciudadana y la responsabi-



Técnicos evaluando el nivel de riesgo en la cordillera de El Bálsamo, a raíz de la crisis sísmica de 2001.

lidad social empresarial para la reducción del riesgo ante los desastres.

- c) favorecer un marco legal y los reglamentos explícitos que acompañasen a las políticas públicas elaboradas y facilitasen el marco de competencias para su implementación.
- d) fortalecer programas estratégicos, planes y proyectos para la implementación de las políticas de reducción municipal de riesgos, mediante la instauración de mecanismos que integrasen a representantes de todos los sectores y actores locales, y mediante el desarrollo de herramientas claras y sencillas.

Componentes del proyecto

Una vez superada la etapa de emergencia, se inició un proceso de implementación de la gestión municipal de los riesgos desde una óptica amplia y en el marco de la línea participativa y concertada. Fue plenamente aceptado el hecho de que el proceso de implementación de la gestión municipal de riesgos implicaba condiciones en todos los ámbitos de la vida política, social, económica y ambiental territorial, dirigidas a alcanzar niveles aceptables de riesgo y a garantizar los niveles de estabilidad y seguridad necesarios para la sostenibilidad del desarrollo local.

Los ejes de trabajo definidos para el desarrollo del proyecto fueron:

- Sensibilización política y técnica, próxima a la gestión local, para la reducción de riesgos.
- Fortalecimiento técnico y operativo institucional: fortalecimiento de las capacidades preventivas y fortalecimiento de las capacidades de respuesta ante las emergencias.
- Apoyo al proceso de ordenamiento territorial participativo, con énfasis en la gestión de riesgos y en la elaboración de componentes técnicos para el marco legal.
- Fortalecimiento de la participación ciudadana en la gestión de los riesgos.

Todas las actividades desarrolladas incluyeron, además, siete aspectos básicos en el contexto municipal:

- 1 Factibilidad: para que las medidas de reducción del riesgo fueran realistas y ajustadas al tiempo, posibles y potenciales dentro del contexto en el que se implementaban.

- 2 Economía: las medidas debían estar adaptadas a las posibilidades financieras locales y disponer prioritariamente de los recursos humanos y materiales disponibles.
- 3 Multipropósito: las medidas debían integrar la resolución de diversas problemáticas al mismo tiempo.
- 4 Sostenibilidad: las medidas de reducción del riesgo debían ser compatibles dentro del contexto cultural, político, económico, social y medioambiental local.
- 5 Principio de no-conflicto: las medidas debían ser compatibles y estar en armonía con las líneas estratégicas de mayor magnitud.
- 6 Participación e integración: las medidas debían promover la participación de todos los sectores y actores locales, regionales o nacionales implicados directa o indirectamente en la temática de la gestión de riesgos, en la medida de sus posibilidades.
- 7 Divulgación: era necesario que las medidas y actividades para llevarlas a término fueran socializadas.

Metodología

El proyecto centró su tarea principal en desarrollar un sistema de preparación y gestión de la emergencia, con el fin de reducir la pérdida de vidas y los daños provocados por los efectos directos e indirectos de los desastres de origen natural. Para que el sistema estuviera adecuadamente preparado se consideró primordial que se dieran una serie de condiciones, como las que se exponen a continuación:

- Que fuera capaz de informar de forma eficaz mediante los sistemas de alerta temprana.
- Que estuviera dotado de planes de emergencia, contingencia y evacuación ensayados y actualizados con regularidad.
- Que estuviera equipado con sistemas de comunicación que permitieran la coordinación entre los diferentes agentes.
- Que constase de la preparación logística, el fondo y la infraestructura adecuados para atender la emergencia.

En el ámbito específico de la preparación a la respuesta se trabajaron cinco líneas de acción:

- **Fortalecimiento institucional municipal político y técnico para afrontar la preparación y la emergencia:** se llevó a cabo mediante el trabajo de sensibilización en los ámbitos de la



Jornada técnica de trabajo con los técnicos municipales.

toma de decisiones políticas, el equipo técnico de la unidad de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y la promoción social. En el ámbito político se trabajó conjuntamente con el Consejo Municipal de Santa Tecla, se definieron las problemáticas, las líneas de trabajo y los resultados esperados en función de la capacidad institucional, y se establecieron compromisos de apoyo y el presupuesto para el desarrollo de las iniciativas. En el ámbito técnico se fortaleció la capacidad de:

- La unidad de SIG para la generación de información para la gestión de riesgos y para la configuración del Sistema Municipal de Respuesta. Aspectos específicos de este campo:
 - Zonificación de amenazas, evaluación de niveles de riesgo y exposición
 - Censos de población expuesta y caracterización de su condición socioeconómica, así como de su capacidad de respuesta y restablecimiento.
 - Creación de programas de fortalecimiento de la organización y participación comunitaria ante la emergencia.
- La unidad de promoción social para la sensibilización y el apoyo a las Asociaciones de Desarrollo Comunitario (ADESCO) con vistas a su organización y preparación en Comités Comunales para la Emergencia (COEC), a través de apoyo a las comunidades en materia de formación, gastos materiales y comunicación por radio.
- El Comité de Emergencia Municipal (COEM), que en el momento de ser desarrollado el proyecto estaba integrado por un solo referente permanente y por un equipo voluntario. Se le da apoyo con la elaboración de una propuesta de ampliación de competencias, funciones y protocolos de

actuación. La conformación del Sistema Municipal de Respuesta a Emergencias y Capacitación de COEC estaba a su cargo. Para llevarla a término se formuló un programa y se obtuvieron fondos del consorcio de la Agencia de Cooperación al Desarrollo de EE. UU. (USAID), de la Consultora para la Investigación por el Desarrollo (RTI) y de la Cruz Roja salvadoreña (CRS). También se dio apoyo a esta institución con la formulación posterior de una propuesta de política municipal para la respuesta a la emergencia.

- **Planificación e implementación de un SIG y de un sistema de alerta temprana eficaz, oportuno y participativo.**

A través del equipo técnico de la unidad de SIG se trabaja el establecimiento de un Sistema de Información Municipal para la gestión de la emergencia, que se nutre de la información de varios estudios existentes y de la nueva información que va generando la propia unidad. Además, se aplica un plan periódico de monitorización de las zonas de riesgo identificadas junto con la población expuesta: tanto zonas urbanas como rurales. Se empieza a planificar un Sistema de Alerta Temprana (SAT) operado desde las comunidades y coordinado desde la municipalidad, sencillo y de fácil manejo. Su finalidad es la predicción anticipada de inundaciones y corrimientos inducidos por fuertes lluvias. Este proyecto se logra implementar con fondos de la cooperación japonesa y esfuerzos conjuntos de la municipalidad y el Servicio Nacional de Estudios Territoriales.

- **Elaboración de planes de emergencia y evacuación comunitarios y municipales enfocados a la equidad.**

El fortalecimiento del Comité Municipal de Emergencia permite que este, a su vez, pueda fortalecer el desarrollo de los Comités Comunales para la Emergencia, junto con la unidad de proyección social de la municipalidad y la unidad de SIG. En el marco de este fortalecimiento se desarrollaron los planes comunales de emergencia y evacuación de 24 comunidades urbanas con diferentes niveles de riesgo, y, posteriormente, de 25 comunidades rurales de los 12 cantones rurales del municipio. Estas iniciativas contaron con el apoyo de varios cooperantes de Geólogos del Mundo, de Plan Internacional, de Cooperación, USAID y de la Cruz Roja americana y salvadoreña. El plan municipal se actualiza aprovechando el apoyo del



Jornada de formación de Comités de Emergencia Comunales.

consorcio USAID-RTI y CRS en el marco del desarrollo del programa “mitigación de riesgos”.

- **Establecimiento de un sistema de comunicación y coordinación territorial y sectorial: fortalecimiento de la tecnología y las capacidades de los COEC y el COEM.**

Uno de los elementos esenciales para conseguir el éxito de un Sistema Municipal de Respuesta radica en la transmisión de la información y en la comunicación permanente entre sus integrantes. El fortalecimiento de un sistema de comunicación por radio permanente favoreció no solo la eficacia en la respuesta a la emergencia, sino múltiples iniciativas para el desarrollo comunal.

También se inició la mejora de las carreteras y caminos comunitarios para favorecer una mayor y mejor conectividad de las zonas rurales, el casco urbano y los centros de servicios. Se fomentó, además, la organización del transporte público para que tuviese una buena cobertura y alcance.

A escala sectorial se mejoraron las capacidades y la infraestructura de atención a la ciudadanía. Esta iniciativa fue coordinada desde la municipalidad junto con las instituciones nacionales, pero también con apoyo del sector privado.

- **Preparación logística, infraestructura y fondos para la emergencia.**

La preparación logística previó la definición de albergues adecuados, tratando de evitar el uso de escuelas en la medida en que ello fuera posible. Fue definida la logística necesaria para el funcionamiento de cada albergue en función de la cantidad de población que podía admitir y se contó con brigadas inte-



Reunión de planificación del Comité de Emergencia Sectorial.

gradas por personal municipal y la sociedad civil para atender: vestuario, alimentación, guardería, lavabo y limpieza, espacios de recreo, espacios dormitorio, vigilancia, seguridad y prevención de la violencia contra mujeres y niños, entre otros. La información disponible del SIG permitió organizar con anticipación el albergue de destino de cada una de las comunidades expuestas, proveyendo y evitando el hacinamiento de la población. A través de “convoyes” con dialogantes se insta a la población, durante la emergencia, a participar con víveres, ropa, colchones y mantas, en función de las necesidades de los conciudadanos albergados.

Resultados

El Sistema Municipal de Emergencias implantado fue puesto a prueba por última vez en la emergencia con motivo de la tempestad tropical Stan, en octubre de 2005. El resultado fue muy satisfactorio: en menos de 12 horas, y con el apoyo de todos los integrantes y la ciudadanía, se logró evacuar a la población de las zonas más expuestas, responder de forma autónoma a las necesidades de los albergues cubriendo servicios básicos de salud y de higiene, restituir el acceso a las comunidades rurales y urbanas, y garantizar una comunicación por radio permanente que permitió una toma de decisiones acertadas en el territorio. Santa Tecla se ganó el calificativo de “municipalidad más eficaz en la respuesta a la emergencia del país”.

Este tipo de proyecto y el trabajo específico en el componente de la preparación, como pieza clave para una gestión eficaz del riesgo, llevaron a valorar algunos aspectos interesantes que hay que tener en cuenta para proyectos futuros. Son los siguientes:

- La tarea de sensibilización hay que iniciarla desde una voluntad política verbal y expresada en compromisos concretos.
- La visión consensuada de los problemas y de cómo resolverlos configura una sinergia de trabajo coordinado entre instituciones y actores excelente.
- La capacidad técnica local y la voluntad del equipo técnico para desarrollar el trabajo es fundamental para llevar a cabo proyectos sostenibles. Es necesario sensibilizar y fortalecer los niveles técnicos e incluir a todos los implicados.
- Para la creación de un Sistema Municipal de Emergencia todos los actores son importantes, ya que los municipales, de forma individual, nunca serán lo bastante efectivos, de modo que hay que implicar a la ciudadanía y a los diversos sectores.
- No es preciso crear una nueva institucionalidad. En el caso de las comunidades, las propias Asociaciones de Desarrollo Comunal ejercían las funciones de un Comité Comunal para la Emergencia.
- La coordinación con los niveles sectoriales de instituciones nacionales desconcentradas de la oposición política fue posible estableciendo una visión conjunta y acciones concretas a niveles técnicos sobre los valores de solidaridad.
- Fue importante tratar de trabajar ofreciendo resultados de modo permanente, con responsabilidad e implicación constantes. Que los líderes institucionales estén implicados y dedicados genera credibilidad y la implicación de muchos más colaboradores.
- Trabajar proyectándose y con imaginación para abaratar costes es importante.
- Hay que prestar atención a los tiempos y las lógicas de los procesos locales para poder permitir la integración y participación de todos.

Gestión integral de amenazas y vulnerabilidades en el municipio de San Miguel, Departamento de San Miguel, El Salvador

Componente de la gestión del riesgo

Mitigación

Contexto

En el municipio de San Miguel de El Salvador se localiza el volcán de San Miguel o Chaparrastique, donde se desarrolló un proyecto de gestión del riesgo en que el componente de mitigación tuvo especial relevancia. Se aprovecha esta experiencia para ejemplificar el trabajo de mitigación para la reducción del riesgo.

Autora del artículo

Dolores Ferrés, coordinadora del proyecto.

Juan Carlos García López-Davalillo, técnico del proyecto.



Vista general del volcán de San Miguel o Chaparrastique.

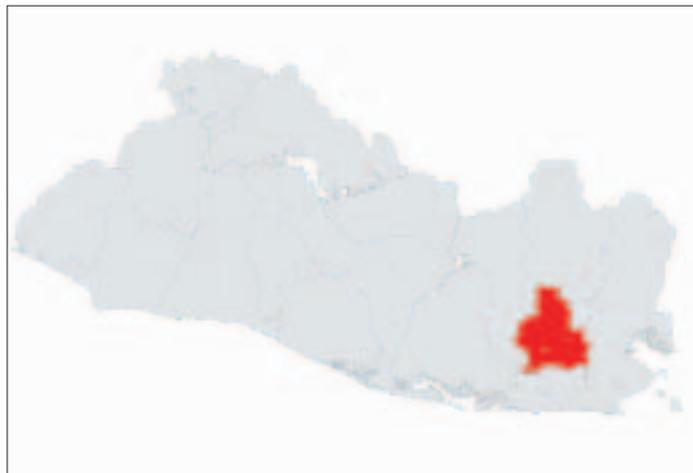
Situación geográfica	Municipio de San Miguel. Departamento de San Miguel. Municipios de San Miguel y Chinameca. El Salvador.
Contraparte local:	Ayuntamiento de San Miguel.
Presupuesto	300.000 €.
Cofinanciadores	Oficina Humanitaria de la Comisión Europea (TIRO) a través de su programa DIPECHO II (Disasters Preparation of TIRO, fase II)..
Entidades colaboradoras:	El proyecto fue ejecutado de manera conjunta por la ONG salvadoreña CEPRODE (Centro de Protección para Desastres) y Geólogos del Mundo. Organizaciones comunitarias: Conacastal (municipio de Chinameca), El Volcán, San Andrés, Jalacatal, El Amate, Las Lomitas y El Niño (municipio de San Miguel). También se incorporaron diversas organizaciones gubernamentales (a escala nacional y departamental) y no gubernamentales, que se vincularon a alguna de las acciones implementadas.
Período de ejecución:	Diciembre de 2000 - Febrero de 2002

Contexto del proyecto

El proyecto se desarrolló en torno al volcán de San Miguel, conocido también como Chaparrastique, situado en la región oriental de la Cordillera Volcánica de El Salvador, entre los municipios de San Miguel y Chinameca.

El San Miguel es un estratovolcán de 2.130 msnm, 13 kilómetros de perímetro aproximadamente y un cráter circular con un diámetro medio de 800 metros; se erige asimétrico y aislado sobre una llanura de 100 metros de altitud media. En su flanco norte se interstratifica con el cono truncado del volcán Pacayal, actualmente inactivo. Las vertientes del San Miguel tienen una pendiente media superior al 40%, que llega hasta el 75% en las partes más altas y a entre el 15 y el 30% en las zonas que conforman el pie del cono volcánico. La actividad explosiva del volcán ha dado por resultado la acumulación de tefras (lapili y cenizas) de hasta 40 metros de espesor en varios segmentos del borde del cráter y partes más altas del cono volcánico, especialmente en la vertiente norte, que son susceptibles de ser erosionadas y desestabilizadas fácilmente. Acumulaciones de materiales de hasta 10 metros se hallan también en las partes más altas del cerro El Pacayal y Cerro Chambala, que, junto con el volcán de San Miguel, constituyen la cabecera de las cuencas hidrográficas.

El volcán de San Miguel se considera activo, tanto por su actividad histórica como por la actual. Se tiene conocimiento de por lo menos 26 erupciones durante los últimos 304 años, tanto de tipo efusivo (emisión de flujos de lava) como de tipo explosivo estromboliano (producción de piroclastos). La última actividad eruptiva con emisión de lavas a través del cráter central se produjo en 1976. En 1970, 1976, 1977, 1986 y 2002 se han ido produciendo pequeñas erupciones explosivas con emisión de cenizas. Actualmente cuenta con un alto nivel de actividad sísmica y emisión permanente de gases por medio de fumarolas que varían a lo largo del año. La actividad volcánica es monitorizada por el Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET), mediante tres estaciones sísmicas y visitas periódicas al volcán, para realizar el seguimiento de aspectos como la morfología del cono y el cráter y la emanación de gases, entre otros.



Localización geográfica del municipio de San Miguel



Cráter del volcán de San Miguel o Chaparrastique, 2001.

Contexto de la problemática

En la zona donde se desarrolló el proyecto, además del fenómeno volcánico existen otras amenazas naturales y socionaturales que pueden afectar potencialmente a las poblaciones asentadas en las vertientes del volcán de San Miguel: actividad sísmica, sequía, incendios y la formación de lahars, conocidos popularmente como “avalanchas” o “torrentadas”. La ocurrencia de estos procesos de inestabilidad gravitatoria se produce de forma recurrente, todos los años, durante la época de lluvias.

Los lahars en el volcán de San Miguel son flujos de material sólido (suelos y rocas no consolidados) generados en la zona más alta del volcán, principalmente a causa de lluvias intensas. El proceso de erosión de los materiales acumulados

en las zonas altas o en las cabeceras de los torrentes se ve acelerado por la deforestación y los incendios. Los lahars descienden a gran velocidad desde las partes altas del volcán arrastrando materiales sueltos, bloques de coladas de lava fracturadas y vegetación, siguiendo la pendiente natural del terreno generalmente a través de las zonas más deprimidas (torrentes), y depositándose posteriormente en forma de abanico en las partes con menor pendiente. A su paso sepultan viviendas, infraestructuras y vías de acceso, así como las superficies destinadas a la agricultura.

Alrededor del volcán de San Miguel se localiza una población de más de 330.000 personas, un 60% de ellas residentes en la zona de influencia del volcán. Dado el carácter fértil de los materiales volcánicos y la presencia de un microclima más fresco y húmedo, condicionado por la altitud, en las vertientes se desarrollan los cultivos de café, que tradicionalmente han dado trabajo a cientos de campesinos. En los últimos veinte años, y en especial una vez concluida la guerra civil, estos cultivos de altura se han revitalizado y han favorecido un incremento de la población en las zonas próximas, a veces en lugares con una elevada peligrosidad natural, con asentamientos situados en cotas superiores a los 900 metros. En ocasiones, las características ocupacionales y la precariedad de las infraestructuras hacen que los grupos sociales sean altamente vulnerables y, por tanto, que el riesgo con que conviven sea también muy alto.

La finalidad del proyecto era reducir la vulnerabilidad de la población frente a varios tipos de amenazas naturales y

socionaturales, especialmente ante la ocurrencia de torrentadas (flujos de escombros, lahars) de recurrencia anual, a través de la implementación de acciones de prevención, mitigación y preparación para la emergencia.

Objetivos

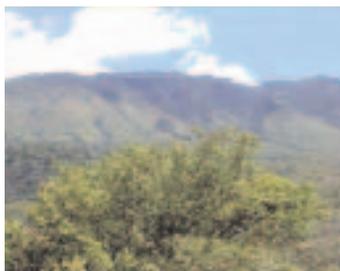
Con la finalidad de reducir los riesgos por amenazas naturales en la municipalidad de San Miguel, se plantearon tres objetivos principales:

- 1 Incrementar el conocimiento de las amenazas naturales y de las vulnerabilidades.
- 2 Incrementar las capacidades humanas y materiales para la atención del ciclo de los desastres.
- 3 Mejorar las acciones de prevención y mitigación de desastres.

Componentes del proyecto

El proyecto fue estructurado en tres componentes principales:

- **Caracterización del riesgo.** Consistió en determinar las amenazas naturales y socionaturales existentes, así como los grados y tipos de vulnerabilidad de las comunidades de la zona. El análisis de los fenómenos naturales que podían constituir amenazas se llevó a cabo a partir de la recopilación de trabajos previos de investigación científica, de trabajos de campo para la obtención de datos y de la recopilación del conocimiento popular sobre la ocurrencia y recurrencia de los fenómenos. El análisis centró su atención en las amenazas por corrimientos de materiales volcánicos (torrentadas, lahars). El estudio geológico se complementó con el análisis del estado de los restantes elementos del medio natural.
- **Mejora de las capacidades locales.** Para dar respuesta a las amenazas, paralelamente y utilizando la nueva información disponible, se desarrolló un proceso de formación de las comunidades. También se crearon comités de emergencia local y brigadas de emergencia, con la finalidad de incrementar el conocimiento de su entorno y de las capacidades de respuesta ante los riesgos a los que están expuestos.



Sector Norte del volcán de San Miguel. Zona de cabecera bastante erosionada, 2004.



Cabecera del torrente de la Arenera. Al sector norte del volcán de San Miguel, 2004.

- **Diseño de obras físicas de retención e implementación de un sistema de alerta temprana.** El estudio llevado a cabo concluyó recomendar la ejecución de un determinado tipo de obras de mitigación en la zona, así como proponer un diseño para un sistema de alerta temprana para flujos de escombros y lahars.

Metodología de trabajo

Se llevó a cabo a través de tres partes principales:

1. Estudios geológicos aplicados al diseño de obras de mitigación y diseño de un sistema de alerta temprana por lahars.

El estudio y la caracterización de la amenaza por lahars en el torrente de La Arenera, canal que actualmente se considera el más activo y cuyo cauce coincide con el asentamiento de la comunidad de Los Carretos (aproximadamente 5.000 habitantes), se llevaron a cabo a través del análisis de los diferentes aspectos geomorfológicos, geológicos, hidrológicos y ambientales, con el fin de comprender en primer lugar la dinámica de los procesos erosivos, analizar la susceptibilidad de los movimientos de masa y determinar qué factores podían ser desencadenantes del fenómeno.

Posteriormente, se llevó a término la modelización hidráulica de La Arenera. A partir de los diferentes caudales de agua, calculados a partir del análisis estadístico de las precipitaciones y utilizando diferentes cargas de sedimento en la mezcla teóricamente transportada, se obtuvo la caracterización de la amenaza por inundaciones o avenidas. Con toda esta información se obtuvieron las alturas de las avenidas de agua, para diferentes períodos de retorno y condiciones de flujo, que permitieron elaborar la cartografía de las zonas expuestas con diferentes grados de peligrosidad. Estos resultados se traducen en el mapa de peligrosidad por lahars a escala de detalle y en un conjunto de recomendaciones y consideraciones para la mitigación de los riesgos a corto y medio plazo, y para la planificación territorial a largo plazo. Las recomendaciones son las siguientes:

- Recomendaciones de acciones de prevención: obras de conservación de suelos, reforestación, recolección y captación de aguas de escorrentía, entre otras.
- Recomendaciones para el diseño de obras físicas de mitigación: obras de retención y derivación de sedimentos.

- Recomendaciones para el diseño de un sistema de alerta temprana.

Parte de las acciones recomendadas se implementaron con financiación del proyecto, mientras que en el caso de otras se pretendía que fueran las comunidades, a través de organizaciones locales y ayuntamientos, las que tomaran la iniciativa de gestionar solicitudes de apoyo económico, seguimiento y mantenimiento de las acciones.

2. Diseño de obras de mitigación y de derivación: la propuesta de obras consistió en la determinación de la tipología de obras y su posible ubicación a lo largo del cauce de La Arenera. Se recomendaron siete tipos de obras:

1. Áreas de deposición no confinadas o zanjas de acumulación.
2. Impedimentos al flujo.
3. Presas de retención en los cauces.
4. Bermas o muros laterales.
5. Muros o bermas desviadoras.
6. Muros, presas o bermas terminales.
7. Estructuras de filtro de partículas sólidas.

Todas las obras propuestas se basaron en los resultados del cálculo hidrometeorológico y en el modelo de flujos de lahars confeccionado en el estudio geológico. La función y finalidad de cada una de ellas es diferente, pero en general su objetivo es:

- a) Conducir el flujo y no permitir el desbordamiento.
- b) Provocar la desaceleración y sedimentación controlada del material sólido en áreas no vulnerables.

En el transcurso del proyecto se llevaron a cabo obras con mano de obra comunitaria y con la supervisión del proyecto y la colaboración en él del Ministerio de Obras Públicas; con recursos propios del proyecto se implementaron obras de almacenamiento y derivación de material, distribuidas en el torrente. Se recomendaba desviar el flujo hacia áreas ocupadas ahora por flujos de lava no ocupadas previamente por sedimentos, por el hecho de que estas áreas tienen una superficie irregular de gran rugosidad. Se hizo especial hincapié en que la vida útil de las obras propuestas sería más larga

siempre que se estableciera un sistema de seguimiento para su mantenimiento, a la vez que implicaría un incremento de la seguridad de las comunidades.

3. Implementación de un sistema de alerta temprana (SAT).

Finalmente, el análisis hidrometeorológico permitió determinar un umbral de intensidad de lluvias que se considera factor desencadenante para la formación de lahars y que sirvió de base para el diseño del sistema de alerta implementado en el torrente de La Arenera a una cota de 1.700 metros, junto a la estación sísmica. Posteriormente, también en el torrente de El Tránsito, al sur del volcán (a través del programa DIPECHO III), se diseñó e implementó un SAT para avenidas de escombros con la misma metodología. Estos SAT, aunque diferentes en sus componentes instrumentales y su grado de automatización, se basan en los mismos principios de medición de precipitación, cálculo de intensidad, comparación con umbrales previamente programados y transmisión de señales visuales y acústicas de alerta. El componente humano o social de estos sistemas, tanto la organización comunitaria como la institucional, es un aspecto que debe fortalecerse de forma continua para que funcione realmente y pueda enviarse información oportuna a toda la población que puede resultar afectada.

El SAT fue diseñado pensando en dos objetivos principales: generar datos sobre la intensidad de la lluvia que permitieran validar y calcular los umbrales del sistema y generar señales de alerta para las comunidades más próximas a los torrentes que históricamente han sufrido este tipo de fenómenos.

Resultados

• Funcionamiento de las obras de mitigación

Los muros de derivación se construyeron con financiación del proyecto a través de una empresa de ingeniería que contrató mano de obra comunitaria. Estas obras consisten en dos muros de derivación de flujos de escombros de 30 y 50 metros de longitud en las cotas 1.060 y 930 metros, respectivamente. Para su construcción se obtuvieron los avales municipal, de la Gobernación *Departamental y del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. También se obtu-



Componentes instrumentales del Sistema de Alerta Temprana por lahars.



Muro de derivación con zanja para la recepción de materiales.

vo el aval de la comunidad, que mostró inicialmente reticencias por temer que las obras no cumplieran su función de derivación de escombros y provocaran daños en zonas habitadas. Finalmente, con la validación por parte de ingenieros del Servicio Nacional de Estudios Territoriales, la comunidad estuvo de acuerdo en llevarlas adelante.

Los muros de contención previstos en el diseño de las obras de mitigación de riesgos fueron construidos por el Comité Ambiental de San Miguel (CASAMI) y la Comunidad de Los Carretos, a través de un proyecto financiado por FONAES (Fondo Ambiental de El Salvador, gestionado por el Ministerio de Medio Ambiente de El Salvador y financiado por la cooperación gubernamental canadiense), durante los meses de julio y agosto de 2002.

En la inspección efectuada en noviembre de 2002 pudo comprobarse que los muros de derivación retuvieron y desviaron parte de los materiales que se deslizaban. Durante los meses de enero a mayo de 2003, la directiva del caserío Los Carretos solicitó apoyo a la Gobernación Departamental de San Miguel y al Ayuntamiento para gestionar maquinaria que



Muros de demarcación parcialmente cubiertos de materiales volcánicos arrastrados desde la parte alta del volcán de San Miguel, 2002.

permitiese dar mantenimiento a las obras, siguiendo las recomendaciones de técnicos de Geólogos del Mundo y del Servicio Nacional de Estudios Territoriales. Finalmente, durante el mes de mayo de 2003, el Ayuntamiento proporcionó operarios y maquinaria para llevar a cabo los trabajos de mantenimiento, aunque estos se efectuaron solo de forma parcial.

En el transcurso de la época de lluvias de 2003 no se produjeron precipitaciones de intensidad superior a los 40 mm. No obstante, algunas de las lluvias provocaron la movilización de los materiales acumulados en el interior del torrente, por lo que el relleno de las obras de contención aumentó, tal como pudo comprobarse en las inspecciones hechas durante agosto y noviembre de 2003. El Servicio Nacional de Estudios Territoriales efectuó una última inspección el mes de febrero de 2004, en la que se comprobó que no se habían realizado trabajos de mantenimiento en los muros y las zanjas, por lo que emitió una nota de recomendaciones a las autoridades locales.

Aunque se ha podido constatar en los últimos años que en la función de las obras construidas no ha habido afectación de sedimentación de materiales al núcleo de Los Carretos, es aún patente la falta de organización y de un plan de mantenimiento que garantice la sostenibilidad. Este es un buen ejemplo de que las intervenciones puntuales de los proyectos y el tiempo de implementación de estos son, a veces,



Relleno completo de una zanja. Los materiales han sido derivados hacia la orilla izquierda del torrente por el muro de tierra construido, 2004.

insuficientes para asegurar una correcta coordinación entre instituciones y compromisos de seguimiento que garanticen una correcta reducción de los riesgos.

Programa integral para el ordenamiento ambiental de la Laguna de Apoyo, Nicaragua

Componente de la gestión del riesgo

Prevención

Contexto

En Nicaragua se está desarrollando un programa de ordenamiento territorial en torno a una laguna llamada Laguna de Apoyo. Este programa de trabajo tiene como prioridad la prevención del riesgo. A continuación se expone este programa como un ejemplo práctico de cómo desarrollar este componente crucial de la gestión del riesgo.

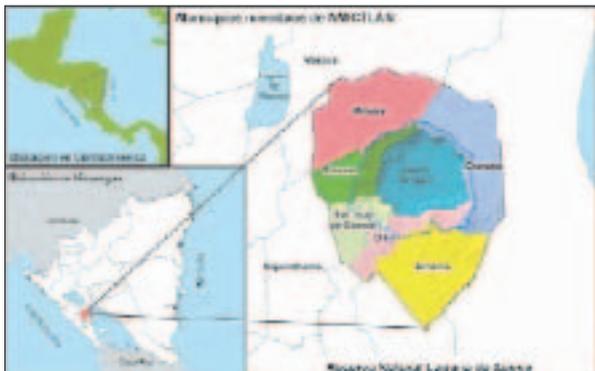
Autora del artículo

María de Marco, coordinadora del proyecto.



Laguna de Apoyo, Nicaragua.

Situación geográfica	Laguna de Apoyo. Departamentos de Masaya (municipios de Catarina, Masaya y San Juan de Oriente) y Granada (municipios de Diriá, Diriomo y Granada)
Contraparte local	Asociación de municipios de la cuenca y el territorio de la Laguna de Apoyo, Nicaragua (AMICTLAN*). ^{*j46} .
Presupuesto	597.552,59€, para el año 2007
Cofinanciadores	Agència Catalana de Cooperació al Desenvolupament (ACCD), Geólogos del Mundo e instituciones públicas nicaragüenses: Instituto Nacional de Estudios Territoriales (INETER), Ministerio del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales (MARENA) , AMICTLAN
Entidades colaboradoras	Instituto Nacional de Estudios Territoriales (INETER), Ministerio del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales (MARENA), AMICTLAN.
Período de ejecución	2007-2009.



Localización geográfica de la Laguna de Apoyo.

Contexto del proyecto

La Laguna de Apoyo se encuentra en la zona del Pacífico de Nicaragua. Se trata de la mayor laguna cratérica del país y forma parte de la cadena volcánica nicaragüense. Actualmente es un área protegida y está catalogada bajo la figura protectora de Reserva Natural. El área protegida que rodea a la laguna, cuyos límites están pendientes de aprobación por el MARENA, se divide en dos zonas. La zona de reserva, con normativa más restrictiva, incluye la caldera y una franja exterior de protección. La segunda zona es la de amortiguamiento, considerada una zona tampón para atenuar las actividades que se desarrollan en los alrededores del área protegida.

Los antecedentes de este programa de cooperación al desarrollo se remontan al año 2004, momento en que se desplegó el proyecto Bases y acciones para el ordenamiento territorial del municipio de Catarina, surgido ante los efectos de dos terremotos ocurridos en 2000, el primero de magnitud 5,4 y el segundo de 5,2 en la escala de Richter. Los seísmos se dejaron notar en Masaya, Granada y Managua, y afectaron principalmente a las poblaciones de la zona de la Laguna de Apoyo.

De este primer proyecto surgió un estudio en el que se definía una zonificación territorial del municipio, basada en la amenaza por inestabilidades de vertiente e inundaciones, y una ordenanza que regula las actividades del territorio. Los demás ayuntamientos situados alrededor de la laguna encontraron muy adecuado este estudio y sus orientaciones, por lo que se decidió elaborar una réplica de este trabajo en

las otras cinco municipalidades. De esta manera se desarrolló en 2006 el PGAISLAN (Programa para la Gestión Ambiental y Sostenible de la Laguna de Apoyo, Nicaragua), bajo la cofinanciación de la ACCD y ejecutado por Geólogos del Mundo y el Ayuntamiento de Catarina (en representación de los seis ayuntamientos). La continuación de este programa es el PIXOA* (Programa para el Ordenamiento Ambiental de Apoyo), iniciado en febrero de 2007.

Contexto de la problemática

La Laguna de Apoyo es una laguna cratérica endorreica, sin salida de agua superficial, con unas vertientes escarpadas, activas y en constante movimiento. El principal problema detectado en la Laguna de Apoyo es la degradación ambiental, que conlleva una serie de consecuencias que repercuten directamente sobre la calidad de vida de los pobladores, además de suponer un perjuicio directo sobre el propio entorno y una pérdida de oportunidades de desarrollo.

Los problemas derivan del acelerado y descontrolado uso de los recursos naturales, la falta de regulaciones y estructu-



Efectos del terremoto de julio de 2006 en la Laguna de Apoyo.



Corrimiento del terreno a causa de la tala de árboles para su parcelación, 2005.

ras comunes a todo el territorio, y la falta de capacidades y medios por parte de las alcaldías municipales y las organizaciones comunales para gestionar y controlar coherentemente las actividades en el territorio. Así pues, se produce una presión que, aparte de incidir sobre el valor ambiental de la reserva, acelera los procesos erosivos y hace aumentar el riesgo de inundación y corrimientos de terreno. El problema frente al riesgo de desastre en la Laguna de Apoyo surge por la ocupación de terrenos no aptos para la construcción, los desmontes, la deforestación, la elevada sismicidad de la zona y las fuertes lluvias que se producen en invierno.

La reserva natural no ha estado tradicionalmente muy poblada; en época reciente, sin embargo, grupos inversores han adquirido terrenos para desarrollar grandes complejos turísticos. Este desarrollo urbanístico se está llevando a término sin mucho control por parte de las instituciones nacionales competentes en materia ambiental y de riesgos, y sin una visión de las amenazas siconaturales de la zona, por lo que podrían producirse efectos negativos y un retroceso en el desarrollo económico de la población, la cual, por otro lado, experimenta desde hace algunos años un crecimiento económico positivo gracias al interés turístico de la reserva natural de la Laguna de Apoyo.

De esta problemática se deduce la necesidad de no separar las acciones en materia de gestión del riesgo de las ambientales. Las acciones prioritarias se orientan a:

- Generar una zonificación territorial sobre la base del riesgo.
- Mejorar las capacidades locales en gestión ambiental y gestión del riesgo.
- Mejorar la coordinación con las instituciones nacionales.

Objetivos

El objetivo general del programa es mejorar la calidad de vida de los pobladores del área de la laguna mediante el fortalecimiento de las estructuras organizativas y un mejor conocimiento del medio.

Componentes del programa

Para abordar la problemática descrita anteriormente y lograr el objetivo planteado se está trabajando en tres componentes.

- **Gestión del riesgo.** Dentro de este componente se trabaja en dos niveles:
 - Nivel técnico: elaboración de una zonificación territorial que incluye la realización de estudios técnicos y la elaboración de una ordenanza municipal común a los seis municipios.
 - Nivel comunitario: creación y mejora de la estructura de los comités de prevención, atención y mitigación de desastres a escala municipal y comunitaria.
- **Gestión ambiental.** Este componente tiene especial importancia dadas las características de la zona de reserva. Se centra en:
 - La gestión de la reserva por parte de AMICTLAN.
 - La elaboración del Plan Ambiental de la reserva.
 - El fortalecimiento de las capacidades municipales relativas a la gestión ambiental: legislación ambiental, acompañamiento a las inspecciones, etc.
 - La sensibilización ambiental de la población: a través de las escuelas y de actos dirigidos a este fin.
- **Sistematización y evaluación.** Todas las actividades llevadas a cabo dentro del programa se registran y organizan de manera que sirvan para evaluar los resultados, poder extenderlos y mejorar los negativos en programas de características similares.



Reunión de trabajo con el comité de desastres de San Juan de Oriente.

Metodología

Se desarrollan las siguientes líneas de actuación:

- **Capacitaciones y talleres.** Para incidir en la toma de decisiones de una manera responsable se desarrollan cursos de formación y talleres con los gobiernos municipales, las unidades técnicas y las organizaciones comunales. También se desarrollan talleres y presentaciones con las principales instituciones implicadas en la gestión del riesgo en Nicaragua con el fin de fortalecer el vínculo entre estas y las municipalidades.
- **Acompañamiento en casos concretos.** En los casos en que se solicita desde los ayuntamientos o las instituciones nacionales, se acompaña a las inspecciones y se ofrecen recomendaciones de manera coordinada con las unidades técnicas de los ayuntamientos. Estos acompañamientos sirven de refuerzo de las capacitaciones y los talleres.
- **Elaboración de estudios de forma participativa.** Los estudios sobre amenazas por inestabilidad de vertientes, inundaciones, el estudio hidrogeológico y los demás que se van desarrollando se llevan a efecto junto con las unidades técnicas de los ayuntamientos para asegurar que se apropien de los estudios e incidan en su aplicación.
- **Reuniones con los gobiernos municipales.** A través de la Asociación de Municipios se celebran reuniones mensuales de los gobiernos municipales en las que se detallan los avances del programa y las decisiones a escala regional que se prevé impulsar.
- **Reuniones internas, elaboración de informes y evaluación.** Semanalmente tiene lugar una reunión de equipo y mensualmente se elabora un informe en el que se valora la marcha del programa de acuerdo con lo planificado. Todas las actividades efectuadas cuentan con una evaluación previa y otra final para determinar la incidencia del programa.
- **Comunicación.** Se ha dado especial importancia a la divulgación de las actividades del programa y de la asociación de municipios para facilitar así la incidencia de las recomendaciones hechas.

Resultados

El resultado final del programa es que los habitantes de la reserva y sus alrededores presentan un desarrollo sostenible y han mejorado su calidad de vida. Los principales resultados que se quieren obtener se pueden agrupar en los siguientes ejes:

- **Estudios técnicos aplicados en el territorio a escala regional:** estudios de amenaza por inestabilidad de vertientes, susceptibilidad por inundación, cartografía geológica, estudio hidrogeológico y otros estudios, llevados a cabo de manera conjunta con las unidades técnicas de los ayuntamientos. Aplicación de los resultados de estos estudios a escala de los gobiernos municipales y validación por parte de las instituciones nacionales competentes.
- **Ayuntamientos fortalecidos:** se pretende que los gobiernos municipales estén sensibilizados de la importancia de gestionar actividades en el territorio de manera responsable, sin perder de vista las amenazas existentes y, además, de manera coordinada entre las seis municipalidades.
- **Grupos comunitarios fortalecidos:** estos grupos deben ser capaces de ayudar en la toma de decisiones y actuar, si fuera preciso, en caso de emergencia.
- **Actores sensibilizados ambientalmente:** una población y unos actores económicos sensibilizados ambientalmente deben poder ayudar a gestionar de manera coherente la zona de la reserva de la Laguna de Apoyo.
- **La reserva natural gestionada correctamente:** la asociación AMICTLAN debe cogestionar junto con el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales la reserva de la laguna y desarrollar proyectos de conservación de la biodiversidad y de desarrollo local sostenible.



Asamblea general de AMICTLAN.

Programa para la Integración Participativa de la Gestión Ambiental y de Riesgos en el Área Metropolitana de San Salvador, El Salvador (IPGARAMSS)

Componente de la gestión del riesgo

Gestión integral del riesgo

Contexto

En el ámbito del Área Metropolitana de San Salvador se desarrolla un proyecto de cooperación al desarrollo centrado en la gestión ambiental y en la gestión del riesgo desde un punto de vista global. Se elige este proyecto como modelo de trabajo para dar a conocer cómo implementar un programa de gestión con todos sus componentes.

Autor del artículo

Jesús Barrio. Coordinador del proyecto.



Situación del AMSS en las vertientes del volcán de San Salvador.

Situación geográfica:	Área Metropolitana de San Salvador (AMSS). Municipios: San Salvador (capital del país), Apopa, Antiguo Cuscatlán, Mejicanos, Santa Tecla, Nejapa, Tonacatepeque, San Martín, San Marcos, Ilopango, Ciudad Delgado, Ayutuxtepeque, Nejapa y Cuscatancingo.
Presupuesto:	750.000 €.
Cofinanciadores:	Diputación de Barcelona, Ayuntamiento de Barcelona y Área Metropolitana de Barcelona, Agencia Española de Cooperación al Desarrollo Internacional (AECI).
Entidades colaboradoras:	Oficina de Planificación del Área Metropolitana de San Salvador (OPAMSS), Consejo de Alcaldes del AMSS (COAMSS), Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET), Asociación Ambientalista (ABA), Universidad Nacional de El Salvador (UES), Unidad Ecológica Salvadoreña (UNEIXES), Cooperación Técnica Alemana (BGR), Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) y Universitat de Barcelona (UB).
Período de ejecución:	2005-2009.



Localización geográfica del Área Metropolitana de San Salvador

Contexto del proyecto

El proyecto se sitúa en el Área Metropolitana de San Salvador (AMSS), región urbana de El Salvador donde se encuentran la capital, San Salvador, y otros 13 municipios: Apopa, Antiguo Cuscatlán, Mejicanos, Santa Tecla, Nejapa, Tonacatepeque, San Martín, San Marcos, Ilopango, Ciudad Delgado, Ayutuxtepeque, Nejapa y Cuscatancingo. La extensión del AMSS es de 610,86 km², que constituyen el 2,9% de la extensión total de El Salvador.

El proyecto empezó en 2005, financiado por la Diputación de Barcelona, posteriormente contó con el apoyo del Ayuntamiento de Barcelona y del Área Metropolitana de Barcelona, y finalmente obtuvo el crédito de la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI). En la actualidad estas entidades siguen apostando por dar continuidad al proceso iniciado. La mirada hacia el futuro es positiva, con un plan de trabajo y recursos que permiten desarrollar los objetivos formulados hasta el año 2009.

Contexto de la problemática

El AMSS es un territorio con unas características complejas en lo relativo a los aspectos naturales, determinados por una elevada densidad y frecuencia de terremotos, actividad volcánica reciente, suelos y rocas propensos a la ocurrencia de corrimientos y desplomes (movimientos de vertiente) y áreas frecuentemente inundadas. Por otro lado, la zona también presenta una



Movimiento de vertiente en la colonia La Campanera, Soyapango.



Flujo de lodo y desbordamiento del río El Garrobo, El Cañito, San Salvador.

situación social compleja marcada por la reciente guerra civil durante las décadas de los ochenta y los noventa, la elevada emigración a Estados Unidos y una falta de identidad y cohesión producto de las circunstancias mencionadas y de los efectos de la economía de mercado.

El problema del riesgo de desastres viene marcado fundamentalmente por una situación social inestable, con una gran diferencia en la distribución de la riqueza y una creciente necesidad de ocupación de zonas urbanas por parte de una población incapaz económicamente de asentarse en lugares seguros. Otro aspecto fundamental es la necesidad de plantear una gestión del territorio desde una visión en la que se tengan en cuenta los aspectos naturales y sociales y que busque crear oportunidades para la mayor parte de la población desde el ordenamiento del territorio.

En cuanto a los aspectos relativos al medio natural, la zona se asienta sobre la cadena volcánica salvadoreña, que forma parte del Cinturón de Fuego del Pacífico, ubicación geológica que comporta unas elevadas sismicidad y actividad volcánica provocadas por el movimiento de diferentes placas oceánicas que están en constante fricción.

La sismicidad del AMSS es una de las más activas de El Salvador, con un intervalo medio entre los seísmos locales destructores de unos 30 años. Al menos 11 terremotos locales superficiales han dañado o destruido la ciudad de San Salvador, con intervalos de tiempo de 2 a 66 años y con una media de 23 años. Eso significa que, casi con total seguridad, cada vivienda y edificio de San Salvador experimenta los efectos de un seísmo fuerte durante su vida útil.

El vulcanismo está también presente en la zona. En el período que va de 1200 a 1917 se establece un registro histórico

de 9 acontecimientos eruptivos, con una frecuencia de un acontecimiento cada 80 años. En lo relativo a las coladas de lava, por lo menos se han producido 8 flujos en los últimos 1.700 años, lo cual sugiere que la probabilidad anual es de aproximadamente 1 colada cada 200 años.

Otro de los fenómenos naturales presentes en el territorio que requiere una especial atención para buscar el equilibrio entre sociedad y entorno es el de las inundaciones y los movimientos de vertiente. Las características climáticas de El Salvador favorecen las lluvias intensas y los huracanes, concentrándose estos de julio hasta septiembre, momento en que la gran cantidad de agua acumulada en el suelo, sumada al pico de precipitaciones anual, desencadena desbordamientos e inundaciones así como movimientos de vertiente.

Los movimientos de vertiente también pueden ser provocados por la actividad sísmica, las precipitaciones o la actividad humana. Aunque hay casos en que los únicos detonantes de las inestabilidades son los seísmos y las precipitaciones, en muchas ocasiones la actuación del hombre favorece a la postre el movimiento. En este sentido, la sociedad aumenta su vulnerabilidad incrementando los daños y perdiendo posibilidades de desarrollo. En el AMSS existe una elevada afectación por movimientos de vertiente al conjugarse varios factores, como el gran número de vías de comunicación con taludes casi verticales, una alta densidad de población que ejerce una fuerte presión sobre el suelo, una fuerte dinámica de erosión, etc.

La localización de la población en zonas propensas a las inundaciones se debe, en parte, a los ambientes creados por el hombre relacionados directamente con el aumento de la población, la ausencia de espacios disponibles para su asentamiento en las ciudades, la falta de infraestructura de drenaje y la ausencia de planificación territorial. En El Salvador, entre 1911 y 1993 se han registrado 24 años en los que ha habido problemas de inundaciones.

Objetivos

El objetivo del programa IPGARAMSS es que los 14 municipios del AMSS, junto con la Oficina de Planificación del Área Metropolitana de San Salvador (OPAMSS), incorporen la gestión ambiental y de riesgos a la hora de definir los planes de desarrollo y ordenamiento territorial, de manera que la calidad

de vida de la población mejore y el proceso de gestión territorial sea sostenible con los recursos disponibles en el AMSS.

Para lograr esta integración se busca la participación activa, de técnicos políticos y de la población en general, en torno a un Sistema de Gestión y Planificación Territorial (SIGEPLAN) que presenta un enfoque de gestión ambiental y de riesgos. El SIGEPLAN busca articular los diferentes factores relevantes para una gestión territorial sostenible, identificados en los ejes de trabajo del IPGARAMSS.

Componentes del proyecto

Ante la problemática compleja a la que se enfrenta la zona, en que se interrelacionan factores naturales, económicos, culturales y políticos, la estrategia del proyecto va más allá de la elaboración de mapas donde se identifiquen las áreas más peligrosas o de la recomendación de obras de mitigación en zonas expuestas.

Un aspecto fundamental del proyecto es el fortalecimiento del gobierno municipal, la institución legítima más cercana a la población, a través del trabajo en todos los aspectos relacionados con la gestión del territorio: el marco legal, los factores técnicos y la coordinación interinstitucional.

Otro aspecto imprescindible es el acercamiento a la población afectada por las condiciones de inseguridad provocadas por los factores sociales y naturales, por medio del apoyo a su estructura organizativa y a las redes sociales. Para alcanzar este compromiso entre gobierno y población organizada, en el que se establezca la ayuda planificada con beneficio mutuo, se deben fortalecer las formas de institucionalidad social que permitan impulsar procesos participativos de discusión y acuerdo,



Técnicos de las municipalidades, de la Oficina de Planificación del Área Metropolitana de San Salvador y de Geólogos del Mundo haciendo un taller teorico-práctico en la "mesa técnica de trabajo".

y crear así nuevos consensos, alianzas y formas de construir los intereses de la ciudad. De este planteamiento han resultado cuatro ejes principales de trabajo que deben permitir desarrollar los aspectos fundamentales para la gestión de riesgos del AMSS:

- **Fortalecimiento técnico:** pretende que los profesionales de los ayuntamientos y la OPAMSS tengan las capacidades necesarias para trabajar con las herramientas esenciales para llevar a cabo una gestión ambiental y una gestión de los riesgos. También se trabaja para que sean capaces de generar beneficios técnicos que vayan mejorando los ya existentes. Este trabajo permite dotar de capacidad técnica a los gobiernos locales proporcionando suficiente autonomía a los técnicos para que puedan ir incorporando nueva información y tomando decisiones que disminuyan el riesgo.
- **Marco legal:** es la base de referencia de las responsabilidades y las competencias institucionales. Mediante la revisión, el análisis y la actualización del marco legal local y regional en materia ambiental, se creará la base jurídica esencial para implementar políticas de desarrollo territorial sostenibles que incorporen la gestión del riesgo en el AMSS.
- **Coordinación interinstitucional:** la viabilidad y la eficiencia de las políticas de gestión territorial sostenible dependen de la fortaleza de las instituciones competentes que las implantan y de la coordinación existente entre estas. Se consideraron en este eje de trabajo los planes y las estrategias de coordinación entre municipalidades, la OPAMSS e instituciones nacionales e internacionales.
- **Participación ciudadana:** este espacio pretende la introducción en la agenda de una gestión ambiental y de riesgos participativa. Para eso se desarrollarán dos aspectos fundamentales:
 - Divulgación de la información, manuales y guías referentes a la situación de riesgos y sus alternativas de gestión..
 - Incorporación del programa IPGARAMSS a los espacios existentes de participación ciudadana, tanto en las municipalidades como en las ONG y organizaciones de base existentes en el AMSS.

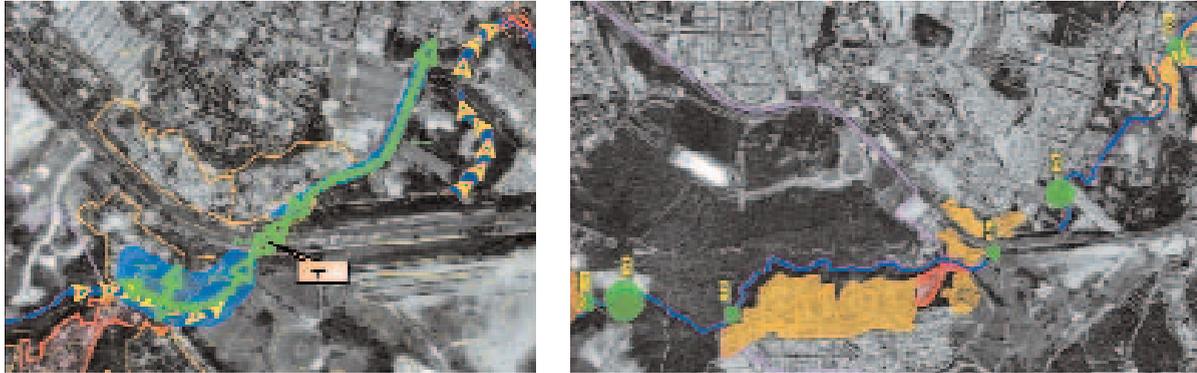


Salida de campo con técnicos de las municipalidades, de la OPAMSS y de Geólogos del Mundo para el estudio de las características naturales del territorio. Planos de Renderos, San Marcos.

Para el desarrollo de las actividades enmarcadas en el eje de participación ciudadana se acordó firmar un convenio de colaboración con el Departamento de Sociología y Ciencias Políticas de la Universidad Centroamericana José Simeón Cañas (UCA), específicamente con el grupo de investigación de la Maestría en Desarrollo Local, en el que se parte de la realización de un diagnóstico de la situación en el AMSS en cuanto a la participación ciudadana relacionada con la temática ambiental.

El objetivo del diagnóstico es evaluar la presencia de espacios de participación ciudadana en los 14 municipios del AMSS, de organizaciones que les dan apoyo y de mecanismos de participación que se implementan, así como la relación que se mantiene con las municipalidades.

Para desarrollar el diagnóstico se elabora una guía de encuestas dirigidas a municipalidades, ONG y organizaciones de base del AMSS. Por otro lado, se incorpora a alumnos que hacen horas sociales en el marco de su carrera universitaria, de manera que colaboren en la tarea de realizar las encuestas. Una vez recogida la información, se introduce en una base de datos que servirá para analizar los espacios de participación en la temática ambiental y de riesgos existentes en el AMSS. Finalmente, se seleccionarán aquellas municipalidades, ONG y organizaciones de base que sean representativas del trabajo ambiental y de la gestión de riesgos con las que poder planificar en un futuro la actuación del programa.



Cartografía sobre fotografía aérea elaborada por técnicos municipales en que se identifican áreas inundables y de movimiento de ladera en San Salvador.

- **Evaluación y sistematización del programa.** este eje pretende mejorar los mecanismos de incidencia y la consecución de los objetivos del programa, así como poder compartir las experiencias destacadas del programa con otros niveles regionales del país. Por eso se han organizado diferentes talleres de evaluación con las municipalidades y la OPAMSS y se han editado dos audiovisuales: “San Salvador: territorio en crisis” y “Proceso del programa IPGRAMSS 2005-2006”. El objetivo de los documentales es dotar al COAMSS, la OPAMSS y otras instituciones, organizaciones, centros culturales, asociaciones, etc., de una herramienta audiovisual de información, sensibilización y difusión, cuyo contenido sea capaz de reflejar el proceso impulsado en el programa IPGARAMSS.

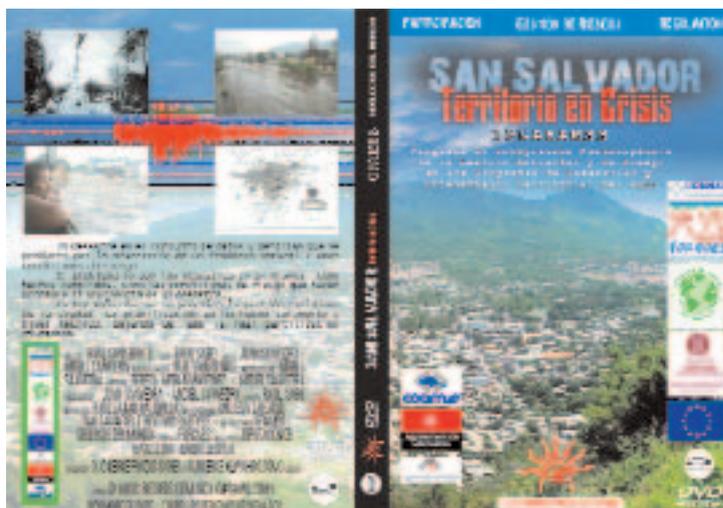
Resultados

Los resultados obtenidos hasta la fecha se enmarcan en los siguientes campos:

- **Información de campo.** En el proceso de análisis de amenazas es fundamental la obtención de información de los lugares donde se producen los problemas, por lo que el levantamiento de puntos críticos es un resultado que se trabaja de modo constante, sobre todo en la época de lluvias. Por ello se han creado unas fichas de campo y se sistematiza la información recogida mediante bases de datos y un sistema de

información geográfica (SIG). Finalmente, los resultados se muestran por medio de cartografías y fotografías aéreas.

- **Documentos.** La creación de documentos que recojan la situación de base de las diferentes temáticas tratadas en el programa, el proceso de estudio desarrollado, las conclusiones y las recomendaciones pertinentes son piezas clave que hay que dejar como herramientas de consulta a las municipalidades y la OPAMSS, y pueden servir de referencia para estudios más detallados o análisis futuros. En este sentido, se han creado documentos que recogen los procesos de formación de técnicos, la situación del recurso hídrico y de los riesgos, la participación ciudadana y el marco legal nacional y municipal, además de estudios puntuales de zonas críticas.
- **Documentales.** Muestran los aspectos relevantes de la gestión de riesgo y la gestión del recurso hídrico en el AMSS y el proceso ejecutado en el programa. Se han elaborado dos documentales que muestran el contexto en el que se encuentran, además de explicaciones y opiniones de personas relevantes en estas temáticas en el país.
- **Formación a técnicos.** La producción de información viene acompañada de la formación de técnicos de la OPAMSS y de los ayuntamientos, a través de talleres y del asesoramiento del trabajo cotidiano. El proceso de formación es



Portada del audiovisual "San Salvador: territorio en crisis".

fundamental para que se sigan desarrollando en el AMSS las temáticas que se trabajan en el programa. El proceso de formación se ha desarrollado gracias a la formalización del espacio de coordinación semanal "mesa técnica de trabajo".



Un profesor de la Universitat Politècnica (UPC), expone criterios de urbanización a los técnicos de las municipalidades y del OPAMSS.

- **Coordinación interinstitucional.** Por medio de convenios con la Universidad Centroamericana José Simeón Cañas (UCA), la Fundación de Estudio para la Aplicación del Derecho (FESPAD) y la Universidad Autónoma de México (UNAM). Además, mediante la coordinación y el trabajo conjunto con la Universidad de El Salvador (UES), la Universitat de Barcelona (UB) y la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC).

El objetivo de la gestión del riesgo es conseguir una disminución de los niveles de vulnerabilidad de la población i el medio y, en consecuencia, un descenso del nivel de riesgo al que estan expuestos. Por tanto, este modelo de trabajo ha de suponer una mejora de las condiciones de vida de la población a medio plazo y, a largo plazo, puede implicar una mejoría de los aspectos económicos.

pobresxdesastres

pobresxdesastres

CAPÍTULO 3

Dinámicas del siglo XXI
para la prevención de desastres
de origen natural

Dinámicas del siglo XXI para la prevención de desastres de origen natural

El siglo XX finalizó con un trágico balance de víctimas y damnificados a causa de los desastres de origen natural, y el siglo XXI empezó con una de las tragedias más grandes de la historia de la humanidad, protagonizada por el tsunami que a finales del año 2004 afectó a buena parte de las costas del sudeste asiático.

Los riesgos geológicos se cobran al año en el mundo la economía mundial. La reducción de los riesgos causados por efectos geológicos podría devenir el más costoso de los proyectos medioambientales que probablemente deberá asumir la población del siglo XXI.

Hay pocos organismos que hayan establecido un protocolo claro y definido para tratar la problemática asociada a los desastres de origen natural a escala internacional, y en este sentido aquí mencionamos brevemente las propuestas y actuaciones de los principales organismos de esta materia, y a las que se acogen la mayoría de los estados e instituciones de todo el mundo.

Decenio Internacional para la Reducción de Desastres Naturales

En el período comprendido entre 1960 y 2000 se fueron sucediendo varios desastres de origen natural, cada vez con mayor frecuencia y severidad en muchas regiones del planeta. Este proceso fue especialmente destacado en la última década del siglo XX, momento en que los más supersticiosos relacionaban estas catástrofes con el fin del milenio. En 1985 se produjo el gran corrimiento volcánico del Nevado del Ruiz (Colombia), que sepultó a una buena parte de la población de la localidad de Armero; tuvo lugar el terremoto de México D. F.; en diciembre de 1988 se produjo un devastador terremoto en Spitak, Armenia. A raíz de estos sucesos, los especialistas en gestión de desastres y la comunidad científica reconocieron y plantearon la necesidad de buscar fórmulas de ámbito internacional que contribuyesen a integrar planes de prevención y mitigación de los desastres.

Ante esta situación a escala internacional, una de las iniciativas para prevenir y mitigar los efectos de los riesgos naturales en el mundo fue la declaración, por parte de la Asamblea de las Naciones Unidas y de la comunidad internacional, del Decenio Internacional para la Reducción de Desastres Naturales (DIRDN), para el período 1990-1999. El principal objetivo del programa del DIRDN era concienciar sobre la importancia que

representa la reducción de los desastres y detener el incremento del impacto socioeconómico que estos conllevan. Durante estos diez años cada estado miembro de la ONU creó un Comité Nacional del Decenio para impulsar y coordinar acciones para la reducción de los desastres naturales.

En 1994 se celebró en Yokohama (Japón) la Conferencia Mundial sobre la Reducción de Desastres Naturales “Por un mundo más seguro en el siglo XXI”, con la finalidad de revisar el cumplimiento de los propósitos del Decenio llevados a cabo hasta el momento. En este contexto se estableció la conocida como Estrategia Yokohama, que marcó un hito importante en este proceso de toma de conciencia y sirvió para definir directrices de prevención, preparación y mitigación tales como:

- Evaluación de los riesgos.
- Medidas de prevención y preparación integradas en las políticas de planificación.
- Sistemas de alerta temprana.
- Medidas preventivas que implicasen todos los niveles de gobierno: locales, regionales, nacionales e internacionales.
- Formación y ejercicios de adiestramiento.
- Acciones para compartir el uso de la tecnología en las actividades de prevención y mitigación.

Posteriormente, en 1999, se celebró en Costa Rica la reunión hemisférica del DIRDN “Hacia la reducción de los desastres al siglo XXI en las Américas”. Desafortunadamente esta iniciativa no alcanzó los objetivos propuestos, por lo menos por lo que respecta a los países en vías de desarrollo, como es el caso de los países de la región centroamericana, muy afectados por desastres de origen natural.

La experiencia adquirida durante el Decenio impulsó un cambio conceptual, y se ha pasado de la respuesta ante los desastres naturales con acciones solamente de emergencia, al intento de la reducción de los desastres naturales mismos, para lo cual se ha señalado el papel esencial que desempeña la acción humana. De este nuevo enfoque ha surgido la Estrategia Internacional de Reducción de Desastres, que actúa en calidad de sucesora de las disposiciones del DIRDN y está diseñada para dar respuesta a la necesidad de gestionar el riesgo.

Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres

Las Naciones Unidas trabajan en lo que se conoce como la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (EIRD) (www.eird.org), que es una plataforma de la ONU que promueve varias actividades para la reducción de los desastres en los campos socioeconómico, humanitario y de desarrollo, y también sirve de centro internacional de difusión de información en materia de reducción de desastres. La sede de la EIRD está en Ginebra y tiene dos extensiones ubicadas en Panamá y Kenia (<http://www.eird.org/index-esp.html>).

La visión de la EIRD es “habilitar las sociedades para resistir ante los peligros naturales y los desastres tecnológicos y ambientales que están relacionados, con el propósito de reducir las pérdidas ambientales, humanas, económicas y sociales”. Para conseguir este propósito se señalan cuatro objetivos:

- Incrementar la concienciación pública
- Conseguir compromisos con las autoridades públicas.
- Estimular la formación de sociedades interdisciplinarias e intersectoriales y ampliar la creación de redes sobre reducción de riesgos a todo nivel.
- Mejorar el conocimiento científico relacionado con las causas de los desastres y los efectos de los peligros naturales y de los desastres ambientales y tecnológicos relacionados con ellos que suceden en las sociedades.

Objetivos de Desarrollo del Milenio

En la cumbre del Milenio de las Naciones Unidas, celebrada en 2000, los líderes mundiales de 191 estados definieron un programa mundial en el que se acordaron ocho objetivos en la Declaración del Milenio. Los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) se dividen en 18 hitos que contienen 48 indicadores de progreso. Los objetivos pretenden dar unas pautas claras, con vistas al año 2015, para reducir la pobreza, las enfermedades, el analfabetismo, la degradación del medio ambiente y la discriminación de la mujer. La responsabilidad de cumplir con los Objetivos de Desarrollo del Milenio recae en cada país.

En materia de desastres hay que destacar que en 2002, en la cumbre mundial sobre desarrollo sostenible celebrada en

Objetivos de Desarrollo del Milenio

Erradicar la pobreza extrema y el hambre
Conseguir una enseñanza primaria universal
Promover la igualdad entre sexos y la autonomía de la mujer
Reducir la mortalidad infantil
Mejorar la salud materna
Combatir el VIH/sida, el paludismo y otras enfermedades
Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente
Fomentar una asociación mundial para el desarrollo

Johannesburgo (Sudáfrica), se estableció que los Documentos de Estrategia de Lucha contra la Pobreza deben tener en cuenta los riesgos de desastres y la sostenibilidad del medio ambiente.

La relación entre los ODM y los desastres de origen natural es la “de un pez que se muerde la cola”; por un lado, el consecución de todos estos objetivos tiene como consecuencia la reducción de la vulnerabilidad de las sociedades y, por tanto, de los desastres de origen natural, pero, por otro, los desastres hacen que la tendencia al cumplimiento de los ODM constituya una tarea muy difícil para muchos países.

Cabe decir que una parte importante de esta dificultad se debe a la necesidad que tienen muchos países de que sus gobiernos adopten el compromiso político de introducir cambios socioeconómicos en las políticas nacionales, en ocasiones dirigidas por los organismos internacionales, que recorran considerablemente las posibilidades de actuación. Por otro lado, la incidencia de los desastres de origen natural en las economías nacionales puede representar porcentajes importantes del PIB no solo en la cuantificación de las pérdidas, sino también en la inversión necesaria para la reconstrucción de cada país y su recuperación socioeconómica.

Los desastres de origen natural y los movimientos migratorios

Uno de los problemas sociales y ambientales más importantes que debe afrontar el siglo XXI es, sin lugar a dudas, el de los movimientos migratorios. Históricamente estos movimientos han sido impulsados por causas religiosas, políticas o bélicas, y, casi siempre, detrás de estas había causas económicas o, sencillamente, el hambre. En la actualidad a estas causas hay que añadir las de tipo ambiental, surgidas como consecuencia de la incidencia de los desastres de origen natural y de las variaciones de los factores climáticos a escala global, con sus particulares repercusiones en la escala local. La erupción de un volcán, un terremoto, los incendios o las inundaciones son algunas de las causas que pueden provocar la huida masiva de población desde su lugar de residencia a otros lugares.

El ser humano siempre ha tenido tendencia a establecerse en lugares donde poder aprovechar mejor los recursos naturales, los accesos y la disponibilidad del territorio, de manera que ha construido su hábitat a través de asentamientos sin percatarse de que, a veces, se situaba en zonas de peligro, como son las áreas susceptibles de inundación, las vertientes de los volcanes activos o las zonas costeras sísmicamente activas, por ejemplo. En los últimos años, en algunos lugares del planeta esta tendencia ha ido cambiando gracias a la capacidad tecnológica, que ha permitido obtener agua sin la necesidad básica de estar junto a un río o de ofrecer cierta seguridad en las construcciones situadas en zonas con recurrencia sísmica.

La Declaración de los Derechos Humanos recoge el derecho de las personas a circular libremente y a fijar su residencia en un estado. Sin embargo, los estados regulan las condiciones de acceso a los ciudadanos. Estos dos aspectos entran en contradicción en muchos casos, y dan paso a situaciones de desigualdad y desprotección de buena parte de la población desplazada.



Evacuació de barri de los Pinares, afectat per una esclavissada de terreny arran de la crisi sísmica d'El Salvador, any 2001.

Pese a todo, se estima que de las cien ciudades más pobladas del mundo, un 70% se encuentran en zonas de riesgo o son propensas a sufrir desastres de origen natural.

En este contexto, se puede decir que buena parte de la sociedad vive en zonas de riesgo, y que los sectores de la población que no están preparados para hacer frente a esta situación ante un desastre se ven obligados a migrar, temporal o permanentemente, hacia zonas más seguras o menos vulnerables, en busca de desarrollo y seguridad, ya sea dentro del mismo territorio nacional o bien atravesando fronteras.

De acuerdo con la Cruz Roja Internacional, en los últimos años los desastres de origen natural han producido, por primera vez en la historia, más movimientos migratorios y más refugiados que las guerras y los conflictos armados; cabe decir que en

este dato se incluye como desastre la sequía como consecuencia de la variación de los factores climáticos. La tendencia observada en los últimos años hace pensar que este tipo de movimientos migratorios será cada vez más frecuente.

Aunque los datos varían mucho, se calcula que hay unos 25 millones de personas desplazadas forzosamente por problemas ambientales, y según un estudio, elaborado por las Naciones Unidas en 2005, se estima que en 2010 podrían ascender a 50 millones. Ante esta situación, el mismo estudio plantea la necesidad del reconocimiento del estatuto de estas personas por parte de la comunidad internacional. Según la ONG Christian Aid, los pronósticos señalan que por lo menos 1.000 millones de personas migrarán entre la actualidad y el año 2050 como consecuencia del cambio climático, que agravará los desastres de origen natural, comportará un aumento del nivel de las aguas de los océanos y un incremento de la desertización. Todas estas amenazas harán cambiar los mapas demográficos del futuro próximo; los desplazados a causa del cambio climático superarán a los movimientos migratorios provocados por la Segunda Guerra Mundial.

Las migraciones debidas desastres de origen natural implican una disminución de la vulnerabilidad, ya que se reduce la exposición al lugar donde se ha producido el desastre, pero, por el contrario, aumenta el riesgo del lugar de acogida. En muchas ocasiones los desplazados se concentran en grandes urbes poco o nada preparadas para albergar una población superior y mal distribuida territorialmente, y, por lo tanto, al final de este proceso se produce un aumento de la vulnerabilidad de los sectores sociales más desfavorecidos.

Se calcula que actualmente hay en el mundo más de 22 millones de refugiados y 30 millones de desplazados dentro de las fronteras de sus propios países. Entre estos refugiados y desplazados, año a año aumentan los llamados "refugiados ambientales", que ya son el 58% del total.

El desarrollo de la gestión del riesgo a través de la cooperación al desarrollo en programas a escala local debe constituir uno de los caminos que garanticen el sedentarismo de la población y la disminución de la migración forzada por estos efectos de los desastres de origen natural.

En muchas ocasiones los movimientos migratorios debidos a desastres de origen natural no han sido motivo de alarma en la opinión internacional a causa del hecho de que la gran mayoría han sido absorbidos a escala local y, en muchas ocasiones, pese al riesgo latente existente demostrado, la población ha regresado a la misma zona que había estado afectada. Ahora bien, las variaciones en las condiciones ambientales a gran escala (por ejemplo, la desecación del lago Chad o del mar de Aral, o, más en general, el desplazamiento hacia el norte y el sur de la franja tropical seca) comportan movimientos migratorios de baja intensidad pero de larga duración.

En estos casos, la emigración en determinadas zonas, especialmente las rurales, puede hacer que estas se deterioren rápidamente por falta de intervención, y eso puede dar paso a unas sociedades desequilibradas y en situación crítica, en las que poblaciones enteras que han perdido o están perdiendo sus fuentes de trabajo se ven abocadas a una espiral que las conduce a la pobreza más extrema. Esta situación no solo comporta una crisis socioeconómica de las sociedades afectadas, sino que también afectará a la forma de vida de numerosas comunidades por lo que puede representar de pérdida de culturas y de identidad, de formas de entender y relacionarse con la naturaleza, como puede ser el caso extremo de los pueblos esquimales. Estas crisis migratorias harán aflorar otro tipo de crisis social y económica en los países receptores de los refugiados ambientales, ya que estos países se pueden deteriorar rápidamente por la sobrecarga de los recursos naturales y sociales.



Una advertencia: los campos de refugiados, por los condicionantes políticos y logísticos, se sitúan dónde se puede; no debemos olvidar que en estos campos hay una gran concentración de población que a veces se encuentra en zona de riesgo. Este es el caso del campo de refugiados del año 1999, de la zona de Cegrane, en Macedonia, que se encontraba situado en una área de gran peligrosidad por avenidas fluviales. Se trataba de una situación geológica similar a la que provocó la tragedia del camping de Biescas. Si se hubiera producido una avenida fluvial en ese momento, podían haber muerto más personas en el campo de refugiados que las que murieron por el conflicto armado de los Balcanes.

pobresxdesastres

Anexo

Las amenazas geológicas
y los peligros que suponen



Las amenazas geológicas y los peligros que suponen

Hay determinados procesos propios de la dinámica de la Tierra que pueden convertirse en un proceso nocivo para el ser humano o sus bienes; es entonces cuando consideramos que estos procesos son una amenaza. Las amenazas de origen natural se clasifican en función del agente que las provoca, ya sea el agua, el aire, el magma o los movimientos sísmicos.

En este apartado se desarrollan las principales características de las amenazas que se dan con mayor frecuencia y que están relacionadas con la dinámica interna o externa de la Tierra, con el objetivo de dar a conocer cuáles son estas amenazas, cómo pueden actuar y, en términos generales, como se pueden prevenir, controlar o erradicar.

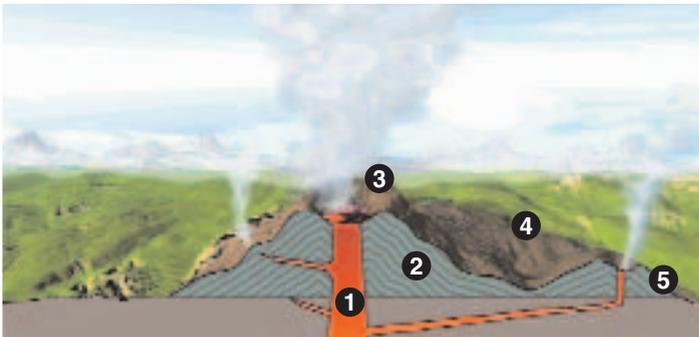
Clasificación de los principales tipos de amenazas geológicas

Relacionadas con la geodinámica interna	Vulcanismo Terremotos
Relacionadas con la geodinámica externa	Inestabilidades gravitatorias Inundaciones Dinámica litoral Expansividad del terreno

No todas las manifestaciones violentas de la naturaleza, como los terremotos, los huracanes o las erupciones volcánicas, se convierten necesariamente en desastres. Del mismo modo, un desastre no siempre es el resultado exclusivo de la amenaza natural por sí sola, ya que la actuación o no actuación de los seres humanos, en general, es un factor clave para su desarrollo.

Amenazas volcánicas

Un volcán es un punto de la superficie terrestre donde tiene lugar la salida al exterior de material rocoso fundido (magma) generado en el interior de la Tierra y, ocasionalmente, de material no magmático. La acumulación de estos productos en torno al centro emisor puede dar lugar a relieves positivos con morfologías diversas.



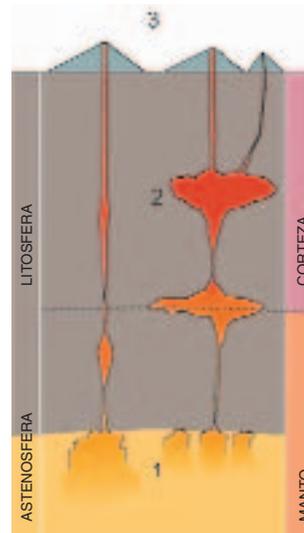
Edificio volcánico.

1. Conducto volcánico, 2. Cono volcánico, 3. Cráter, 4. Flanco y 5. Cono adventicio.
Fuente: Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa (PNZVG)

Los procesos relacionados con la formación de magmas se explican en el marco de la teoría de la tectónica de placas, que propone un modelo dinámico del funcionamiento de la Tierra basado en el hecho de que la litosfera se encuentra dividida en un número reducido de placas que flotan sobre la astenosfera. La actividad volcánica de la Tierra se concentra mayoritariamente a lo largo de los bordes de las placas tectónicas, aunque también encontramos volcanes en los continentes y los océanos.

La actividad eruptiva es el conjunto de fenómenos relacionados con la salida de materiales sólidos, líquidos y gaseosos a la superficie terrestre. Hay diferentes tipos de actividad eruptiva:

- **Actividad efusiva:** emisión tranquila y constante de lava.
- **Actividad explosiva:** fragmentación y expulsión violenta del magma.



Sistema volcánico.

Un volcán es la culminación de un proceso geológico que implica: 1) génesis, 2) ascenso y 3) erupción.
Fuente: PNZVG



Emisión de lava. Dinamismo Hawaiano

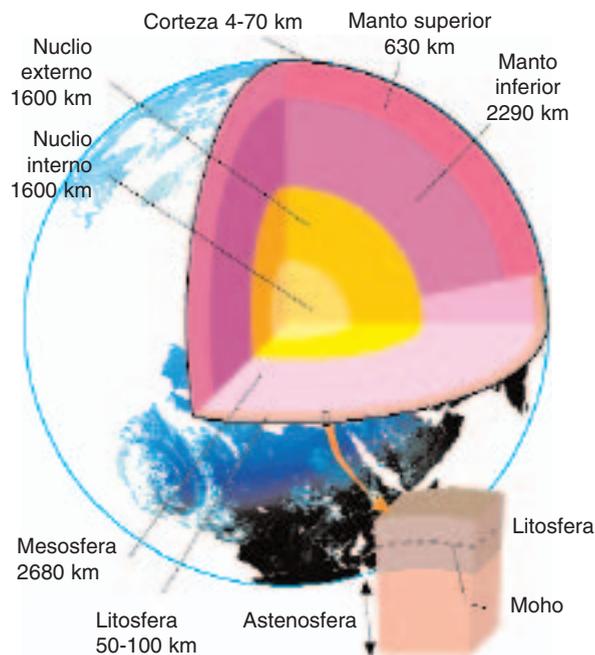


Actividad explosiva.

Dinamismo estromboliano

- **Actividad explosiva hidromagmática:** durante la erupción volcánica, la entrada de agua en el sistema puede provocar un fuerte aumento del grado de violencia del fenómeno (se denomina freatomagmática cuando el agua es subterránea).
- **Actividad gaseosa:** los gases pueden suponer una amenaza importante y provocar graves problemas respiratorios inmediatos y, a escala global, contribuir al efecto invernadero.

Tipo de erupciones volcánicas. En función de la temperatura de los magmas, de la cantidad de productos volátiles que acompañan a las lavas, de su fluidez y de su viscosidad, se han definido las siguientes tipologías de volcanes: hawaia-



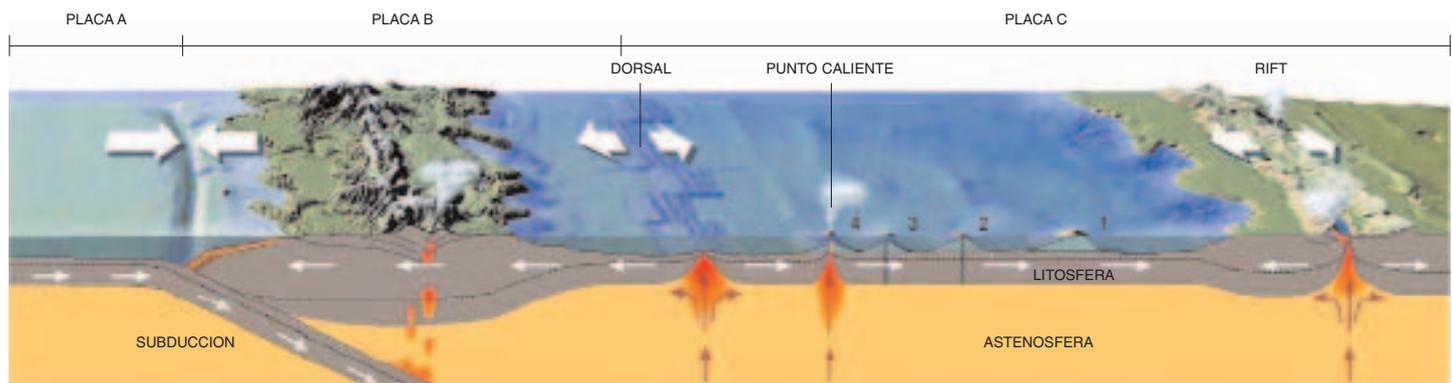
Sección interna del globo terrestre.
Font: PNZVG

nos (lavas muy fluidas), **estrombolianos** (lavas fluidas, emisión abundante y violenta de gases, con proyección de escorias, bombas y lapilli), **vulcanianos** (erupciones que desprenden grandes cantidades de gases y un magma poco fluido; las explosiones son muy violentas y pulverizan la lava, lo que produce mucha ceniza en el aire acompañada de materiales fragmentarios), **plinianos** (erupciones en que la presión de los gases es muy fuerte; provoca explosiones muy violentas y se forman nubes candentes que, al enfriarse, generan lluvias de ceniza) y **Maars** (erupciones que tienen lugar en aguas superficiales o cuando en el interior del cráter del volcán hay un lago, en que las explosiones son muy violentas por el incremento de gases procedentes del calentamiento del agua convertida en vapor y que no suelen presentar emisiones de lava ni extrusiones de roca).

Los ambientes geodinámicos donde se produce el vulcanismo de la Tierra son:

• **Zonas de límites de placas:**

- Zonas de subducción (franja de convergencia de dos placas). La subducción de las placas oceánicas se da en la mayor parte del perímetro del océano Pacífico, donde definen lo que se conoce como Cinturón de Fuego a causa de las frecuentes erupciones volcánicas que se producen. Este es el caso de la cordillera volcánica centroamericana.
- Zonas de arco isla (hilera de islas que rodean una fosa oceánica). Es el caso de las islas Kuriles, que enlazan las Aleutianas, Japón y las Filipinas. El 80% de los volcanes de la Tierra se localizan cerca de los límites de subducción o fosas de arco isla.



Ambientes geodinámicos del vulcanismo. Tipos de contacto entre placas tectónicas. Fuente: PNZVG

- Dorsales oceánicas (franjitas de separación de dos placas). Es el caso de la Dorsal Medioatlántica, con Islandia como manifestación más evidente. Un 15% de los volcanes se ubican en zonas de divergencia de placas..

• **Zonas de intraplaca:**

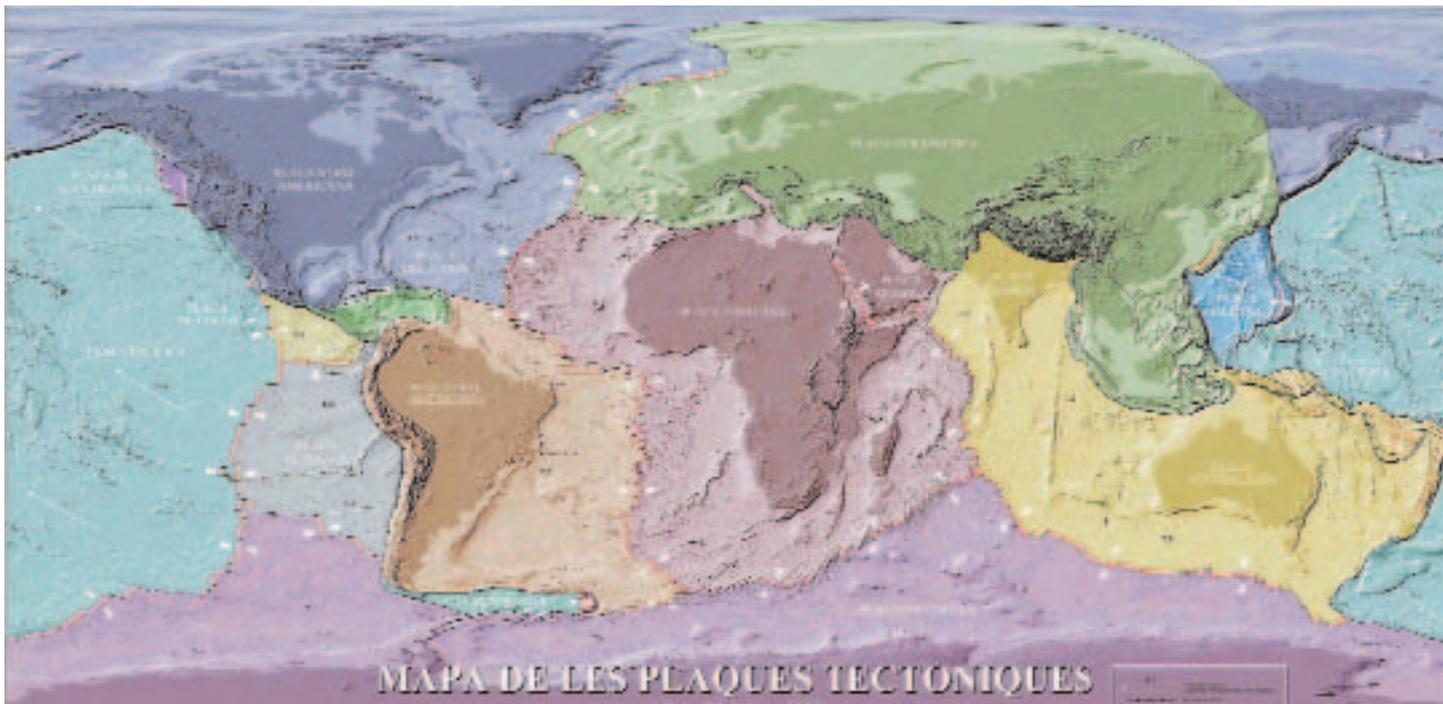
- Puntos calientes (focos volcánicos alejados de los bordes de las placas). Es el caso de Hawai o del parque de Yellowstone (América del Norte).

- Zonas de rift (franjitas distensivas en el interior de las placas). Es el caso del rift del este de África o del vulcanismo catalán, con la zona de Olot como referencia.

Se calcula que en la Tierra hay unos 1.500 volcanes potencialmente activos, de los cuales cada año entran en erupción de 35 a 45. Los más activos y peligrosos, por su índice de explosividad volcánica, se concentran en la zona del Cinturón de Fuego del Pacífico, en la América occidental y en Asia

oriental. Desde el punto de vista geográfico, se puede afirmar que en la Tierra hay cinco regiones de máxima actividad volcánica y sísmica:

- Circumpacífica (Cinturón de Fuego): se extiende circularmente alrededor de todo el océano Pacífico y las costas de América, Asia y Oceanía.
- Mediterráneoasiática: se extiende desde el océano Atlántico hasta el océano Pacífico de oeste a este. Actualmente solo hay volcanes activos en Italia y Grecia.
- Índica: rodea al océano Índico y, por Sumatra y Java, enlaza con la región Circumpacífica. El vulcanismo se manifiesta activo a lo largo de la Dorsal Índica.
- Atlántica: se extiende de norte a sur a lo largo del océano Atlántico por su zona central, con un rosario de manifestaciones volcánicas submarinas.
- Africana: la región oriental está relacionada con el rift continental que se extiende desde Mozambique a Turquía. En África occidental se halla el volcán Monte Camerún.

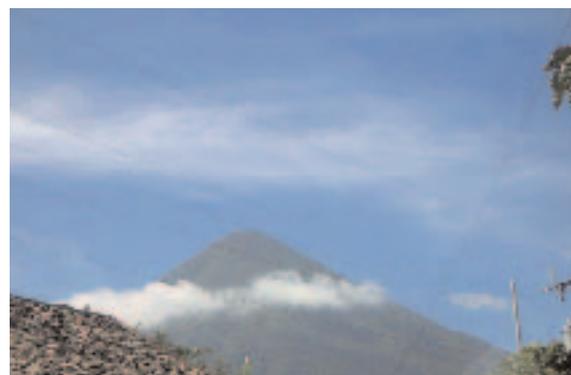


Mapa de placas tectónicas y situación de las zonas con vulcanismo activo en el mundo. Fuente: Albert Martínez.

Peligro volcánico

Una erupción volcánica por sí sola no es una amenaza sino un fenómeno natural; es en el momento en que este puede afectar de alguna manera a la sociedad cuando se convierte en una amenaza. El peligro volcánico relaciona el hecho de que se pueda producir una erupción volcánica en un momento dado, en una zona determinada (probabilidad), y que esta pueda provocar daños a las personas o sus bienes. El tipo de actividad eruptiva y la presencia de población determinarán los efectos de la actividad volcánica..

La escala del IEV va de 1 a 5. Aunque de hecho continúa hasta 8, ninguna erupción en los últimos 10.000 años ha alcanzado esa cifra. La mayor erupción registrada (IEV de 7) fue la del Tambora (Indonesia), en 1815, que expulsó 147 km³ de material (el monte Saint Helens expulsó unos 6 km³). Esta explosión liberó la misma energía que unas 10.000 bombas atómicas de la misma potencia que las utilizadas durante la Segunda Guerra Mundial. Esta erupción comportó cambios en el clima del planeta.



Volcán Concepción. Isla Ometepe. Nicaragua

Escala de medición de la peligrosidad volcánica

La peligrosidad de un volcán se mide por medio del *Índice de Explosividad Volcánica (IEV)*: este índice se basa en la medición del volumen de material expulsado, la altitud de la columna de la nube eruptiva y otras observaciones.

Relación entre el IEV y el tipo de actividad volcánica

IEV	% piroclastos o coladas piroclásticas	Denominación	Materiales emitidos	Tipo de edificio
0-1	0-3	Hawaiana	Coladas de lava	Fisura o escudo
1-2	40	Estromboliana	Piroclastos y coladas de lava	Cono de escorias
2-4	60	Vulcaniana	Coladas y piroclastos	Volcán compuesto
4-8	99	Pliniana	Coladas y ondas piroclásticas	Estratovolcán
5-8	99	Ultrapliniana	Coladas y ondas piroclásticas	Caldera

Amenazas que pueden ir asociadas a una erupción volcánica

- Coladas fangosas o lahars, masas de lodo originadas en las vertientes de los volcanes cuando capas inestables de cenizas y derrubios se saturan de agua y se deslizan pendiente abajo siguiendo el curso de los ríos. Los lahars también se pueden producir como consecuencia de la interacción de los materiales incandescentes con los glaciares. Pueden recorrer distancias kilométricas a grandes velocidades (más de 50 km/h), triturando y arrastrando todo lo que encuentran a su paso.
- Corrimientos, masas de roca y tierra que forman parte del cono volcánico pueden desprenderse pendiente abajo, erosionando todo lo que encuentran a su paso y sepultándolo allí donde se detienen.
- Coladas piroclásticas, que implican la expulsión de fragmentos de roca formados durante la erupción (piroclastos), gases y agua. Generan nubes que pueden viajar pendiente abajo a grandes velocidades (más de 300 km/h), cubriendo grandes áreas. Pueden ir acompañadas de grandes cantidades de polvo muy agresivo. Asimismo, pueden producir violentas tormentas eléctricas y fuegos asociados.
- Depósitos de tefra, que hacen referencia a los fragmentos de piroclastos, que salen volando durante la erupción. Los de menor medida son las cenizas, que pueden viajar por la atmósfera y afectar a zonas muy lejanas del centro emisor.
- Coladas de lava, corrientes de magma que fluyen como un río sobre la superficie terrestre siguiendo la topografía. Son muy previsible y permiten la evacuación de las poblaciones. En algunos casos se ha conseguido incluso desviar su curso con el fin de evitar desastres.
- Emisiones de gases, dióxido de carbono, monóxido de carbono, cloruro de hidrógeno y óxidos sulfurados, que en concentraciones muy elevadas pueden ser muy tóxicos o mortales.

Predicción del peligro volcánico

Los trabajos de predicción volcánica se basan en el estudio de la historia eruptiva de un edificio volcánico, por un lado, y por otro en el análisis de los precursores geoquímicos y geofísicos, detectados mediante instrumentación específica. Cabe decir que el tiempo de recurrencia de muchos volcanes es muy grande y que hay muchos que, una vez concluida la erupción, permanecen apagados por largos períodos de calma (miles de años) o incluso “para siempre”.



Depósitos lahars del volcán Pinatubo después de haber sido erosionados por torrentes y colonizados por la vegetación.



Corrimientos de roca en la parte alta del volcán de San Miguel. El Salvador.



Actividad fumarólica en el cráter del volcán de San Miguel. El Salvador.

- A partir del estudio de los registros históricos se puede definir una cadencia típica de la actividad de cada aparato volcánico.

IEV	Período de reposo volcánico
0-2	De unos 10 años
2-5	De 100 a 1.000 años
>5	Superiores a 1.000 años

- Los precursores volcánicos son el conjunto de anomalías geofísicas o geoquímicas generadas a raíz del proceso de génesis, ascenso y erupción de los magmas. Los más destacados son:
 - Movimientos sísmicos: aumento de la magnitud y frecuencia de la serie de terremotos. Estos pueden ser consecuencia de movimientos tectónicos (fallas que se mueven por la presión del magma), movimientos de convección del magma dentro de la cámara magmática o de la separación de los gases, explosiones en el cráter o movimientos de fricción del magma con la roca, que van encajando entre sí durante la etapa de ascenso.
 - Distorsiones morfológicas: se producen cambios topográficos mediante elevaciones del terreno como resultado de las presiones que el magma ejerce durante su recorrido de ascenso hacia la superficie.
 - Aumento del potencial eléctrico: la fricción del magma con la roca y el avance del gas procedente del magma crean una diferencia de potencial medible.
 - Alteraciones del campo magnético local: producidas por la desmagnetización de las rocas por calentamiento y concentraciones anómalas de materiales férricos.
 - Alteraciones en el campo gravimétrico: debidas a los cambios de densidad provocados por los balances de masa diferenciales.
 - Emisión de gases: los gases más comunes son el vapor de agua, el hidrógeno, el ácido clorhídrico, el dióxido de azufre y el dióxido de carbono, además de otros gases como el radón.
 - Emisión de fluidos: creación de zonas de fluidos y aguas calientes, o sistemas geotermales, donde se producen cambios en la composición y la temperatura del agua.

Medidas preventivas

Las medidas preventivas para hacer frente al riesgo volcánico son pocas y están siempre relacionadas con la evacuación de la población.

• Medidas estructurales:

- Construcción de barreras para desviar y frenar los flujos y los lahars.
- Modificación del relieve y la topografía (bombardeos).
- Drenaje de los cráteres de explosión.
- Enfriamiento con agua.

• Medidas no estructurales:

- Estudio de la historia de la actividad volcánica a través del análisis de los registros geológicos e históricos.
- Estudio del período de retorno a partir de métodos estadísticos.
- Estudio del Índice de Explosividad Volcánica.
- Reubicación de los núcleos de población que se puedan ver afectados por una crisis volcánica.
- Sistemas de sensores de alerta en las cabeceras de los valles asociados a los volcanes donde se originan las coladas fangosas. A partir de estos avisos las autoridades pueden conocer de manera anticipada los movimientos de la zona y alertar a las poblaciones que viven en las partes más bajas de los valles.
- Educar para que las personas que viven en zonas bajo la presión del riesgo volcánico conozcan sus causas y efectos.

En ningún caso el peligro por vulcanismo puede ser inducido, es decir, no hay ninguna acción del hombre que pueda desencadenar una crisis volcánica.



Técnica realizando un estudio de diagnóstico del cráter del volcán activo Santa Ana. El Salvador, noviembre de 2003.

Los desastres producidos por el riesgo volcánico serán más devastadores en los países densamente poblados o con graves desequilibrios demográficos.

Amenazas sísmicas

Se da el nombre de **terremotos**, **seísmos** o, simplemente, **temblores** a las sacudidas o los movimientos bruscos del terreno generalmente producidos por fenómenos tectónicos o volcánicos. Cuando los seísmos tienen lugar en el mar se llaman terremotos submarinos o tsunamis.

Los terremotos son manifestaciones en la superficie de la Tierra, ya sea bajo el mar o en tierra firme, de la liberación de la energía acumulada en algún punto del interior de la corteza terrestre, donde se ha producido un movimiento vibratorio a causa de la fricción de las rocas. Este proceso se da como consecuencia de las actividades volcánica o tectónica.

Los movimientos tectónicos, responsables de los terremotos, tienen lugar principalmente en las zonas de contacto de las placas litosféricas, donde se producen los esfuerzos de distensión-compresión y, por tanto, donde se va acumulando una cierta presión hasta que el punto de equilibrio se rompe. Las placas son rígidas y su movimiento se debe a desplazamientos en la capa inmediatamente más profunda, la astenosfera, que tiene un comportamiento más plástico y sobre la que flota la litosfera.

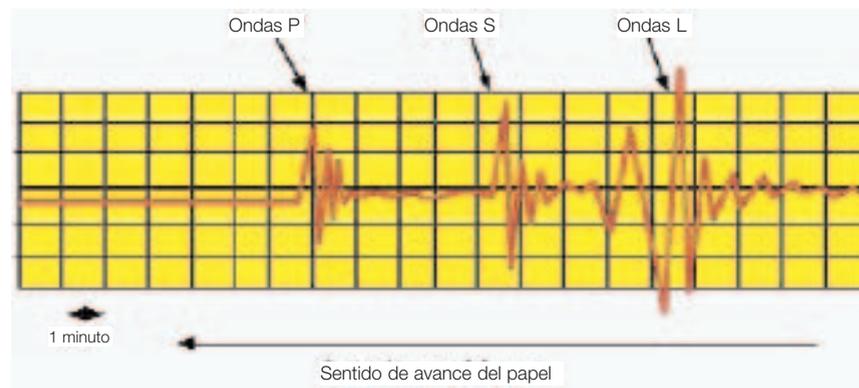


Los grandes esfuerzos en los márgenes litosféricos producen muchas fracturas, llamadas fallas, a lo largo de las cuales se producen repetidamente movimientos. Cerca del 95% de la ener-

gía sísmica total se libera en la superficie del planeta a través de grandes fallas. También se producen muchos seísmos en las zonas de intraplaca, como en el caso del este y el Medio Oeste de Estados Unidos. En estos casos los terremotos están asociados a fallas profundas situadas dentro de la misma placa litosférica.

La actividad volcánica también puede comportar una cierta actividad sísmica, ya que el recorrido de ascenso del magma hacia la superficie implica un reajuste y un roce de las rocas que provocan movimientos continuos de la corteza, generalmente de escasa intensidad y próximos al volcán. En el caso

Esquema del contenido de un sismograma: Ondas P, S y L.

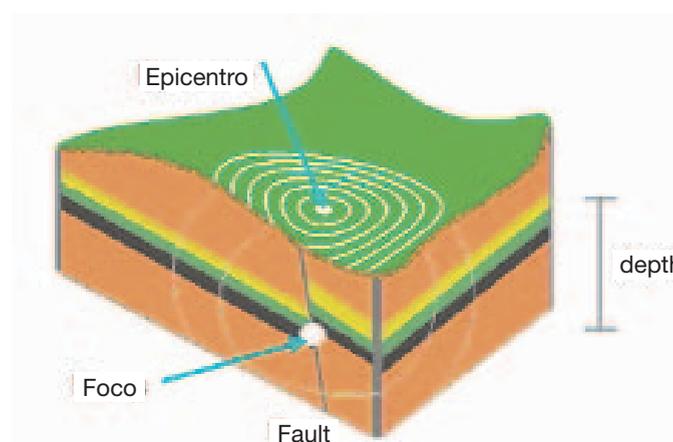


de las explosiones de caldera se pueden alcanzar intensidades sísmicas más elevadas (es el caso de la erupción de Santorini o del volcán indonesio Krakatoa).

El punto de origen de un terremoto en el interior de la corteza se denomina **hipocentro**. Este puede ser superficial (de 0 a 7 km, el 75% de los seísmos), intermedio (de 70 a 300 km) o profundo (más de 300 km, el 3% de los seísmos). Desde este punto se transmite la energía liberada en forma de ondas elásticas (similares a las del sonido), que se propagan hasta un punto de la superficie situado en la vertical del foco o hipocentro, llamado **epicentro**, que es donde se recibe primero y con más fuerza la sacudida. Hay tres tipos principales de ondas sísmicas: P, S y L. Las dos primeras solo se propagan por el interior de la Tierra; las P son las que los sismógrafos registran primero (velocidad de propagación, entre 8 y 13 km/s), las S son más lentas que las anteriores (velocidad de propagación de entre 4 y 8 km/s) y las ondas L son superficiales y causan la mayor parte de los daños a las infraestructuras y, por tanto, a las personas; son las que los aparatos registran en último lugar (velocidad de propagación, 3,5 km/s).

La mayor parte de los terremotos tienen lugar en el llamado **cinturón de fuego circumpacífico**, que comprende la mayor parte de las costas del océano Pacífico, desde Alaska hasta Tierra del Fuego y desde Guinea hasta Corea. Cada año se producen en la Tierra un millón de terremotos, de los cuales el 99% no constituyen ningún peligro para la humanidad y solo son percibidos por los sismógrafos; aun así, se producen cerca de 100 seísmos al año que pueden provocar daños importantes.

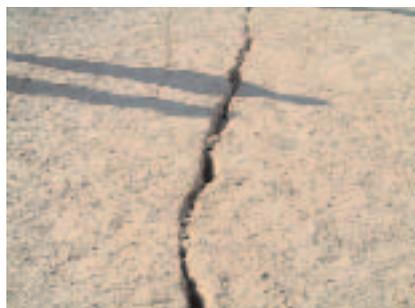
Esquema de las partes de un terremoto



Peligro sísmico

El peligro sísmico relaciona el hecho de que se pueda producir un terremoto en un momento dado, en una zona determinada y que este pueda provocar una serie de daños. Se puede clasificar sísmicamente cada región en función de su índice de sismicidad, que es el número de seísmos registrados por cada 100.000 km² de superficie. El peligro sísmico se basa principalmente en la probabilidad de colapso de los edificios, incendios,

la destrucción de infraestructuras y corrimientos de terreno que aumentan el caos que sigue al momento sísmico. Los terremotos más destructivos son los más superficiales, principalmente si se dan en una zona habitada. Los países caracterizados por un rápido crecimiento urbano, una gran densidad de población y una alta exposición física son los que registran los niveles más altos de riesgo. El peligro sísmico suele ser mucho más elevado en zonas en vías de desarrollo.



Fractura provocada por el terremoto que afectó a El Salvador en 2001.

Durante el período 1980-2000 se determinó que una media anual de aproximadamente 130 millones de personas se encuentran expuestas a riesgo sísmico. La vulnerabilidad relativa más elevada (porcentaje de personas muertas en relación con las expuestas) se registró en Irán y Afganistán; también en Turquía, la Federación Rusa, Armenia y Guinea (PNUD 2004). Cada año se producen cerca de un millón de terremotos, de los cuales el 99% solo son perceptibles por los sismógrafos; sin embargo, al año pueden tener lugar hasta 100 seísmos capaces de producir daños importantes. Se calcula que todos los años mueren unas 10.000 personas a causa de los terremotos.

Escalas de clasificación de terremotos comparadas en función de la energía liberada y los daños observados.

Modificado de Petak y Atkinson (1982) y el boletín oficial de terremotos (1974).

MAGNITUD RICHTER	INTENSIDAD MERCALLI	ENERGÍA EQUIVALENTE EN PESO DE TNT	OBSERVACIONES
Fins a 3	I-II	<181kg	Difícilmente perceptible
3-4	II-III	Hasta 6 tn	Vibraciones semejantes a las de un camión situado cerca
>4-5	IV-V	Hasta 200 tn	Caen pequeños objetos y despierta a la gente que duerme
>5-6	VI-VII	Hasta 6.200 tn	Dificultad para mantenerse de pie; daños en las construcciones de ladrillo
>6-7	VII-VIII	Hasta 100.000 tn	Pánico general. Caída de muros
>7-8	IX-X	Hasta 6.270.000 tn	Destrucción masiva, grandes corrimientos
8-9	XI-XII	Hasta 200.000.000 tn	Destrucción total; se ven ondas en la superficie del suelo

Escalas de medición de los terremotos

Los aparatos utilizados para medir gráficamente los movimientos sísmicos se llaman sismógrafos, y el registro gráfico que plasma la amplitud y duración del paso de las ondas sísmicas, sismograma. Los terremotos se miden a partir de los parámetros de la intensidad y de la magnitud.

- **La escala de Mercalli.** Desarrollada en 1902 por el geólogo italiano Giuseppe Mercalli. Mide la intensidad, tiene 12 grados (I a XII) e indica la fuerza con que se hace sentir un terremoto en un punto de la superficie de la Tierra a partir de la observación de los destrozos que provoca.
- **La escala de Richter.** Ideada en el Instituto de Tecnología de California en 1934 por el doctor Charles Richter. Mide la magnitud, tiene 9 grados y expresa la energía liberada por el terremoto en función de los registros de los sismogramas. La escala de medición es logarítmica, hecho que significa que se satura en los extremos y que nunca alcanza el valor de 9 (el valor más alto registrado fue de 8,9).

Amenazas que pueden ir asociadas a los terremotos

- Oscilaciones del terreno, con la consiguiente aparición de grietas y el hundimiento de edificios y otras infraestructuras: carreteras, puentes, vías férreas, torres eléctricas, etc.
- Formación de fallas.
- Grietas superficiales, que suelen aparecer a lo largo de las zonas de falla y conllevan el desplazamiento horizontal o vertical de la superficie del suelo.
- Inundaciones, por la rotura de las esclusas de los embalses.
- Rotura de las conducciones de gas o agua, con el consiguiente peligro de inundaciones e incendios.
- Licuefacción del suelo, es decir, transformación momentánea del suelo y las arenas en un fluido denso, cuando antes eran una masa sólida y húmeda pero firme.
- Inestabilidades de vertientes por deslizamientos y corrimientos de tierras.
- Aparición y desaparición de fuentes de agua.
- Desaparición de acuíferos y desviación de los cursos fluviales.
- Tsunamis, grandes olas oceánicas que pueden ser provocadas por terremotos submarinos y que pueden barrer la costa y entrar tierra adentro arrasando todo lo que encuentran a su paso.

Predicción del peligro sísmico

Presenta una gran dificultad, ya que es muy difícil poder determinar cuándo, dónde o con qué magnitud se producirá un terremoto. En la actualidad no hay sistemas eficaces para alertar con tiempo a la población de la inminencia de un sismo. La predicción sísmica se basa en dos campos:

- Estudio de los registros históricos: delimitación de zonas históricamente sísmicas. Los grandes terremotos se suelen repetir a intervalos más o menos fijos, por lo que el estudio de los períodos de calma sísmica puede ayudar a predecir la ocurrencia de sismos de gran intensidad, ya que las zonas con un mayor intervalo de reposo son las de mayor riesgo al poder hacer mucho tiempo que acumulan tensiones.
- Análisis de los precursores sísmicos: variaciones de las propiedades físicas del terreno producidas por acumulación de tensiones en torno a una fractura. Estas variaciones pueden ser:
 - Desniveles, elevaciones o depresiones del terreno de algunos centímetros.
 - Cambios de la conductividad eléctrica del terreno, que se puede reducir hasta la mitad.
 - Variaciones del campo magnético local de unas cuantas partes por mil.
 - Emisiones de gases, sobre todo aumento de la cantidad de gas radón en el agua subterránea, hasta un valor que triplique el inicial.



Infraestructuras dañadas a consecuencia de la crisis sísmica de El Salvador, 2001.



- Disminución de la relación V_p/V_s de las ondas sísmicas locales. La disminución de la relación entre la velocidad de las ondas primarias y secundarias en los pequeños terremotos que se producen con frecuencia en las zonas de gran actividad sísmica, se considera una señal premonitoria de un gran terremoto inminente.

- Seguimiento del aumento del número de microseísmos locales, que preceden a los grandes terremotos.

- Seguimiento del movimiento de las fallas activas con aparatos de monitorización específicos (sismógrafos, inclinómetros, deformímetros, manómetros, etc.). El 95% de los seísmos se deben al movimiento de las placas litosféricas, que se desplazan a una velocidad de 1 a 10 cm por año. Las fallas situadas en los límites de las placas se mueven con una frecuencia determinada y liberan de forma súbita la energía acumulada cada cierto número de años.

- Premonitores biológicos. Ciertos animales (perros, gatos, caballos, aves y peces, entre otros) son capaces de predecir un seísmo con una cierta anticipación (horas o días), y lo manifiestan a través de la alteración de su conducta.

Medidas preventivas

Las medidas preventivas son muy importantes a la hora de hacer frente a los efectos de los terremotos, puesto que su predicción es compleja por tratarse de procesos cortos y súbitos.

• Medidas estructurales:

- Aplicación de normas sismorresistentes en la construcción. Es la norma básica para las zonas sísmicas y tiene como finalidad reducir la exposición y la vulnerabilidad de la población a los efectos de los terremotos. Hay que intentar construir sin modificar demasiado la topografía local y evitar la concentración de la población (reducir la vulnerabilidad) dejando espacios amplios entre los edificios.

- Construcción con materiales dúctiles capaces de deformarse para absorber las vibraciones sin que lleguen a derrumbarse.

- Construcción con materiales ligeros que reduzcan la inercia de las vibraciones que contribuyen al efecto resonancia. En este caso los edificios de madera, al ser ligeros, son resistentes a las vibraciones, pero más vulnerables a los incendios que se pueden desencadenar a raíz del terremoto.

- Edificios de tipo piramidal y simétricos: este tipo de construcciones tienen un mejor comportamiento ante la amplificación de las ondas.

- Considerar la cimentación profunda y absorbente de las ondas de choque durante la construcción.

• Medidas no estructurales:

- Medidas de ordenación territorial para evitar grandes densidades de población en zonas de alto riesgo.

- Exigir que se construya a una distancia significativa de las fallas activas.

- Restringir el uso del suelo en zonas susceptibles de corrimientos.

- Restringir el uso del suelo en terrenos susceptibles de sufrir procesos de licuefacción.

- Fomentar la contratación de seguros de las personas y sus bienes.

- Elaboración de mapas de riesgo sísmico.

- Medidas de protección civil para informar y alertar a la población, y evacuarla si es preciso.

- Informar al público del riesgo que corre y de sus consecuencias.

Rara vez los seísmos pueden darse como **peligros inducidos**, ya que en la mayoría de los casos los terremotos son generados de manera natural por la liberación de energía a lo largo de las líneas de falla. Sin embargo, en casos muy concretos se han generado terremotos: explotaciones mineras en las que se han empleado explosivos, explosiones nucleares, extracción de hidrocarburos, inyección de fluidos en el subsuelo o el llenado de grandes embalses han dado lugar a un brusco cambio de la presión intersticial y al desplazamiento de las rocas, algo que ha creado presiones sobre las fracturas existentes y generado ciertos movimientos sísmicos.



Técnico evaluando los daños causados por la crisis sísmica de El Salvador, año 2001.

Amenazas por inestabilidades del terreno

Los **desprendimientos** y los **deslizamientos** son desplazamientos de masas de material de la corteza terrestre bajo la acción de la fuerza de la gravedad. Estas inestabilidades pueden ser de grandes dimensiones o involucrar volúmenes menores de materiales. Las inestabilidades del terreno pueden activarse por causas naturales, como las meteorológicas, los terremotos y las erupciones volcánicas, o bien pueden darse como consecuencia de la actividad humana: explotación minera de recursos, apertura de taludes para la construcción de carreteras, deforestación, etc. En muchas ocasiones las causas desencadenantes de las inestabilidades del terreno se deben buscar en una combinación de factores naturales y antrópicos.

Aparte de las inestabilidades gravitatorias propiamente dichas, existen otro tipo de inestabilidades: las subsidencias y los aludes.

- **Subsidencia:** es el asentamiento de una zona normalmente llana que experimenta un descenso lento y progresivo del terreno sin que se produzca un movimiento horizontal. Cuando la deformación y el hundimiento son localizados y de dimensiones reducidas hablamos de un asentamiento, y si se da de manera muy rápida, de colapso. Los hundimientos pueden tener causas naturales (presencia de discontinuidades, disolución, oxidación, compactación, desecación, etc.) o por acciones antrópicas (extracción de recursos geológicos, humidificación excesiva de las arcillas, aumento de la carga, etc.). Suelen darse en materiales solubles en agua (calcáreas, yesos y sales) que se disuelven y pierden parte de su volumen (proceso de karstificación).
- **Aludes:** se producen cuando una gran masa de nieve acumulada en una pendiente muy acusada se sobrecarga por nevadas posteriores o por cambios de temperatura que provocan unas discontinuidades en la estructura interna de la masa de nieve que generan su hundimiento. Los aludes pueden ser de tres tipos: de nieve reciente, de placa, de fusión.



Lahar en la vertiente de un volcán de El Salvador.

Factores motores de las inestabilidades

Los factores condicionantes son todos aquellos elementos propios del medio, y los desencadenantes, los que provocan variaciones en las condiciones de estabilidad y pueden romper el equilibrio de la masa de terreno.

• Factores condicionantes

- El tipo de material. Hay determinados tipos de rocas o suelos que tienen mayor o menor resistencia a estar involucrados en movimientos. Algunos ejemplos: la disolución de las rocas a causa de la circulación de agua a través de las grietas puede favorecer su disolución y la creación de vacíos cada vez más grandes que contribuirán a su colapso, ya que la capacidad de la roca para soportar el material que tiene encima va disminuyendo, la presencia de arcillas expansivas, la relación de los tamaños de grano de las partículas (limo-arcilla), la solubilidad de algunas rocas, como los yesos, las sales o las calizas.

- Presencia de agua, que favorece el corrimiento de los terrenos saturados de agua. La adición de agua en el terreno puede favorecer su compactación y la formación de subsidencias.
- Presencia de discontinuidades estructurales o estratigráficas (fallas, pliegues, diáclasas, planos de estratificación, esquistosidades), favorecen los movimientos traslacionales en algunos casos y, en otros, el asentamiento del terreno a lo largo de líneas de falla, dando lugar a procesos lentos de subsidencia.
- Pendiente del terreno. El grado de pendiente, la orientación, la rugosidad y la presencia de vegetación determinarán la estabilidad de una vertiente. Los terrenos más pronunciados tienen mayor propensión a sufrir diferentes tipos de inestabilidades.

● **Factores desencadenantes**

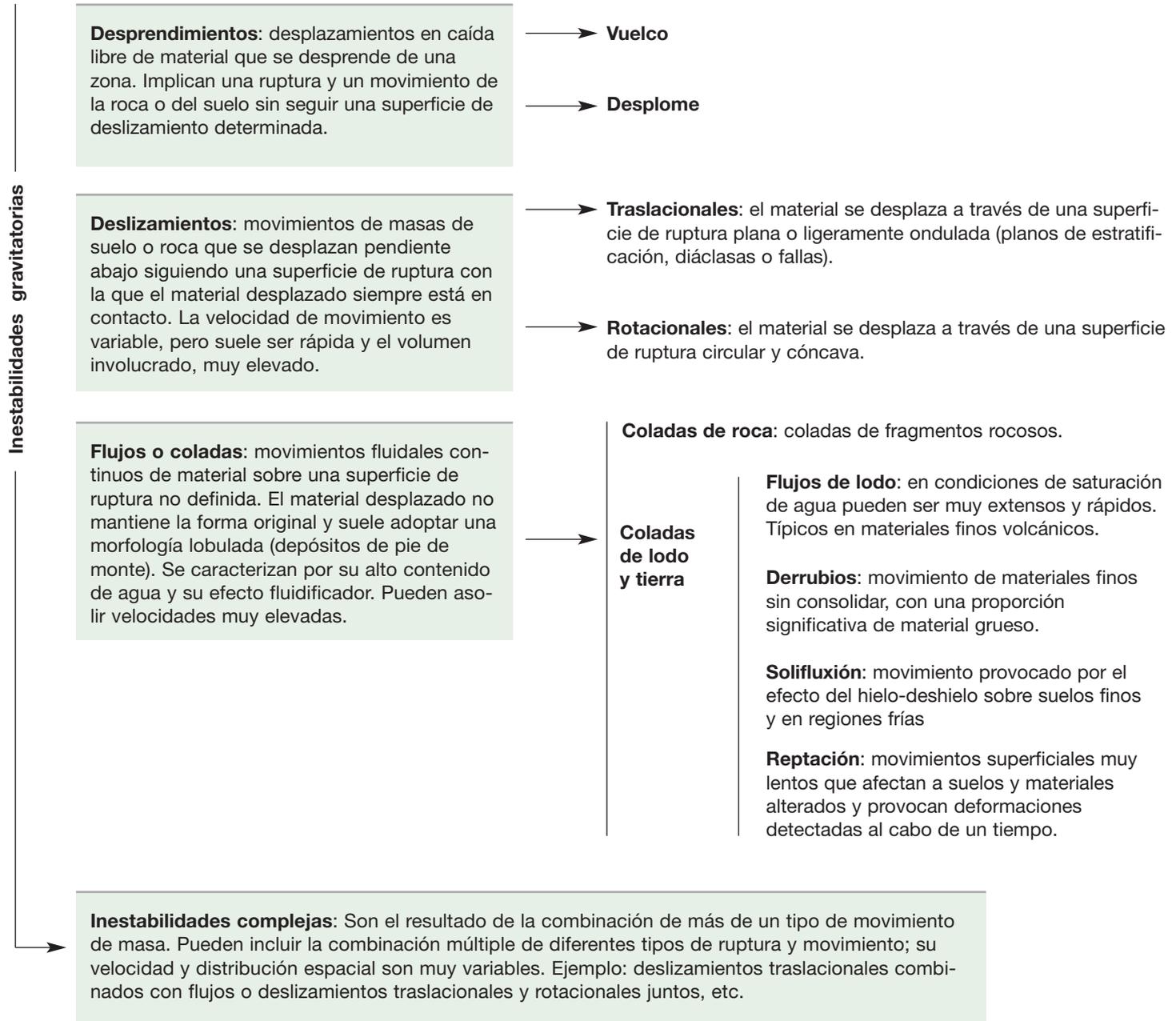
- Meteorológicos. Las lluvias intensas pueden generar movimientos de taludes o de vertientes críticas o inestables. La relación de nieve, temperatura, viento, precipitaciones, radiación y humedad, la formación de aludes.
- Seísmos. Pequeños terremotos pueden ser la punta de lanza para que la estabilidad de una vertiente se rompa o para que se de un proceso súbito de subsidencia a lo largo de las líneas de falla.
- Deforestación. La ausencia de una capa vegetal deja al terreno desprotegido y expuesto a los agentes erosivos y a la posibilidad de desprenderse.
- Excavaciones al pie de vertiente o talud. Se pueden producir por fuerzas naturales, como la acción de las olas en los acantilados, o por causas antrópicas, como la destrucción de los depósitos situados a pie de monte.
- Actividad minera. La extracción de recursos geológicos del subsuelo puede comportar la creación de grandes cavidades que generen el colapso de los materiales situados encima.
- Explotación de fluidos. La extracción excesiva de fluidos atrapados en la roca (agua, petróleo o gas) puede crear un desequilibrio en la superficie del terreno, ya que estos actúan como un elemento de apoyo del terreno.



Deslizamiento rotacional generado en un talud en el que no se han tenido en cuenta los factores que aseguren su estabilidad (altura del talud y cohesión de los materiales).

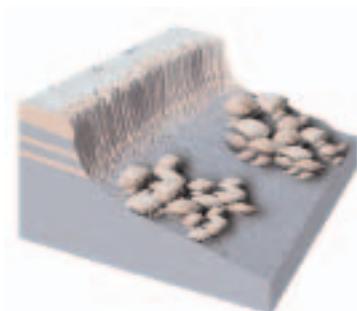
En 1998 el huracán Mitch pasó por la región centroamericana dejando un gran rastro de destrucción, con 25.000 víctimas mortales y una incalculable cifra de pérdidas. Las consecuencias del huracán se vieron agravadas por la intensa deforestación de las vertientes de las montañas y la ocupación desordenada y precaria de la población. Estas circunstancias dieron lugar a un gran número de corrimientos que sepultaron a muchas casas e infraestructuras. Destaca entre estos hechos el ocurrido en Tegucigalpa, capital de Honduras, donde un desprendimiento de terrenos destruyó el barrio de Berrinche y creó una presa en el río Choluteca, con la consiguiente inundación de las partes más bajas de la ciudad.

Clasificación de las inestabilidades gravitatorias

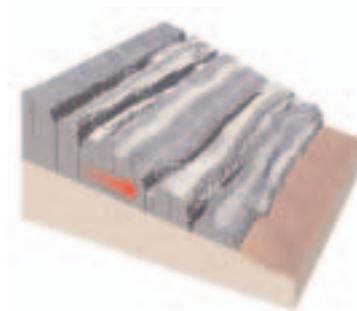




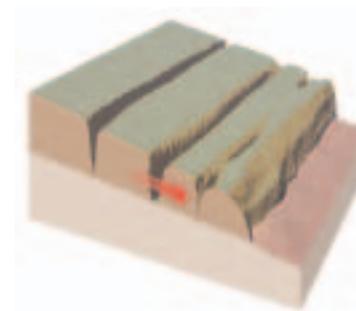
Desprendimiento tipo Vuelco



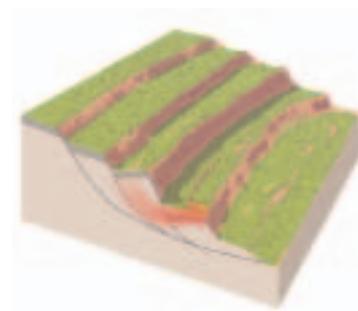
Desprendimiento tipo Desplome



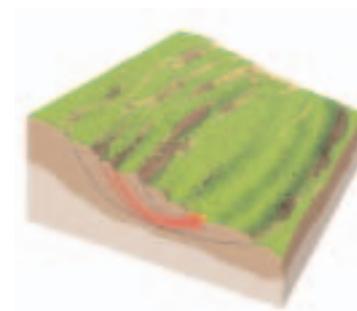
Deslizamiento Traslacional en roca



Deslizamiento Traslacional en suelo



Deslizamiento rotacional 1



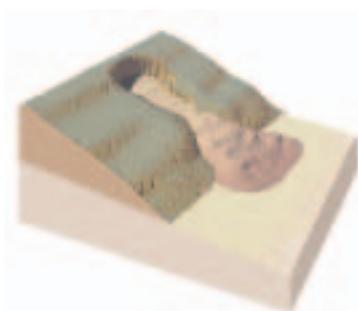
Deslizamiento rotacional 2



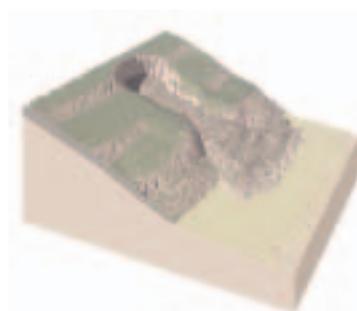
Colada tipo Flujo de Lodo



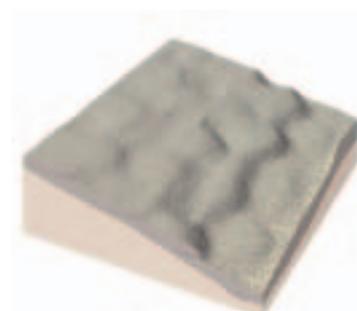
Colada tipo Derrubio



Flujo de Suelo



Flujo de Derrubios



Colada tipo Soliflucción



Colada tipo Reptación

Peligro por inestabilidades del terreno

Se considera que la evolución de una inestabilidad gravitatoria puede ser peligrosa y convertirse en un riesgo si afecta de manera negativa a los seres humanos, sus bienes o su actividad.

Las amenazas que pueden ir asociadas a los desprendimientos de terreno suelen darse por la caída de material encima de las personas o sus bienes, o bien, en el caso de las subsidencias, por el hundimiento de los terrenos donde se emplazan edificaciones u otras infraestructuras, con la consiguiente destrucción de edificios, alteración de carreteras, modificación de los sistemas de drenaje, entre otras afectaciones. A más largo plazo, otras consecuencias pueden ser el progresivo hundimiento de llanuras costeras (como los deltas) con la pérdida de tierras de cultivo, un aumento de la susceptibilidad ante las inundaciones y la erosión por parte de las olas sobre la costa.

Predicción del peligro por inestabilidad del terreno

Es difícil predecir cuándo se producirá un desprendimiento de rocas o un corrimiento de tierras, y más aún si se producen movimientos de vertiente por reptación, que se dan durante largos períodos de tiempo y cuyos efectos se ven solo a largo plazo en la pérdida de verticalidad de las estructuras (casas, torres, postes de luz, etc.). Otros movimientos de roca o suelo son muy veloces, sobre todo los relacionados con los desprendimientos (caída de bloques de roca). Las inestabilidades constituyen normalmente procesos temporales y espacialmente puntuales y, por lo tanto, no se puede definir una periodicidad o período de recurrencia, de tal modo que la capacidad de establecer el peligro que representa este tipo de amenaza es poca.

El peligro que suponen las amenazas por inestabilidades gravitatorias del terreno se trabaja principalmente a partir del concepto de susceptibilidad. Se entiende por susceptibilidad la posibilidad que tiene una vertiente de sufrir un corrimiento o desprenderse. Existen diferentes métodos semicuantitativos



Casas afectadas por un corrimiento de tierras en la Colonia Santa Lucía de Ilopango, San Salvador, El Salvador.

que definen la susceptibilidad de un terreno, todos ellos basados en la combinación y ponderación de los factores condicionantes y desencadenantes. Todos estos factores se trabajan a través de los llamados mapas de susceptibilidades.

Medidas preventivas

• Medidas estructurales

- Modificaciones de la geometría actual de las vertientes para conseguir su estabilización y reducir las fuerzas que favorecen el movimiento. Algunas de estas modificaciones son: rebajar la pendiente, retirar la masa inestable y el material caído, construir terrazas, recargar el pie, etc.
- Drenajes. Se considera que el principal factor desencadenante de los corrimientos es el agua, tanto superficial como subterráneas. La construcción de buenos sistemas de drenaje pretende controlar el movimiento del agua superficial y la cantidad de agua infiltrada, y reducir la presión intersticial del suelo. Algunas actuaciones en este campo son: las vías



Estructuras de contención de las explotaciones de Tierra Blanca, El Salvador.

de desagüe, la selladura de grietas, la revegetación, el bombeo de agua, las pantallas de drenado, etc.

- Estructuras de contención. Obras destinadas a mantener la estabilidad de los taludes mediante el sostenimiento del material inestable. Hay dos grandes tipos de estructuras de contención: las rígidas y las flexibles (muros, gaviones, muros vegetales, pilotes, escolleras, anclajes, etc.).

- Mejoras de la resistencia del terreno. Acciones dirigidas a conseguir una mejor compactación del terreno: inyecciones, cosidos, tratamientos térmicos, anclajes, cimentaciones, etc.

- Actuaciones para la conservación de suelos. Acciones destinadas a reducir la pérdida de suelo: revegetación, barreras vivas, diques verdes, técnicas agrícolas, etc.

- Aplicación del factor de seguridad en el diseño de infraestructuras y en la planificación de las obras.

- **Medidas no estructurales**

- Análisis histórico y de los antecedentes de una zona susceptible de sufrir inestabilidades.

- Estudio de los antecedentes sísmicos.

- Análisis de las condiciones climáticas de la zona susceptible de sufrir inestabilidades: épocas de hielo-deshielo, estacionalidad de las lluvias y de la nieve, intensidad de las precipitaciones, condiciones para la saturación del suelo.

Técnicos evaluando el estado del material de una colada de roca en las vertientes del volcán de San Miguel. El Salvador.

- Elaboración de mapas de susceptibilidad por inestabilidades que recojan información de todos los puntos que puedan ser susceptibles de originar movimientos de vertiente, en función de la litología, elementos estructurales (fallas, pliegues, diáclavas), presencia de agua, propiedades hidrogeológicas de los materiales, características del drenaje superficial y subterráneo, pendiente del terreno, morfología del relieve, tipo y espesor del suelo, cobertura vegetal, etc.

- Evaluación del posible volumen de material susceptible de romperse y sufrir corrimientos. Mecanismos de ruptura del área afectada.

- Informar al público del riesgo por inestabilidades del que pueden verse afectados y de sus consecuencias.

En ocasiones las inestabilidades del terreno se suelen dar como **peligros inducidos** como consecuencia de la actividad poco respetuosa del hombre sobre el medio: la tala o quema de bosques desprotege el suelo y acelera los procesos de erosión y de movimiento del terreno, las excavaciones de las vertientes a fin de conseguir recursos mineros o de acondicionar los espacios para la ubicación de infraestructuras desequilibran las pendientes y pueden ocasionar caídas de material. En el caso de las subsidencias, suelen darse de manera natural en los relieves kársticos, donde generan grandes depresiones, cuevas y agujeros. A veces, estos vacíos han sido utilizados como vertederos, hecho que tiene unos efectos devastadores para el medio ambiente, pues en estos lugares la filtración de las aguas residuales es difusa y no controlada y puede afectar a las aguas subterráneas.



Amenazas por inundaciones

Las inundaciones se producen por cambios súbitos del nivel del agua superficial, de manera que esta rebasa su confinamiento natural y cubre una porción del suelo que anteriormente no estaba cubierta.

Se trata de un proceso natural que se da en los sistemas fluviales de manera periódica por el deshielo de las nieves, las lluvias intensas o las tempestades costeras, que pueden provocar un aumento del nivel del mar por encima de la llanura costera. Estas causas son a menudo producto de otros procesos naturales, como los huracanes y los ciclones acompañados de fuertes aguaceros, las erupciones volcánicas capaces de fundir las nieves de manera súbita, etc. Aparte de los procesos naturales, la influencia humana es en muchos casos la causa de las inundaciones, y en otros agudiza los efectos.

Las inundaciones constituyen la principal amenaza para la humanidad frente al resto de las amenazas geológicas. Todos los años millones de personas se ven afectadas, y para muchos países devienen el proceso geológico más destructivo.

Factores que intervienen en la formación de una inundación

El clima, la geología, la morfometría fluvial y la influencia humana son los factores que determinarán que en una zona concreta se pueda producir una inundación. La relación entre cada uno de estos factores condicionará la magnitud del riesgo por avenidas de agua.

• Factores condicionantes

- Morfología del terreno. La configuración llana del terreno facilita la expansión de la lámina de agua; los cambios súbitos de pendiente favorecen el aumento de la velocidad del agua y su concentración súbita.
- Tipo de terreno. La composición litológica del terreno determina su capacidad de drenaje y erosión, de modo que condicionará que los ríos puedan llevar más o menos carga en el momento del desbordamiento.



Avenida fluvial en San Salvador después del paso del huracán Stan. El Salvador, octubre 2006.

- Morfometría fluvial. Los sistemas fluviales pueden tener diferentes morfologías: trezados, meandriiformes, rectilíneos, que pueden determinar la velocidad del agua, el desbordamiento por zonas preferenciales, etc.

• Factores desencadenantes

- Meteorológicos. La intensidad de precipitación o la fusión de la nieve pueden superar la capacidad de drenaje del sistema y provocar un desbordamiento.
- Sísmicos. Los terremotos pueden desencadenar tsunamis que pueden provocar grandes inundaciones en la zona litoral.
- Deforestación. La falta de una cobertura vegetal bien desarrollada provoca el aumento de la escorrentía del agua sobre el terreno.
- Obstrucción del lecho. La escombrera en el lecho formado por desperdicios, troncos o residuos mineros puede actuar como un tapón, obstruir el agua y provocar inundaciones. Este hecho también se puede dar por la obstrucción de las aguas causada por el paso de coladas de lava.
- Pavimentación y confinamiento del lecho. Permiten aumentar la velocidad de la escorrentía y disminuyen (o anulan) la infiltración del agua en el subsuelo. Por otro lado, favorecen la sedimentación de materiales en el fondo del cauce, su relleno y colapso a lo largo del tiempo, y hacen aumentar el nivel topográfico por donde circula el agua.

En la zona mediterránea el fenómeno de la gota fría provoca intensas precipitaciones y las consiguientes inundaciones.

En Asia oriental las inundaciones periódicas se producen a raíz de las lluvias torrenciales causadas por los monzones y a menudo asociadas a los tifones. Destaca la zona del golfo de Bengala, donde se da la mayor precipitación media del planeta.

La región centroamericana y el golfo de México son afectados por huracanes y tempestades tropicales que comportan fuertes lluvias y vientos que causan grandes inundaciones por las olas y los desbordamientos de los ríos.

El área del Pacífico se ve con frecuencia afectada por terremotos que a veces pueden desencadenar tsunamis que generan olas gigantes que afectan al litoral.



Avenida de agua y fango,
El Salvador, 2006.

Peligro por inundaciones

El poder destructivo de una inundación se debe principalmente a dos factores: por un lado, al poder de erosión y transporte de material por parte del agua en el momento en que se produce una crecida del nivel y, por otro, por el hecho de que en las llanuras de inundación por su morfología y riqueza natural presentan unas condiciones muy favorables para los asentamientos humanos.

Predicción, probabilidad y deducción del peligro por inundaciones

La predicción de que se de una inundación que pueda afectar de alguna manera a una población pasa por el estudio de muchos factores; los más destacados son los señalados a continuación:

- Descarga máxima. Máximo volumen de agua que puede desbordarse. Permite establecer el correcto diseño de obras de contención, puentes, embalses, etc.
- Volumen de escorrentía superficial. Cantidad de agua

media que circula por un sistema fluvial. Necesario para diseñar los embalses para el control de las inundaciones, sistemas de riego y de abastecimiento.

- Altura de las inundaciones. Altura a la que puede llegar el agua desbordada. Dato necesario para conocer las dimensiones de la obra y las posibilidades de supervivencia de las cosechas.
- Superficie total del área inundable.
- Velocidad del agua. Da una idea de los posibles daños estructurales que puede provocar la avenida de agua.
- Determinación en el tiempo del hidrograma (gráfico que expresa las variaciones de caudal de un río en función del tiempo).

La **probabilidad** de que se produzca un evento de descarga máxima en una zona se basa en conocer el caudal máximo, es decir, el volumen máximo de agua que circula por un sector en un momento dado. La estimación de este caudal máxi-

mo se puede realizar por métodos empíricos, mediante fórmulas y por métodos estadísticos, los cuales se basan en la idea de que las avenidas se producen con cierta regularidad en el tiempo, por lo que se pueden tratar estadísticamente y requieren una gran cantidad de datos climáticos y de aforo (como mínimo se necesitan del orden de 30 a 40 valores).

Estos métodos llegan a establecer el período de retorno, intervalo de recurrencia medio entre eventos, y el intervalo de recurrencia, tiempo transcurrido entre dos eventos consecutivos con un valor de descarga máximo determinado. Los períodos de retorno se miden en años: de 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200, 500 y 1.000. A partir de aquí se determina la inundabilidad de las zonas.

La **deducción** de los posibles efectos de las inundaciones sobre una zona se efectúa a través de diferentes programas informáticos que crean unos modelos a partir de parámetros básicos: superficie, topografía, geología y el uso del suelo.

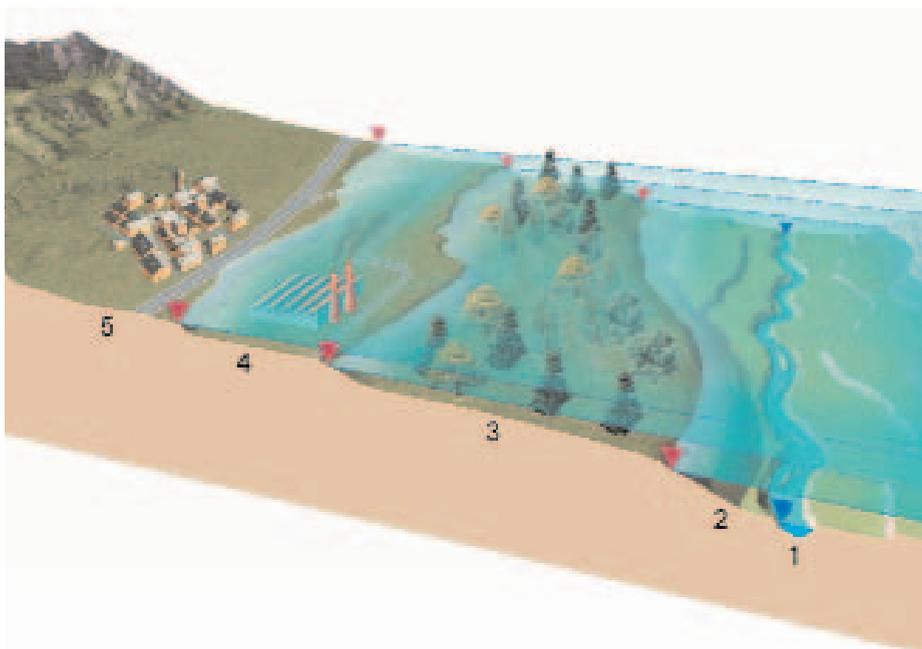
Estos programas permiten introducir una lluvia hipotética (intensidad, duración, cantidad) y dar como resultado los niveles de agua esperados en las cuencas durante y después de la lluvia.

Medidas preventivas

Las medidas preventivas para reducir el peligro de las inundaciones deben ser herramientas eficaces que hay que tener en cuenta a la hora de proyectar cualquier obra o actividad próxima a los sistemas de drenaje o al litoral.

• Medidas estructurales

- Construcción de diques y muros con la finalidad de delimitar la circulación de agua en una zona determinada. Estos sistemas actúan como barreras e impiden que el agua canalizada se desplace hacia el exterior. Presentan el inconveniente de que provocan que el caudal de agua se concentre y aumente su velocidad, haciendo que suba la fuerza erosiva, por lo que su diseño debe tener en cuenta la velocidad del agua y el caudal máximo.



Esquema de zonificación del territorio próximo a un curso fluvial hipotético, en el que se aplica una ordenación del territorio en función de los criterios de inundabilidad por diferentes períodos de retorno.

1. Curso fluvial
2. Período de retorno de 5 años: no se permiten actividades
3. Período de retorno de 25 años: zona de protección y control, no se permite la construcción, apto para cultivos, parques y uso lúdico.
4. Período de retorno de 50 años: zona con restricciones, apta para la construcción de viviendas con estructuras de protección.
5. Período de retorno de 100 años: zona con algunas restricciones, apta para la construcción de viviendas, bajo una regulación adecuada.

- Condicionamiento de los lechos. Ensanchando y profundizando los lechos, acondicionando los meandros y suprimiendo los obstáculos físicos se puede aumentar la capacidad del lecho para absorber una mayor cantidad de agua.
- Construcción de escolleras. Proporcionan estabilidad a los márgenes y ayudan a reducir la velocidad del agua y a evitar la erosión y la formación de corrimientos.
- Construcción de gaviones. Estabilizan los taludes inestables de los márgenes del río.
- Construcción de nuevos lechos. Cuando el lecho existente no es capaz de absorber toda el agua, o bien el circuito del río pasa por zonas muy comprometidas (densamente pobladas, etc.), es necesaria la construcción de nuevos lechos auxiliares que favorecen el drenaje.
- Obras de almacenamiento. Presas o embalses que pueden hacer disminuir el caudal máximo en un momento dado; su función es retrasar la crecida en momentos de avenidas rápidas y torrenciales. Por otro lado, pueden provocar fuertes impactos ambientales.
- Conservación de suelos. Los suelos favorecen la contención del agua y disminuyen la escorrentía. La presencia de bosque de ribera y de vegetación en la parte alta de la cuenca estabiliza los márgenes y actúa como barrera natural de protección.

• **Medidas no estructurales**

- Análisis histórico de las inundaciones que ha padecido una zona concreta en el pasado.
- Análisis de las condiciones climáticas y meteorológicas de la zona de estudio: períodos de lluvia, de hielo-deshielo, anomalías térmicas, etc.
- Caracterización de la red de drenaje. Estudio del tipo de sistema fluvial.
- Estudio geológico de la zona que defina el tipo de materiales, el grado de erosión y la capacidad de drenaje, entre otros aspectos.
- Informar al público del riesgo de inundaciones al que está sometido y de sus consecuencias.
- Ordenación territorial. Los usos del territorio se delimitarán en función del caudal máximo y los períodos de retor-



Técnicos realizando trabajos de campo en el curso fluvial de la zona de Guaymitas, Honduras, julio de 2005.

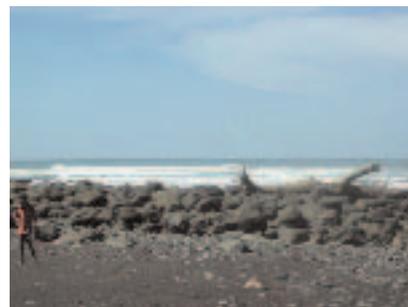
no, de manera que las zonas serán clasificadas en función de si el período de retorno es de 5, 10 o 500 años.

Se calcula que en el período 1980-2000 una media de 196 millones de personas en más de 90 países han estado expuestas a inundaciones catastróficas. Cabe decir que en esta media no se incluyen las inundaciones menores y que estas pueden tener un efecto acumulativo y devastador que entorpezca el desarrollo social y económico (PNUD 2004).

En muchos casos las inundaciones se suelen dar como **peligros inducidos** como consecuencia de la actividad antrópica que modifica las redes de drenaje, tala los bosques ribereños y, sobre todo, ocupa las llanuras de inundación de los cursos fluviales para instalar en ellas sus asentamientos agrícolas, industriales, urbanos o de ocio.

Amenazas por dinámica litoral

La dinámica litoral es el conjunto de cambios, en muchos casos muy activos, que se producen en la zona que comprende la franja costera y que pueden comportar grandes variaciones en la morfología litoral. La principal fuerza que provoca estos cambios es el movimiento de las grandes masas de agua por medio de las olas, las corrientes y las mareas. Otros fenómenos excepcionales que pueden provocar un efecto sobre las zonas costeras son los tsunamis o la variación del nivel del mar (eustatismo). El oleaje es el principal agente que contribuye a que se den el mayor número de zonas en situación de riesgo.



Costa del Pacífico.
Playa de los Cubanos, El Salvador.

Agentes dinámicos

Olas. Son el resultado de la fricción del viento con el agua del mar. Desde el punto de vista erosivo se pueden distinguir: olas de período corto (generadas por vientos diurnos o poco potentes), que son las que afectan principalmente a la línea de costa, y olas de período largo (generadas por las tempestades), que afectan a la línea de costa y a la zona de la plataforma marina.

Corrientes. Flujos submarinos generados por el oleaje y también por las diferencias de temperatura y densidad del agua. Pueden actuar erosionando o sedimentando. Su principal incidencia sigue una dirección paralela a la línea de costa.

Mareas. Variaciones periódicas del nivel del mar producidas por la atracción del Sol y la Luna sobre la hidrosfera. Su principal incidencia se da en el litoral. Provocan principalmente una acumulación de lodo en las playas y una acumulación de arena mar adentro.

Tsunamis. Olas gigantes que se forman a raíz de una crisis sísmica, actividad volcánica o corrimientos del suelo marítimo. Estas olas son difíciles de detectar por su longitud, profundidad y velocidad. Los efectos son inmediatos y pueden provocar numerosos daños.

Eustatismo. Término que hace referencia a las variaciones relativas del nivel del mar. El proceso es muy largo, aunque pueden tener también consecuencias nefastas: aumento del riesgo de inundaciones, intrusión salina, destrucción de tierras de cultivo y de infraestructuras, etc. Las causas que motivan las variaciones del nivel del mar están dominadas principalmente por variaciones climáticas y también por agentes dinámicos naturales.

Factores condicionantes y desencadenantes que determinan la aparición de amenazas por parte de la dinámica costera.

• Factores condicionantes

- Tipo de roca que conforma el litoral. Según el tipo de terreno, la costa será más o menos susceptible de ser erosionada por la dinámica marina.
- Disposición estructural de la línea de costa: acantilados, playas, deltas, etc. La morfología litoral evitará o favorecerá que las olas, las corrientes o las mareas puedan afectar o no a la zona de costa habitada.
- Estabilidad de los materiales acumulados en la plataforma y el talud continental. En el caso de materiales poco cohesionados e inestables, los procesos de erosión y de movimiento serán más fuertes, mientras que los depósitos consolidados aportarán mayor estabilidad y estarán menos sujetos a las modificaciones bruscas.

• Factores desencadenantes

- Movimientos tectónicos de la corteza terrestre, provocan descensos y subidas relativas del nivel del mar.
- Meteorológicos. Los temporales, ya sean de altas latitudes (30°-60°) o de bajas latitudes (0-30°), también llamados ciclones, tifones o huracanes, tienen consecuencias: aumento del nivel del mar, lluvias fuertes y oleaje elevado y destructivo que pueden desencadenar ciertas amenazas sobre la franja litoral.
- Movimientos sísmicos, pueden desencadenar la formación de tsunamis que pueden llegar a tener consecuencias devastadoras decenas de kilómetros tierra adentro.
- **Actividad antrópica:**
 - **Construcción de embalses y extracción de áridos.** Ambos comportan la reducción del aporte sedimentario fluvial, con la consiguiente pérdida de arena de las playas y aumento del grado de erosión.
 - **Construcción de espigones.** Provocan un efecto pantalla sobre las corrientes de deriva litoral dando lugar a la descarga de gran parte del material en suspensión; se produce por tanto un déficit de aporte de sedimento una vez que la corriente supera el obstáculo que supone el espigón. Las estructuras de este tipo también pueden provocar erosión de las costas donde no existe una deriva litoral importante,



Morfología característica de la costa mediterránea inalterada por l'activitat antròpica.

especialmente cuando se construyen diques de embocadura en puertos, bocanas o desembocaduras fluviales.

- **Allanamiento de las playas.** Supone un incremento del carácter reflectivo de la playa que la hace más susceptible a la erosión; aumenta la probabilidad de inundación de la parte alta de la playa durante los temporales, con la consiguiente desprotección de los cordones de dunas asociados a las playas (actualmente, en muchas de las playas de la costa catalana los cordones dunares naturales han sido destruidos).
- **Extracción de arena de las playas.** Implica una modificación de los procesos litorales de sedimentación-erosión natural.
- **Urbanización de la primera línea de mar.** Supone la creación de una pantalla frente a la dinámica eólica natural de las playas, la destrucción de hábitats y la modificación de la morfología litoral; además, la construcción de viviendas y otras infraestructuras próximas a la zona de influencia de la amenaza por dinámica natural hace aumentar el grado de exposición de las personas y de sus bienes.
- **Sobreexplotación de los acuíferos** próximos a la franja litoral y descenso del nivel freático, con el consiguiente peligro de intrusión marina y agotamiento del recurso hídrico.
- **Deforestación.** Implica una desprotección del suelo de manera que aumenta el potencial de erosión y destrucción del sistema fluvial que desemboca en el mar.



Efectos de los vientos de levante sobre la playa donde desemboca el río Ter, Torroella del Montgrí, Girona.

Un estudio sobre los manglares llevado a cabo en Sri Lanka después del tsunami ocurrido a finales de 2004 demostraba que los manglares que se conservaban intactos no habían quedado desarraigados, aunque mostrasen la huella de las grandes olas, mientras que en las zonas donde esta formación vegetal había sido alterada, el impacto sobre la costa había sido mucho mayor. También se constató que la destrucción de los escollos de coral había erosionado la defensa natural costera, hecho que permitía que unas olas mucho más potentes y gigantescas atacasen el litoral, mientras que en las zonas adyacentes los escollos intactos las rompían y el mal era menor.

Peligro por dinámica litoral

En conjunto, los agentes dinámicos que afectan al litoral (olas, corrientes, mareas, tsunamis y movimientos relativos del nivel del mar) pueden destruir gran parte de la costa y trasladar grandes cantidades de sedimentos. Aproximadamente el 75 % de la población mundial vive a menos de 1,5 km de la línea de costa (Bennet y Doyle, 1998) y, además, este es el principal foco de atracción turística del mundo. Este hecho hace que los efectos de la dinámica costera puedan convertirse en una verdadera amenaza para las personas y sus bienes. La actividad poco responsable del hombre sobre el entorno litoral puede acelerar los procesos de dinámica litoral y crear situaciones de peligro en determinadas zonas.

Amenazas que pueden ir asociadas a la dinámica litoral

- La dinámica litoral puede comportar procesos de erosión costera que se manifiestan especialmente en las costas arenosas



Imagen de la costa de Aceh, en Indonesia, antes y después de la llegada del tsunami de 2004

por las pérdidas de la propia arena y, por tanto la destrucción de las playas. Sin embargo, esta misma dinámica puede conducir a la acreción costera, es decir, a la sedimentación, que también puede suponer un riesgo importante por el consiguiente avance de las llanuras costeras hacia el mar que fuerza el traslado de las actividades humanas vinculadas al litoral.

- Inundaciones generalizadas de la zona costera a causa del oleaje provocado por lluvias fuertes o vientos huracanados, o bien por la llegada de olas gigantes a causa de los tsunamis.
- Oleaje asociado a los temporales; puede llegar a ser muy destructivo, sobre todo en regiones donde la costa sea muy baja y sin desniveles

- **Variaciones del nivel del mar:** las fluctuaciones del nivel del mar modifican la dinámica y la extensión de los medios costeros, afectando a la morfología y al relieve de la costa, así como a las actividades humanas desarrolladas en estas zonas litorales. Efectos directos de un aumento del nivel del mar:
 - Inundación de la costa. Aumento del nivel del mar. Es el más significativo en la zona litoral, inducido por fuertes vientos dirigidos hacia la costa que concentran grandes volúmenes de agua que tienden a ser bombeados verticalmente. Para hacerse una idea, una caída de 1 cm en la presión atmosférica produce un aumento aproximado del nivel del mar de 13 cm (De Andrés y Gracia, 2002).
 - Erosión costera por efecto del oleaje.
 - Afectacions al funciomanet dels sistemes hidrogeològics.
 - Intrusió salina

Medidas preventivas

Las medidas preventivas para reducir el riesgo por la dinámica costera son imprescindibles a la hora de proteger a la población y disminuir su vulnerabilidad. Pueden ser de tipo estructural y no estructural. A continuación se especifican:

- **Medidas estructurales**
 - Consolidar la línea de costa a partir de actuaciones en la parte interna o posterior de la misma, por medio de sistemas de cultivo específicos, mantenimiento de los sistemas fluviales.
 - Obras de ingeniería que minimicen el efecto erosivo.
 - Construcción de islas barrera o escolleras mar adentro para crear áreas de baja energía y disminuir así el receso costero.
 - Construcción de playas artificiales y modificación de las morfologías existentes.
- **Medidas no estructurales**
 - Estudio y conocimiento de la evolución temporal y espacial de la costa. Según Dabrio y Zazo (1988) estos análisis se basan en: estudios de la cartografía terrestre y náutica a lo largo del tiempo por medio de imágenes de satélite; monitoreo de las olas y mareas; estudio de los registros de datos

meteorológicos: cartografía de materiales aflorantes y determinación de granulometrías, selección, composición mineral, etc.; estudio de las corrientes y del transporte litoral; estudio tectónico y de los procesos activos de la plataforma.

- Disponer de sistemas de alerta de prevención de tsunamis.
- No actuar, dejando que la línea de costa continúe su evolución natural, hecho que implica una reordenación territorial de la costa, muchas veces edificada.

En numerosas ocasiones la dinámica costera puede convertirse en un **peligro inducido** como consecuencia de la actividad antrópica que modifica las condiciones naturales de la costa, destruyendo sus defensas naturales a través de la destrucción del cordón de dunas, de los escollos coralinos y de las ciénagas, por la urbanización en primera línea de mar, el dragado de arena de las playas o por la construcción de puertos deportivos.



Oleaje intenso en la costa mediterránea de la isla de Menorca, Baleares, agosto de 2006.

pobresxdesastres



pobresxdesastres

Desastres
de origen natural
y cooperación
al desarrollo

