

# Desastres, Planificación y Desarrollo: Manejo de Amenazas Naturales para Reducir los Daños



[Indice](#)

**Departamento de Desarrollo Regional y Medio Ambiente  
Secretaría Ejecutiva para Asuntos Económicos y Sociales Organización de los Estados Americanos**

**Con el Apoyo de la Oficina de Asistencia para Desastres en el Extranjero Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional**

**Washington, D.C. 1991**

**Derechos Reservados**

**1991 Organización de los Estados Americanos**

**Washington D.C.**

**Esta publicación fue producida por el Proyecto de Riesgos Naturales del Departamento de Desarrollo Regional y Medio Ambiente, con el apoyo de la Oficina de Asistencia para Desastres en el Extranjero de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID). La USAID no comparte necesariamente los puntos de vista expresados en este documento, pero acoge esta publicación como un medio para estimular la discusión sobre aspectos de riesgos naturales en la planificación del desarrollo.**

## Indice

[Prefacio](#)

[Agradecimientos](#)

[Resumen ejecutivo](#)

[Introducción](#)

## **Primera parte: Consideraciones generales**

### [¿Qué son las amenazas naturales?](#)

- [1. ¿Que tan naturales son las amenazas naturales?](#)
- [2. El medio ambiente, las amenazas naturales y el desarrollo sustentable](#)

### [Reducción del impacto de los eventos naturales](#)

## **Segunda parte: Pautas para considerar las amenazas naturales en la planificación del desarrollo y la formulación de proyectos**

### [Reducción de vulnerabilidad](#)

- [1. La naturaleza de los eventos](#)
- [2. Las características del área de estudio](#)
- [3. Los participantes en el drama](#)

### [Estrategias de mitigación de amenazas en la planificación del desarrollo](#)

- [1. Incorporación de medidas de mitigación en estudios de planificación del desarrollo integrado](#)
- [2. Ventajas que ofrece la planificación del desarrollo integrado en el manejo de amenazas](#)

### [Estrategias de mitigación de amenazas en la formulación de proyectos](#)

- [1. Incorporación de medidas de mitigación de amenazas en proyectos de inversión](#)
- [2. Métodos de evaluación de riesgos](#)

### [Estrategias para amenazas específicas](#)

- [1. Huracanes](#)
- [2. Sequía y desertificación](#)
- [3. Amenazas geológicas \(Terremotos, Erupciones Volcánicas, Tsunamis\)](#)
- [4. Inundaciones](#)

## 5. Deslizamientos

### Estrategias para determinados sectores económicos

1. Energía en Costa Rica
2. Turismo en Jamaica
3. Agricultura en Ecuador
4. Estrategias surgidas de los estudios de casos

### Instrumentos y técnicas para la evaluación de amenazas naturales

1. Sistemas de información geográfica
2. Uso de sensores remotos en evaluaciones de amenazas naturales
3. Técnicas especiales para el trazado de mapas

### Estrategias para los organismos de asistencia al desarrollo

1. Agencias de cooperación técnica
2. ¿Como persuadir a los organismos financieros?

## Apéndice A - Amenazas geológicas en América Latina y El Caribe

Cuadro A-1 - Distribución geográfica de las máximas intensidades sísmicas en América del Sur

Cuadro A-2 - Máxima intensidad sísmica y probabilidad condicional de ocurrencia de un terremoto de gran escala para localidades costeras en América del Sur

Cuadro A-3 - Distribución geográfica de las máximas intensidades sísmicas en América Central

Cuadro A-4 - Máxima intensidad sísmica y probabilidad condicional de ocurrencia de un terremoto de gran escala para determinadas localidades en América Central

Cuadro A-5 - Volcanes activos, amenazas volcánicas y periodicidad de erupciones volcánicas en América Latina y El Caribe durante los últimos 10.000 años

Cuadro A-6 Amenaza de Tsunami para centros de población en América del Sur



# Prefacio

Después de los acontecimientos de El Niño en 1982-83 los Estados miembros de la Organización de los Estados Americanos (OEA), expresaron la necesidad de contar con cooperación técnica para el manejo de amenazas naturales. En respuesta a esta necesidad, el Departamento de Desarrollo Regional y Medio Ambiente (DDRMA) de la OEA inició, con el apoyo de la Oficina de Asistencia para Desastres en el Extranjero (OFDA) de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), el Proyecto de Riesgos Naturales. En ese entonces la OEA ya había prestado servicios de planificación para el desarrollo regional por más de veinte años y en 1984 publicó *Planificación del Desarrollo Regional Integrado: Directrices y Estudios de Casos Extraídos de la Experiencia de la OEA*. De acuerdo con los principios establecidos en dicha publicación, el enfoque de la OEA incorpora el manejo de amenazas naturales dentro del proceso de planificación del desarrollo.

Los servicios de cooperación técnica, capacitación de personal y transferencia de tecnología están dirigidos hacia la evaluación y mitigación de amenazas como elementos de evaluación del medio ambiente y de recursos naturales, y formulación de proyectos. La cooperación técnica se concentra en evaluaciones de amenazas y vulnerabilidad, en la incorporación de medidas de mitigación de riesgos en la formulación de proyectos de inversión, en el uso de sistemas de información geográfica para la preparación y análisis de mapas, y en la planificación de cuencas urbanas para el manejo de las amenazas y los recursos naturales. La capacitación de personal incluye talleres y cursos sobre varios aspectos de mitigación de desastres y planificación del desarrollo integrado. En casi todos los Estados miembros se ha capacitado personal con nuevas técnicas para el manejo de amenazas. La transferencia de tecnología se ha concentrado, hasta ahora, en el establecimiento de sistemas de información para el manejo de emergencias, incluyendo suministro de equipos y capacitación del personal. Los países receptores y otros organismos internacionales han confirmado la eficacia de que tiene incluir el manejo de amenazas naturales en la planificación del desarrollo para reducir el impacto de los desastres.

Después de siete años de trabajo de campo, es posible preparar una síntesis de la experiencia de la OEA con amenazas naturales. El material contiene una amplia gama de objetivos que refleja la amplitud de los aspectos involucrados en la mitigación de riesgos. A nivel político, se espera estimular a los ministerios nacionales encargados de la planificación, a los organismos de desarrollo y a las instituciones financieras internacionales, a que sistemáticamente incluyan el análisis de amenazas naturales en sus programas de desarrollo económico. Específicamente, se espera que la experiencia persuada a:

- Los organismos de desarrollo en los Estados miembros a incorporar la consideración de amenazas naturales dentro del proceso de planificación del desarrollo integrado;
- Los organismos internacionales de cooperación técnica y financiera a considerar las amenazas en las primeras etapas de la formulación de proyectos de inversión;
- Los gobiernos y organismos financieros a prestarle más atención a los aspectos de riesgos al evaluar proyectos de inversión y a tratar de evitar los riesgos en lugar de serles neutral;

- Las entidades bilaterales y multilaterales de asistencia financiera a reevaluar la distribución de sus fondos para casos de desastres, aumentando la porción destinada a actividades de prevención.

A nivel operacional, se espera proporcionar a los planificadores con algunas de las herramientas necesarias para evaluar las amenazas naturales y para adoptar medidas de mitigación. Algunas de estas herramientas son los análisis sectoriales de vulnerabilidad, los mecanismos para incorporar medidas de mitigación dentro de las estrategias y proyectos de desarrollo, y la aplicación de sistemas de información geográfica en el manejo de amenazas.

Con el propósito de suministrar informaciones útiles para los responsables de la formulación de políticas y los planificadores, la OEA ha preparado dos documentos complementarios, cada uno destinado a un público específico. El presente documento, *Desastres, Planificación y Desarrollo: Manejo de Amenazas Naturales para Reducir los Daños*, está dirigido al personal responsable de la formulación de políticas en los Estados miembros, los bancos internacionales para el desarrollo y los organismos de cooperación técnica, y está dividido en dos secciones principales:

- La Parte I presenta los principios generales para integrar el manejo de amenazas naturales dentro de la planificación del desarrollo y de la formulación de proyectos. Su intención es dejar establecidas dos ideas: que el daño causado por los eventos naturales es muy elevado y que aumentará en el futuro, pero que puede ser reducido; y, que la mejor manera de reducir el impacto de los eventos naturales se encuentra dentro del contexto de la planificación del desarrollo integrado.

- La Parte II es un conjunto de pautas para la aplicación de las metodologías de manejo de amenazas. Evitando entrar en demasiados detalles, su intención es orientar a los responsables de la toma de decisiones para que éstos puedan discutir el tema con el personal técnico, llegar a conclusiones y evaluar el trabajo realizado.

El documento complementario, titulado *Manual sobre el Manejo de Amenazas Naturales en la Planificación del Desarrollo Regional Integrado* está dirigido a planificadores y personas encargadas de poner en práctica el desarrollo y esencialmente, es un documento de referencia técnica. El mismo contiene una compilación y análisis de experiencias de campo no disponible a través de otras fuentes.

Es de esperarse que los principios, pautas y enfoques técnicos presentados en estos documentos ayuden a los planificadores y a las personas encargadas de tomar decisiones, a comprender la relación entre la mitigación de amenazas naturales y el proceso de planificación del desarrollo en América Latina y el Caribe. La publicación de estos documentos se realiza en un momento en que la región se enfrenta al desafío presentado por el Decenio Internacional para la Reducción de Desastres Naturales, establecido por la Asamblea General de las Naciones Unidas para la década del 90. Los documentos demuestran que la reducción del impacto de los eventos naturales sólo puede lograrse cambiando la forma en que el desarrollo se lleva a cabo y han sido preparados para contribuir, aunque de manera pequeña, a este cambio.

**Kirk P. Rodgers**  
**Departamento de Desarrollo Regional**  
**y Medio Ambiente**  
**Organización de los Estados Americanos**





---

# Agradecimientos

En la preparación de este libro colaboraron un gran número de instituciones e individuos a quienes extendemos nuestra gratitud.

La Oficina de Asistencia para Desastres en el Extranjero de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional brindó su apoyo para el Proyecto de Riesgos Naturales, el cual produjo la publicación.

El Centro Regional de Sismología para América del Sur (CERESIS), con sede en Lima, Perú, la Administración Oceanográfica y Atmosférica Nacional de los Estados Unidos y el Estudio Geológico de los Estados Unidos brindaron información muy valiosa.

El recopilador y editor principal fue Arthur M. Heyman con la asistencia de Beatrice E. Edwards. El autor técnico principal fue Stephen O. Bender. Importantes colaboradores al texto fueron Enrique E. Bello, Jerome V. DeGraff, Morris Deutsch, Ana Lea Florey, Stephen J. Garawecki, Rose Mary García-Spatz, Arthur M. Heyman, William J. Kockelman, Randall Kramer, Stewart P. Nishenko, Richard E. Saunier, Jan C. Vermeiren y Donald R. Wiesnet. Mariana Ferrari realizó la traducción del documento original en inglés, y preparó el documento para su publicación. Betty Robinson editó el texto en su totalidad. El borrador del texto original fue revisado por Edward G. Echeverría, Alberto A. Giesecke, José Grases, Barry N. Heyman, William J. Kockelman, Alcira I. Kreimer, Shirley Mattingly, Franklin Mc Donald, D.D.C. Don Nanjira y Gilbert White, a quienes se agradecen sus ideas y observaciones, las cuales han sido incorporadas. La totalidad del proyecto estuvo bajo la dirección de Stephen O. Bender, Jefe del Proyecto de Riesgos Naturales.

Los documentos *Planificación del Desarrollo Regional Integrado: Directrices y Estudios de Casos Extraídos de la Experiencia de la OEA*, *Manual Sobre el Manejo de Amenazas Naturales en la Planificación del Desarrollo Regional Integrado*, e *Incorporating Natural Hazard Assessment and Mitigation into Project Preparation*, preparado por la OEA y publicado por el Comité de Instituciones Internacionales de Desarrollo sobre el Medio Ambiente (CIDIE), fueron fuentes de información muy importantes para esta publicación.





# Resumen ejecutivo

Las Naciones Unidas declararon la década del 90 como el "Decenio Internacional para la Reducción de Desastres Naturales". Para muchos países en vías de desarrollo, esta década también representa un período en el cual enfrentar desastres naturales es sinónimo de desarrollo: el costo de rehabilitación y reconstrucción después de los desastres al consumir el capital disponible, reduce significativamente las fuentes para nuevas inversiones.

Las pérdidas son pavorosas. Desde 1960 eventos naturales como terremotos, huracanes, inundaciones, sequías, desertificación y derrumbes en la región de América Latina y el Caribe han terminado con la vida de 180.000 personas, afectado a 100 millones más y causado pérdidas por más de US\$ 54 mil millones en daños a la propiedad. Los índices de destrucción han aumentado década tras década. Los efectos adversos en el empleo, en la balanza comercial y en el endeudamiento externo se han seguido sintiendo años después de ocurrido un desastre. Aquellas actividades cuyo propósito es promover el desarrollo, frecuentemente exacerban el impacto de los eventos naturales. Lo peor del caso es que los países más pobres y específicamente, los segmentos más pobres de su población, son los que sufren los impactos más severos. Los programas internacionales de ayuda y rehabilitación sólo compensan una pequeña parte de las pérdidas sufridas por los países afectados.

La buena noticia es que, de la totalidad de los problemas del medio ambiente, los riesgos naturales presentan la situación más manejable: pueden ser identificados rápidamente, se dispone de medidas de mitigación y los beneficios al reducir la vulnerabilidad pueden, en gran parte, ser mayores que los costos. Más aún, la experiencia demuestra que **el impacto de los eventos naturales puede ser reducido**. El mejoramiento de los sistemas de prevención y evacuación ha reducido extraordinariamente el número de muertes causadas por huracanes. La combinación de medidas estructurales y no estructurales de mitigación ha demostrado que reduce los efectos de los terremotos, derrumbes, inundaciones y sequías.

Los países de la región son lentos para tomar acciones de reducción de vulnerabilidad o solicitar financiamiento para ellas, los organismos de financiamiento para el desarrollo están poco dispuestos a financiarlas y la mayoría de los organismos de cooperación para el desarrollo prestan muy pocos servicios en estos aspectos. A pesar de la eficacia de las medidas de mitigación en función al costo, más del 90 por ciento de los fondos internacionales destinados al manejo de amenazas naturales de esta región, están destinados a actividades de preparación, auxilio, rehabilitación y reconstrucción de desastres, quedando solamente un 10 por ciento destinado a actividades de prevención.

Si bien existen motivos que han causado esta situación anómala, lo más importante es que existe la posibilidad de cambiarla. Esta publicación sintetiza la experiencia con amenazas naturales del Departamento de Desarrollo Regional y Medio Ambiente de la Organización de los Estados Americanos (OEA/DDRMA). La misma sostiene que a largo plazo, **el enfoque más efectivo para reducir el impacto de los eventos naturales es incorporar la evaluación y mitigación de amenazas naturales dentro del proceso de planificación del desarrollo integrado y de la formulación y ejecución de proyectos de inversión.**



Esta publicación está dirigida a los responsables de la toma de decisiones en los Estados miembros y de los organismos de asistencia para el desarrollo, con la esperanza de alentarlos a:

- Incorporar consideraciones sobre amenazas naturales **en las primeras etapas** del proceso de planificación del desarrollo integrado y de la formulación de proyectos de inversión;
- Conceder una mayor importancia a la **reducción del riesgo** al evaluar los proyectos de inversión; y a
- Aumentar la proporción de los fondos destinados a las **actividades de prevención** en relación con aquellos destinados a trabajos de rehabilitación y reconstrucción después de la ocurrencia de un desastre.

Las pautas para incorporar consideraciones sobre amenazas naturales dentro de la planificación del desarrollo y de la formulación de proyectos pueden ser resumidas de la siguiente manera:

## **ESTRATEGIAS DE MITIGACION DE AMENAZAS DENTRO DE LA PLANIFICACION DEL DESARROLLO**

El manejo de las amenazas naturales generalmente es conducido independiente a la planificación del desarrollo integrado. Es importante combinar ambos procesos. De los muchos componentes de manejo de amenazas naturales, las siguientes técnicas son las más compatibles con el proceso de planificación:

- ***Evaluación de amenazas naturales:*** es una evaluación sobre la ubicación, severidad y posibilidad de que ocurra un evento natural dentro de un período de tiempo determinado.
- ***Evaluación de vulnerabilidad:*** es una estimación de las pérdidas o daños que puedan ser causados por un evento natural de cierta severidad, incluyendo daños a la construcción, daños personales e interrupción de las actividades económicas y del funcionamiento normal de las comunidades.
- ***Evaluación del riesgo:*** es una estimación de la probabilidad de las pérdidas esperadas, dado un evento natural determinado.

La planificación del desarrollo integrado es un proceso multidisciplinario y multisectorial que incluye el establecimiento de normas y estrategias de desarrollo, la identificación de ideas de proyectos de inversión, la preparación de proyectos, aprobación final, financiamiento y ejecución. La OEA/DDRMA entiende que el ciclo del proyecto, se compone de cuatro etapas: Misión Preliminar, Fase I (diagnóstico del desarrollo), Fase II (formulación del proyecto y preparación de un plan de acción), y Ejecución del Proyecto. Las actividades de planificación del desarrollo y manejo de amenazas correspondientes a cada una de estas etapas están resumidas en el diagrama de la página siguiente.

Las ventajas de incorporar el manejo de amenazas dentro de la planificación del desarrollo, son las siguientes:

- Las medidas para reducir la vulnerabilidad tienen más posibilidades de ser aplicadas como parte de los proyectos de desarrollo que como propuestas de mitigación en sí;
- El costo de reducir la vulnerabilidad es menor cuando se incorporan medidas de reducción de vulnerabilidad dentro de la formulación original del proyecto, y no cuando se las incorpora después;

- Los planificadores pueden ayudar a fijar prioridades para que las investigaciones científicas y de ingeniería se concentren más en generar datos útiles para su uso inmediato en la mitigación de los desastres;
- La incorporación de medidas de reducción de vulnerabilidad dentro de los proyectos de desarrollo beneficia a los segmentos más pobres de la población del país donde se ejecuta el proyecto.

## Proceso de planificación de desarrollo integrado, manejo de amenazas naturales y el ciclo del proyecto

Fuente: OEA, Manual sobre el Manejo de Amenazas Naturales en la Planificación del Desarrollo Regional Integrado (Washington, D.C.: en proceso de publicación).

## **ESTRATEGIAS DE MITIGACION DE DESASTRES DENTRO DE LA FORMULACION DE PROYECTOS**

Algunas **medidas estructurales** para la mitigación de los efectos de los desastres naturales son: códigos de construcción y especificaciones de materiales, reacondicionamiento de las estructuras existentes para que sean más resistentes a desastres y la construcción de diques u otros mecanismos protectores. Las **medidas no estructurales** se concentran en identificar las zonas propensas a desastres y en limitar su uso. Algunos ejemplos de estas medidas son: zonificación del uso de la tierra, incentivos tributarios, programas de seguros y reubicación de residentes fuera del área de riesgo. Es válido decir que en los países en desarrollo se debe enfatizar el uso de medidas de mitigación no estructurales, ya que las medidas estructurales tienen un costo directo que debe ser sumado a los costos de un proyecto. Las medidas no estructurales pueden ciertamente involucrar algunos costos de capital y/o operacionales, pero éstos son generalmente menores a los de las medidas estructurales.

Varias interrogantes derivan de la relación entre las amenazas naturales y los proyectos de inversión:

### *¿Debe considerarse el grado de riesgo en la evaluación de proyectos de inversión?*

Algunos gobiernos sostienen que ellos deben actuar de forma indiferente frente a los proyectos del sector público de alto o bajo riesgo que tengan el mismo valor presente neto esperado, ya que los riesgos son compartidos ampliamente por toda la sociedad y por lo tanto son insignificantes para cada individuo. Esto deja de lado la obligación que tienen los gobiernos de considerar el costo de oportunidad del capital en cada inversión. Los organismos financieros internacionales pueden ser indiferentes al riesgo, ya que los países están obligados a repagar el préstamo, hayan sido destruidas las estructuras a causa de un terremoto, o no. Esto se contrapone a los esfuerzos realizados por dichos organismos para inculcar la responsabilidad fiscal. No obstante los argumentos económicos, tiene sentido común considerar las amenazas naturales dentro de la evaluación de un proyecto, de la misma manera que se considera el riesgo comercial del mismo.

*¿Cómo deben evaluarse los objetivos conflictivos o contrarios de un proyecto?* Esta pregunta debe formularse antes de iniciar la búsqueda de ideas para un proyecto. El análisis multicriterio sirve para incorporar los objetivos y prioridades de la sociedad en la selección de proyectos. Para este análisis se convoca una reunión de una muestra representativa de los grupos de interés con el propósito de arribar a objetivos sociales y económicos importantes y acordar el peso discriminatorio para cada uno de ellos. Los proyectos luego son evaluados

en términos de su capacidad para satisfacer los objetivos fijados. La reducción de la vulnerabilidad a las amenazas naturales puede establecerse como uno de estos objetivos.

*¿Cómo pueden resolverse las demandas conflictivas de los distintos grupos de interés para el uso del mismo bien o servicio natural?* Este es el problema clásico al que se denomina, equívocamente, "impacto ambiental". La buena planificación se caracteriza por la identificación de la competencia potencial sobre el uso de los bienes o servicios naturales y la búsqueda de soluciones a estos conflictos que sean razonablemente satisfactorias para todas las partes.

*¿Qué medidas objetivas existen para evaluar a los riesgos como elementos de la evaluación global de un proyecto de inversión?* Existen dos tipos de métodos: aquellos basados en información limitada y aquellos basados en la disponibilidad de información probabilística. En esta publicación se describen algunas técnicas en cada categoría y las condiciones en las que cada una es aplicable.

## **ESTRATEGIAS PARA AMENAZAS ESPECIFICAS**

¿Cómo incorporan los planificadores las amenazas naturales dentro de un estudio para el desarrollo integrado de un área? Primero deben determinar cuáles son los fenómenos, si los hay, que imponen una mayor amenaza y luego deben preparar una evaluación de los mismos. Tradicionalmente, los planificadores se basaron en información existente, ya que evaluar los riesgos era económicamente muy costoso y consumía mucho tiempo como para poder formar parte de un estudio de planificación del desarrollo. Hoy en día es posible, usando técnicas desarrolladas por la OEA, llevar a cabo estas evaluaciones e introducir medidas de mitigación de riesgos en el contexto de un estudio de desarrollo.

### **Huracanes**

Los huracanes ocurren en fajas bien definidas del Caribe y de la costa oeste de América Central. Si un área de estudio está ubicada dentro de estos cinturones, el planificador puede proceder a determinar cuáles son las amenazas y buscar medidas de mitigación adecuadas. Puesto que la ola ciclónica (crecimiento del nivel del mar debido a la acción de los vientos y a la baja presión barométrica de una tormenta) es la amenaza de huracán más perjudicial, las áreas de tierras bajas cerca del mar son las más comprometidas. El monitoreo de tormentas y el uso de sistemas mejorados de alarma y evacuación son los mecanismos más efectivos para salvar vidas. Algunas medidas de mitigación de bajo costo pueden reducir el daño (por ejemplo, asegurarse que los techos estén atados, cubrir los grandes paneles de vidrio y quitar las salientes que puedan volar fácilmente). Los pueblos y aldeas dependen en gran medida de sus propios medios para defenderse de los huracanes. Por este motivo es necesario preparar a los líderes de las comunidades y establecer un programa nacional para capacitar y mantener la comunicación con el personal local.

### **Desertificación**

Esta amenaza, inducida por el ser humano, se define como la creación o ampliación de condiciones de tipo desérticas más allá de los márgenes del desierto. La desertificación ocurre en zonas áridas o semiáridas estrechamente circunscritas. Esta publicación clasifica las categorías de desertificación por subdivisiones políticas en Sudamérica y México. Las acciones de desarrollo que puedan causar o exacerbar la desertificación en esas zonas deberían ser evitadas. Si un área de estudio está ubicada dentro

de una zona con potencial de desertificación, se puede preparar rápidamente una evaluación de la amenaza usando cuatro parámetros disponibles en muchas partes: precipitación, textura de los suelos, pendiente y la relación precipitación- evapotranspiración. Esta técnica define 16 unidades aptas para el trazado de mapas, de las cuales cada una reúne un conjunto de características que indican las mejores prácticas de manejo. Una vez determinados los problemas potenciales, pueden aplicarse medidas de mitigación y rehabilitación para la cría de ganado, agricultura de secano, erosión de suelos y salinización.

### **Amenazas geológicas**

Existe suficiente información científica como para determinar si los terremotos, las erupciones volcánicas o los tsunamis constituyen una amenaza significativa en prácticamente cualquier área de América Latina o del Caribe. Anteriormente no era fácil acceder a esta información, pero este documento la reúne y la presenta de una manera apropiada para ser utilizada en el proceso de planificación. Aquellas áreas que cuentan con grandes posibilidades de sufrir un terremoto de gran escala en los próximos 20 años, están enumeradas y organizadas por división política. Todos los volcanes que han erupcionado en América Latina y el Caribe en los últimos 10.000 años están categorizados por intervalos de erupción de largo o corto plazo. Cualquier área de estudio que esté ubicada dentro de un radio de 30 km. de un volcán de frecuencia de corto plazo, debe ser considerada como una zona de riesgo de erupción. Los tsunamis afectan la costa oeste de América Latina y son eventos tan inusuales que se justifica económicamente la aplicación de medidas de mitigación solamente en áreas donde existen grandes concentraciones de población. Este documento presenta una lista de las ciudades amenazadas por este evento e indica para cada una de ellas la máxima altura probable del tsunami.

### **Inundaciones**

La información que existe hoy en día es raras veces suficiente para evaluar el potencial de una inundación en un área de estudio. Mediante la interpretación de imágenes provenientes de sensores remotos puede prepararse una evaluación de esta amenaza que encaje dentro de los límites de tiempo y presupuesto de un estudio de planificación del desarrollo. Dicha evaluación es útil tanto para el diseño de nuevos proyectos como para adoptar medidas de mitigación en proyectos de desarrollo existentes que se encuentran amenazados por este evento.

### **Deslizamientos**

Como en el caso anterior, la información existente es raramente suficiente para evaluar el potencial de deslizamientos en un área de estudio, pero la disponibilidad de nuevas técnicas hace posible un análisis rápido de dicho potencial. Pueden ubicarse deslizamientos pasados con fotografías aéreas o imágenes de satélites y puede trazarse un mapa de zonificación de deslizamientos que muestre la relación entre ellos y los factores que los causan (material parental, pendiente y humedad).

## **ESTRATEGIAS PARA ALGUNOS SECTORES ECONOMICOS**

Varios sectores económicos tales como energía, turismo, agricultura y transporte, pueden beneficiarse con un análisis para determinar su vulnerabilidad a amenazas naturales. De los estudios sectoriales de vulnerabilidad ya realizados pueden sacarse las siguientes conclusiones:

- Las medidas de reducción de vulnerabilidad pueden ser eficaces en función de los costos como proyectos independientes o, con mayor frecuencia, como componentes de programas globales de desarrollo sectorial;

- Estudios sectoriales revelan la existencia de vínculos no establecidos anteriormente entre desastres y desarrollo;
- Un sector puede tener que seleccionar entre objetivos conflictivos para llegar a una estrategia de reducción de vulnerabilidad que sea aceptable.

## **TECNICAS Y HERRAMIENTAS PARA LA EVALUACION DE AMENAZAS NATURALES**

### **Sistemas de Información Geográfica (SIG)**

Un SIG es un método sistemático de ordenar geográficamente información sobre una unidad de espacio que puede facilitar el almacenamiento, la recuperación y el análisis de datos tanto en forma de mapas como en cuadros. Dicho sistema puede ser manual, pero en la mayoría de los casos es computarizado dada la gran cantidad de información necesaria para el manejo de amenazas naturales, particularmente en el contexto de planificación del desarrollo. Un SIG no es necesariamente costoso y puede aumentar en gran escala la productividad de un técnico. Su utilización puede dar resultados de mayor calidad a los que puedan ser obtenidos manualmente.

### **Uso de Sensores Remotos en Evaluaciones de Amenazas Naturales**

El sensoramiento remoto se refiere al proceso de grabación de información por medio de sensores montados en aeronaves o satélites. Puede utilizarse para revelar la ubicación de eventos naturales ocurridos en el pasado y/o identificar las condiciones bajo las que éstos son más posibles de ocurrir. De esta manera se podrán distinguir las zonas potencialmente expuestas a las amenazas y se podrán introducir medidas de mitigación dentro del proceso de planificación.

En este documento se presentan los tipos de técnicas de sensoramiento remoto disponibles, aéreas o por satélite, para la preparación de evaluaciones de amenazas naturales y la conveniencia del uso de cada una en las varias etapas de un estudio de desarrollo.

### **Técnicas Especiales para el Trazado de Mapas**

Los mapas de múltiples amenazas combinan evaluaciones de dos o más eventos naturales en un solo mapa. Dichos mapas son excelentes para analizar la vulnerabilidad y el riesgo, ya que se pueden determinar los efectos combinados de los fenómenos naturales en un área e identificar las técnicas de mitigación más apropiadas. También es necesario trazar mapas de instalaciones críticas - medios de comunicación y transporte, servicios públicos, auditorios, hospitales, estaciones de policía y bomberos, etc. - como parte del proceso de planificación para emergencias. La combinación de los mapas de instalaciones críticas con los de múltiples amenazas proporciona información para orientar la identificación de proyectos y las medidas de mitigación necesarias.

## **ESTRATEGIAS PARA LOS ORGANISMOS DE ASISTENCIA PARA EL DESARROLLO**

Las actividades que pueden llevar a cabo los **organismos de cooperación técnica** para promover la evaluación y mitigación de las amenazas naturales incluyen:

- Fortalecer la capacidad de las instituciones de planificación para incorporar la consideración de amenazas naturales en el proceso de planificación;
- Apoyar proyectos piloto de evaluación de amenazas naturales;

- Estimular el interés del gobierno y de los organismos de asistencia para el desarrollo en la evaluación y mitigación de amenazas naturales, durante las actividades de auxilio y reconstrucción después de un desastre;
- Incorporar la evaluación de amenazas naturales en la planificación sectorial;
- Incluir en la preparación y evaluación de proyectos de inversión los costos y beneficios de aplicar o no medidas para evitar los impactos de los eventos naturales;
- Preparar estudios de casos sobre cómo pueden las actividades de inversión ser más sensibles a los riesgos.

La estrategia para promover el interés de los **organismos financieros** en la evaluación y mitigación de riesgos, se compone de tres elementos:

- ***Cambiar el contexto dentro del cual los organismos financieros perciben que los gobiernos y las entidades de cooperación técnica enfocan los asuntos de riesgos.*** Los países receptores pueden demostrar su capacidad de enfrentarse con las amenazas naturales concentrándose en riesgos y sectores prioritarios, eligiendo sistemas de recopilación de información y de análisis simples y prácticos y, demostrando que están decididos a aplicar los resultados obtenidos en los estudios. Por su parte, los organismos de cooperación técnica pueden lograr que estos organismos se interesen en la aplicación de los resultados obtenidos en los estudios, buscando soluciones a problemas recurrentes que sean prácticas y efectivas en función de los costos e identificando mecanismos de cooperación con las entidades financieras como, por ejemplo, la fusión de recursos técnicos, el intercambio de experiencias y la capacitación conjunta del personal en aspectos de amenazas naturales.
- ***Establecer incentivos para el análisis.*** Los organismos financieros tendrán más interés en incorporar la consideración de amenazas naturales dentro de la preparación y evaluación de un proyecto de desarrollo, si esto significa solamente un pequeño cambio en los procedimientos actuales. El análisis se podrá promover brindando información reutilizable, integrando aspectos de amenazas en los mecanismos de revisión de proyectos ya existentes, promoviendo medidas de mitigación que ya hayan sido probadas en proyectos específicos, incorporando los costos y beneficios de mitigación de riesgos dentro de la evaluación económica de los proyectos y sensibilizando al personal de dichos organismos.
- ***Asignar responsabilidad por pérdidas.*** Se debería concientizar más al personal directivo y demás personal bancario sobre las pérdidas que pueden sufrir los proyectos que ellos ayudan a financiar, a causa de los desastres naturales. Estas pérdidas deberían ser evaluadas de la misma manera que se evalúan el diseño del proyecto y la capacidad de pagar el préstamo. Las técnicas para el tratado de riesgos deberían promoverse dentro de los estándares profesionales del personal bancario.





# Introducción

Las amenazas naturales, al igual que los recursos naturales, forman parte de nuestros sistemas naturales pero pueden ser considerados como recursos negativos. Los eventos naturales forman parte de los "problemas del medio ambiente" que tanto atraen la atención pública, alteran los ecosistemas e intensifican su degradación, reflejan el daño causado por el ser humano a su medio ambiente y pueden afectar a grandes grupos humanos.

Aunque la mayoría de las publicaciones sobre desastres naturales contienen una crónica de muertes y destrucción, casi nunca incluyen un relato similar sobre los daños evitados. Sin embargo, los efectos de los desastres naturales pueden ser reducidos en gran parte si se toman precauciones para reducir la vulnerabilidad. Los países industrializados han logrado progresos en la reducción del impacto de huracanes, inundaciones, terremotos, erupciones volcánicas y derrumbes. Por ejemplo, el huracán Gilberto, el más potente registrado en el hemisferio occidental, causó un total de 316 fatalidades, mientras que huracanes de mucha menor potencia causaron miles de fatalidades en décadas anteriores en este siglo. Esta marcada diferencia se debe a la aplicación de una serie de medidas de mitigación tales como zonificación restrictiva, mejoramiento de estructuras e instalación de sistemas de predicción, monitoreo, alarma y evacuación. Los países en América Latina y en el Caribe han reducido el número de fatalidades ante algunos desastres, principalmente debido a las actividades de preparación y respuesta a los mismos. Hoy en día cuentan con la posibilidad de reducir sus pérdidas económicas utilizando medidas de mitigación en el contexto de desarrollo.

Los desastres naturales generan una gran demanda de capital para reemplazar lo que ha sido destruido y dañado. Las personas que trabajan en el campo de desarrollo deberían interesarse en este asunto ya que representa, dentro de todos los aspectos de medio ambiente, la situación más manejable: los riesgos pueden ser identificados rápidamente, se dispone de medidas de mitigación y los beneficios al reducir la vulnerabilidad son altos en comparación a los costos.

## **LAS PERDIDAS**

Con una frecuencia realmente alarmante, los desastres naturales encabezan los titulares de la prensa internacional. Cada año por lo menos un huracán azota la región del Caribe. Los huracanes muy destructivos, tales como Gilberto en 1988 y Hugo en 1989, pueden causar millones de dólares en daños. También ocurren inundaciones anualmente, pero no hay una estimación confiable que indique los daños que éstas causan. Los terremotos y las erupciones volcánicas son impredecibles y tienen efectos desastrosos: el torrente de lodo originado por la erupción del Volcán Ruiz en Colombia en 1985 causó la muerte a 21.800 personas, y los terremotos de México en 1985 y de El Salvador en 1986 causaron en total más de 10.000 fatalidades. Los deslizamientos tienen un radio de acción limitado, pero ocurren con tanta frecuencia que causan cientos de millones de dólares en pérdidas cada año. Las sequías, aunque de manera menos espectacular, pueden causar más daños a la producción agrícola que los huracanes. Por ejemplo, después de la sequía de 1971 en Santa Lucía, la producción de banana no se recuperó totalmente hasta 1976, pero aún así es escasa la asistencia que recibe la región en el caso de este tipo de riesgo extendido y

de comienzo lento.

Como promedio anual durante los últimos 30 años, los desastres naturales en América Latina y el Caribe causaron la muerte de 6 mil personas, afectaron a 3 millones de personas más y ocasionaron US\$ 1.800 millones en daños a estructuras físicas. Peor aún, las estadísticas demuestran que estos impactos están aumentando: durante la década de 1960, aproximadamente 10 millones de personas perdieron la vida o fueron heridas, damnificadas o afectadas de otra manera; este número fue seis veces mayor en la década del 70 y tres veces mayor en la década del 80.

La Figura 1 presenta un cálculo moderado de los impactos de los desastres en la región entre 1960 y 1989. Puede notarse que las sequías y las inundaciones son desastres que afectan al mayor número de personas, los terremotos causan la mayor cantidad de muertes, y los terremotos, las inundaciones y los huracanes son los que causan el mayor daño financiero. Los huracanes son el desastre natural más devastador en la región del Caribe, así como en México y en América Central son los terremotos. Las inundaciones, sequías, erupciones volcánicas y terremotos son muy destructivos en América del Sur. La Figura 2 resume los efectos de algunos de los peores desastres más recientes.

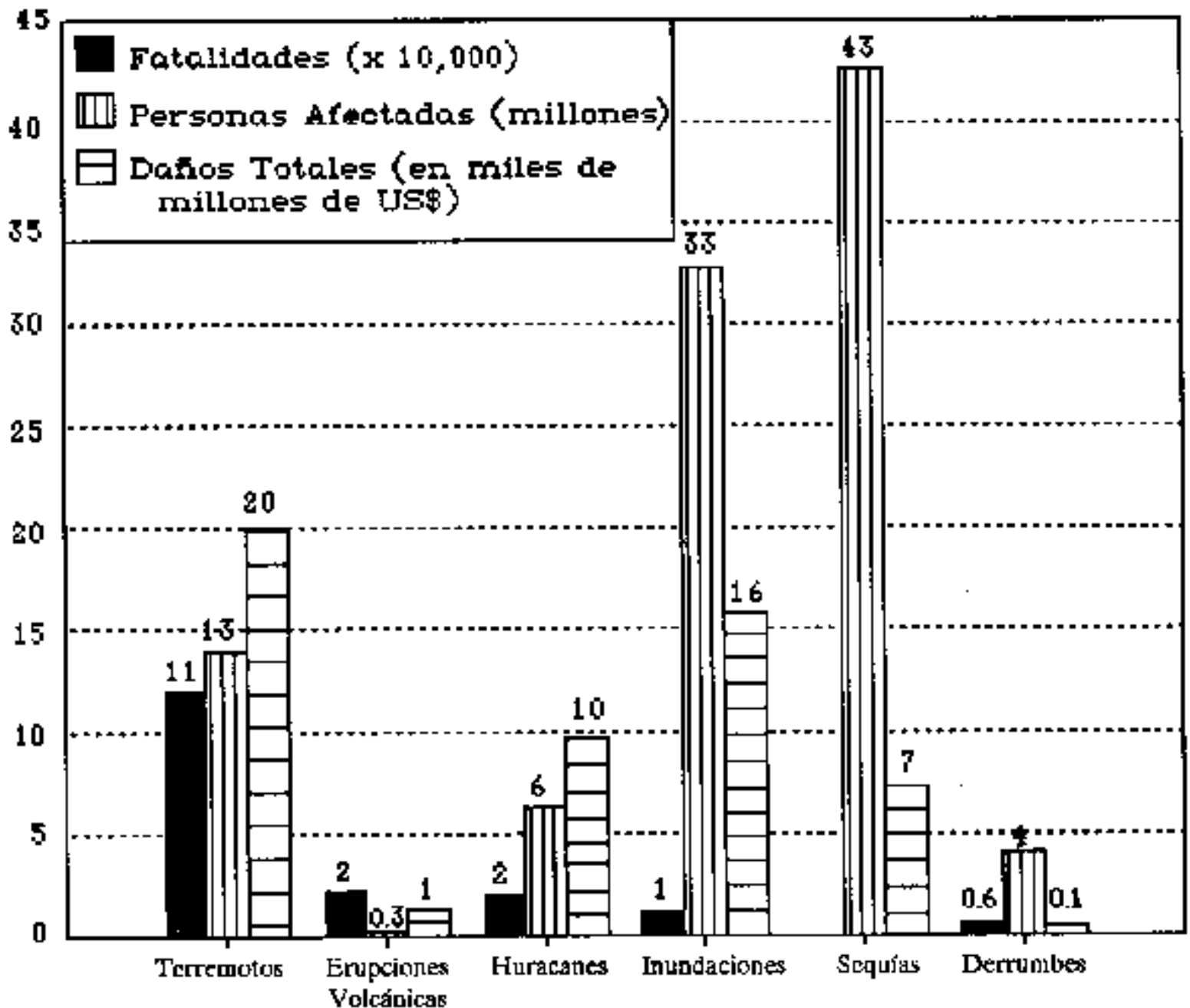
Además del impacto social y económico directo, los desastres naturales pueden afectar el empleo, la balanza comercial y el endeudamiento externo aún años después de haber ocurrido. Por ejemplo, después de que el Huracán Fifi azotó Honduras en 1974, el empleo en el sector agropecuario disminuyó un 70 por ciento.<sup>1/</sup> Cuando ocurre un desastre, los fondos supuestamente destinados para actividades de desarrollo acaban en costosos esfuerzos de ayuda. Estos efectos, indirectos pero profundos conjuntamente con el gasto de los fondos limitados disponibles para nuevas inversiones, agravan la tragedia de un desastre en un país en desarrollo. Hasta el momento, la asistencia internacional para auxilio y rehabilitación no ha sido suficiente para compensar las pérdidas sufridas por los países. Entre los años 1983 y 1988, la asistencia para la reconstrucción representó solamente un 13 por ciento del monto de las pérdidas.

<sup>1/</sup> World Bank. Memorandum on Recent Economic Development and Prospects of Honduras (Washington, D.C.: World Bank, 1979).

A pesar de todo esto, la prevención de los eventos naturales parece contar con poco apoyo.

### **Figura 1 - Impacto de los desastres naturales en América Latina y El Caribe 1960-1989**





Fuente: Oficina de Asistencia para Desastres en el Extranjero/Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional: Historial de Desastres. Datos Significativos de los Mayores Desastres Mundiales desde 1900 al Presente. Julio de 1989 (Washington, D.C.: USAID/OFDA, 1989).

## LAS AMENAZAS NATURALES Y EL DESARROLLO

Las pérdidas preocupan tanto a los países en donde ocurren como también a los organismos crediticios internacionales y al sector privado, ya que éstos tienen interés en proteger sus préstamos e inversiones. Las inversiones frecuentemente corren peligro, no solamente a causa de las amenazas naturales, sino también por los efectos secundarios de proyectos de desarrollo que exacerban estas amenazas. Por ejemplo, la excesiva erosión y sedimentación reduce la vida útil de las grandes represas de multipropósito. Otras represas pequeñas de la región también han experimentado este tipo de daño. Por ejemplo, en la República Dominicana la erosión causada por los efectos de un huracán llenó la mitad de la capacidad de almacenamiento de un reservorio prácticamente en una sola noche. En vista de estas preocupaciones un

organismo crediticio de importancia, el Banco Interamericano de Desarrollo, está actualmente revisando el proceso de evaluación de proyectos para represas, considerando que será necesario introducir métodos más realistas para estimar la expectativa de vida y la relación costo-beneficio de las mismas si no se pueden resolver satisfactoriamente los problemas de erosión y sedimentación.

### Eventos naturales en América Latina y El Caribe (1983-1989)<sup>a/</sup>

País	Año	Tipo de evento	Número de fatalidades	Personas , afectadas <sup>b/</sup> (en millones)	Pérdidas económicas (en millones de US\$)	Asistencia internacional <sup>c/</sup> (en millones de US\$)
Antigua y Barbuda	83	Sequía	0	75.0	--	0.44
Argentina	83	Inundaciones	0	5,580.0	1,000.0	1.74
Bolivia	83	Inundaciones	250	50.0	48.4	1.85
	83	Sequía	0	1,583.0	417.2	71.41
	84	Sequía	0	1,500.0	500.0	0.53
Brasil	83	Inundaciones	143	3,330.0	12.0	0.18
	83	Sequía	0 27	20,000.0	--	9.48
	84	Inundaciones	--	250.0	1,000.0	--
	85	Inundaciones	100	600.0	200.0	0.10
	88	Inundaciones	289	58.6	1,000.0	0.65
Chile	85	Terremoto	180	980.0	1,500.0	9.98
Colombia	83	Terremoto	250	35.0	410.9	3.76
	85	Volcán	21,800	7.7	1,000.0	22.65
	88	Huracán Juana	26	100.0	50.0	--
Ecuador	83	Inundaciones	307	700.0	232.1	12.68
	87	Terremoto	300	150.0		11.30
El Salvador	86	Terremoto	1,100	500.0	1,030.0	308.68
Islas del Caribe del Este <sup>d/</sup>	89	Huracán Hugo	21	50.0	--	11.67
Haití	88	Huracán Gilberto	54	870.0	91.3	3.32
Jamaica	86	Inundaciones	54	40.0	76.0	3.41
	88	Huracán Gilberto	49	810.0	1,000.0	102.41
México	85	Terremoto	8,776	100.0	4,000.0	21.70
Nicaragua	88	Huracán Juana	120	300.0	400.0	--

Paraguay	83	Inundaciones	0	100.0	82.0	0.56
Perú	83	Inundaciones	364	700.0	988.8	83.81
	83	Sequía	0	620.0	151.8	18.05
Venezuela	87	Derrumbe	96	15.0	0.8	0.03

- a/ Toda la información, con excepción de la referente a asistencia internacional, fue obtenida de La Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional/Oficina de Asistencia para Desastres en el Extranjero, Historial de Desastres, Datos Significativos de los Mayores Desastres Mundiales, 1900 al presente (Washington, D.C. USAID/OFDA, 1990). Las estimaciones de daños son preliminares y por lo tanto, pueden encontrarse otras fuentes de información que muestren cifras diferentes.
- b/ Excluyendo fatalidades.
- c/ Información obtenida de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional/Oficina de Asistencia para Desastres en el Extranjero. Reporte Anual de La OFDA de 1983, 1984, 1985, 1986, 1987, 1988 y 1989 (Washington, D.C.: USAID/OFDA, 1983-1989). Las cifras de asistencia a desastres no incluyen las contribuciones y las donaciones internacionales para reconstrucción.
- d/ Información obtenida de un reporte preliminar de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional/Oficina de Asistencia para Desastres en el Extranjero (USAID/OFDA), "After-Action Report of the Hurricane Hugo OFDA Disaster Relief Team" (Washington, D.C.: OFDA, 1990).
- - Información no disponible.

Si bien los esfuerzos de desarrollo han contribuido al crecimiento económico en muchas partes del mundo, también es cierto que han originado el uso imprudente o inapropiado de los recursos naturales. En los últimos años las conferencias especializadas de las Naciones Unidas sobre medio ambiente, desertificación, manejo de aguas, deforestación y asentamientos humanos han mostrado el grado de degradación del medio ambiente a causa del desarrollo y la correspondiente reducción de la capacidad de los ecosistemas para mitigar los riesgos naturales.

No obstante, los organismos para el desarrollo a menudo continúan actuando como si sus actividades no tuvieran relación con los desastres naturales. Tal como Gunnar Hagman menciona en su publicación *Prevention Better than Cure*:

Cuando ocurre un desastre, los organismos de desarrollo lo consideran una molestia y tratan de evitar involucrarse; o peor aún, el peligro de los riesgos existentes o potenciales es puesto a un lado en la planificación y ejecución de algunas actividades de desarrollo. En la actualidad se está observando que el desarrollo intensivo puede llegar a ser la causa de muchos de los desastres en los países pobres<sup>2/</sup>.

<sup>2/</sup> Hagman, G. *Prevention Better than Cure* (Stockholm, Sweden: Swedish Red Cross, 1984).

Hasta hace poco tiempo, muchos expertos creyeron que los esfuerzos de desarrollo iban a proveer soluciones a los problemas impuestos por las amenazas naturales. En 1972, la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano, realizada en Estocolmo, declaró que:

Las deficiencias del medio ambiente causadas por las condiciones de subdesarrollo y por los desastres naturales traen serios problemas y pueden remediarse a través de un desarrollo

acelerado por medio de la transferencia de asistencia tecnológica y financiera como complemento a los esfuerzos nacionales de los países en desarrollo.

En los 18 años transcurridos, se han provisto enormes cantidades de asistencia financiera y tecnológica pero, en lugar de reducir los efectos de los desastres naturales, el desarrollo ha contribuido a la vulnerabilidad a los desastres en zonas donde no se había evaluado correctamente la presencia de los riesgos.

Mientras que la relación entre los desastres naturales y el desarrollo ha sido demostrada en repetidas ocasiones, los gobiernos y organismos crediticios siguen sin incorporar sistemáticamente la consideración de las amenazas naturales dentro de la preparación de proyectos. Las pérdidas ocurridas y la vulnerabilidad de las infraestructuras han alcanzado tales niveles, que en algunas áreas la asistencia para el desarrollo consiste casi totalmente en ayuda y rehabilitación después de un desastre. Si los préstamos se destinan rutinariamente para actividades de reconstrucción, es poco lo que queda para invertir en nuevas infraestructuras y en producción económica. Por ésta razón, la constante necesidad de ayuda y reconstrucción para casos de desastres ha ocasionado la reevaluación de los programas de desarrollo económico en Bolivia, Colombia, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Perú, la cuenca del Río Paraguay y varios países del Caribe.

Cada día hay más conciencia de que el manejo de amenazas naturales es fundamental en la teoría y práctica del desarrollo. Las Naciones Unidas declararon a la década del 90 como "El Decenio Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales" (IDNDR), y convocaron a los países desarrollados a participar activamente en la reducción de la vulnerabilidad. La OEA ha apoyado al IDNDR permitiendo que el manejo de las amenazas naturales sea un asunto prioritario en la asistencia técnica.

## **PREVENCIÓN VERSUS RECONSTRUCCIÓN**

Un elemento clave a ser considerado en esta década, es la distribución de recursos entre actividades de prevención y esfuerzos post-desastre. Las medidas estructurales (por ejemplo, hacer que las estructuras sean más resistentes a los eventos) y no estructurales (por ejemplo, restricciones en el uso de la tierra) de prevención, son eficaces en función de los costos para reducir el número de fatalidades y daños a las propiedades. Las medidas de ayuda y reconstrucción después de un desastre son importantes por razones humanitarias y pueden incluir mejoras destinadas a prevenir o mitigar desastres en el futuro. Cada vez más, este es el caso de los proyectos financiados por los organismos de financiamiento para el desarrollo. Sin embargo, las medidas post-desastre son desproporcionadamente costosas en relación con cada vida salvada y cada edificio reconstruido. Las medidas de prevención en los países en desarrollo pueden reducir las tragedias humanas y el incalculable costo de las pérdidas de empleos y de producción a causa de los desastres naturales.

Al respecto, es importante distinguir entre manejo de amenazas y manejo de desastres. En ambos casos se incluyen todas las medidas previas y posteriores a un evento, pero el enfoque es diferente. El manejo de desastres se refiere a eventos específicos que ocasionan la pérdida de vidas y destruyen propiedades a tal punto que generalmente se necesita de ayuda internacional. El manejo de amenazas se refiere al potencial de los efectos perjudiciales de los eventos naturales, terminen o no en un desastre. Es un término más amplio ya que significa incorporar la consideración de amenazas naturales en todas las acciones de desarrollo sin tener en cuenta la severidad del impacto. El manejo de amenazas se concentra en el análisis de los eventos, en la evaluación del peligro que ellos presentan y en la prevención y mitigación de su

impacto, mientras que el manejo de desastres tiende a concentrarse más en medidas de preparación, alerta, rescate, auxilio, rehabilitación y reconstrucción.

A pesar de que la prevención es claramente más ventajosa que el auxilio y la reconstrucción a nivel humano y económico, son estos últimos los que típicamente cuentan con más interés y apoyo financiero y político. Después de la ocurrencia de un desastre, los países que prestan ayuda ofrecen inmediatamente equipos sofisticados y personal altamente capacitado para las misiones de búsqueda y rescate. Por otro lado, los políticos de la nación afectada ganan más apoyo consolando a las víctimas del desastre que cobrando más impuestos para tomar las medidas necesarias para evitar otro desastre en el futuro. Los esfuerzos a corto plazo para atender las necesidades inmediatas generalmente tienen prioridad sobre las actividades de prevención y las medidas de recuperación a largo plazo, principalmente debido a la cobertura de prensa en la fase de auxilio de un desastre. Por este motivo, no es sorprendente que del total de los fondos utilizados para el manejo de amenazas naturales en la región, más de un 90 por ciento se destine a salvar vidas durante los desastres y a reponer inversiones perdidas, quedando menos de un 10 por ciento para la prevención de los desastres.

En lo que respecta a ciencia y tecnología, la situación es similar. Las inversiones están dirigidas cada vez más a técnicas de predicción, monitoreo y alerta, en vez de la recopilación de información básica sobre la ubicación, severidad y probabilidad de los eventos, datos que sientan las bases para tomar medidas de prevención. Debe existir un balance entre la obtención de información científica adicional y la aplicación de la información ya existente para implementar las medidas de mitigación que se apoyen en los procesos económicos y políticos.

## **EL MENSAJE DE ESTE LIBRO**

Varios principios estrechamente ligados han surgido durante los siete años de experiencia que ha tenido la Organización de los Estados Americanos a través del Departamento de Desarrollo Regional y Medio Ambiente (OEA/DDRMA) asistiendo a los

Estados miembros en el manejo de amenazas naturales y en la reducción de la vulnerabilidad de desastres naturales:

***El impacto de las amenazas naturales puede ser reducido.*** La información y los métodos necesarios para reducir los efectos de los eventos naturales existen, así se trate de los más repentinos y fuertes, y para prevenir que éstos causen un desastre. Si bien en algunos casos no puede evitarse la ocurrencia del evento, sí se puede salvar vidas y reducir los daños tomando medidas preventivas en la construcción de edificios y ubicación de actividades. En ciertos casos, como es el caso de las inundaciones, la incorporación de medidas de mitigación en los planes de desarrollo y proyectos de inversión puede permitir que se evite el evento por completo.

***La mitigación de los riesgos paga altos dividendos sociales y económicos en una región donde previamente han ocurrido desastres naturales.*** Las medidas de mitigación deben ser consideradas como una inversión básica y fundamental en todos los proyectos de desarrollo en las zonas de alto riesgo, y no como un lujo que se puede o no permitir. Se sabe que muchas áreas en América Latina y en el Caribe tienen el peligro de huracanes, terremotos, erupciones volcánicas, inundaciones y sequías. Los planificadores no deben preguntarse sobre la posibilidad de que ocurran o no estos eventos, sino sobre lo que sucederá en el momento en que ocurran.

***El manejo de amenazas es más efectivo en el contexto de planificación de desarrollo integrado.*** La planificación unisectorial tradicional no aprovecha al máximo los beneficios de las técnicas de mitigación; en realidad, aumenta el peligro de exposición de la gente y de sus propiedades. Dado que los proyectos de desarrollo tradicionales generalmente constituyen una intervención aislada en procesos naturales y socioeconómicos complejos y antiguos, el avance en un sector no necesariamente está acompañado por un cambio en otro sector. Cuando las amenazas naturales ejercen presión, los frutos de un proyecto pueden perderse como consecuencia de un desastre causado por la deterioración del medio ambiente natural y humano relacionada, a su vez, con el proyecto en sí.

En contraste, la planificación del desarrollo integrado tiene un enfoque multisectorial. Se concentra tanto en el cambio en sectores asociados que comparten un espacio físico definido, como en las relaciones multisectoriales cambiantes como resultado de una intervención. El enfoque integrado asume que el cambio es orgánico y que la iniciativa de un sector afecta a la región en su conjunto. La OEA, en su trabajo de desarrollo, aplica esta filosofía preparando paquetes de proyectos relacionados entre sí, que reflejan un balance entre inversiones en infraestructura, actividades productivas, provisión de servicios y manejo de recursos naturales.

***La consideración de amenazas naturales debe introducirse en el proceso de desarrollo lo más tempranamente posible.*** Antes de planificar el desarrollo de un área urbana, debe determinarse si la misma está o no situada en una zona de falla sujeta a terremotos. Si un área considerada para un proyecto de irrigación está sujeta a inundaciones, ésto debe tomarse en cuenta en la formulación del proyecto. Si el riesgo es identificado tempranamente en el proceso de planificación se llevarán a cabo menos proyectos indeseables. Las medidas de mitigación deben ser introducidas tempranamente en los proyectos y, particularmente las medidas no estructurales, requieren que se reconozca de antemano la necesidad de restricciones en el uso de la tierra. Al igual que los estudios de impacto ambiental realizados en proyectos ya formulados, las evaluaciones de riesgos realizadas tardíamente tienen mucho menos valor que aquellas conducidas a tiempo de influir en la formulación original del proyecto.

Uno de los roles de los organismos de asistencia para el desarrollo, como la OEA, es la identificación y formulación preliminar de proyectos de inversión que pueden ser presentados a las entidades internacionales de financiamiento para estudios más detallados y para su ulterior ejecución. Es de suma importancia que los organismos de asistencia para el desarrollo incorporen la consideración de amenazas naturales en la correspondiente etapa de planificación del desarrollo, ya que se torna progresivamente más difícil de hacerlo en etapas posteriores.

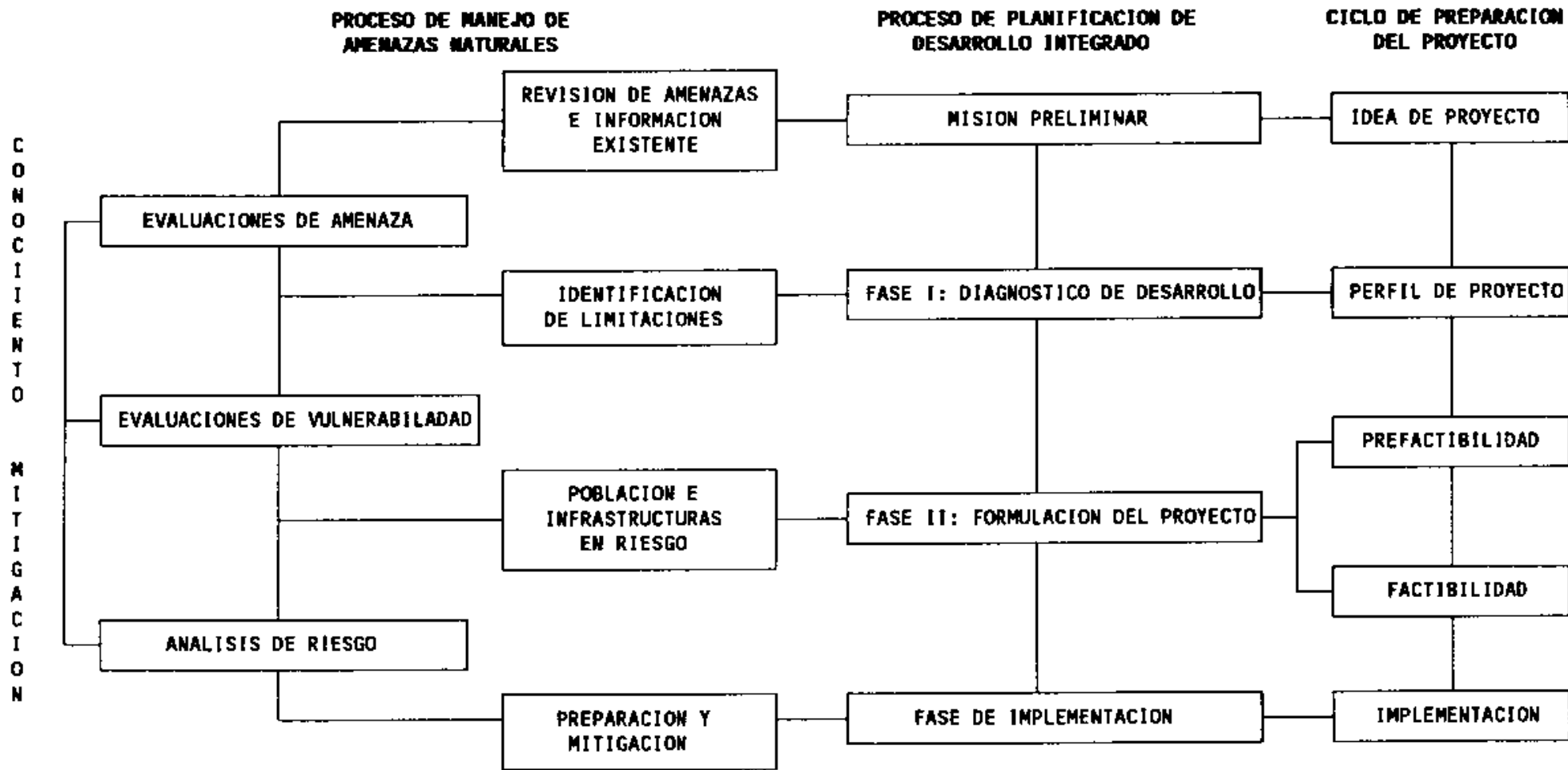
***Debe usarse el sentido común.*** La gente sabe los tipos de riesgos que enfrentan las áreas donde viven; pueden no saber cómo cuantificar estos peligros o la mejor manera de mitigarlos, pero entienden que algo debe hacerse al respecto.

Esta publicación es una guía para el manejo de amenazas naturales en el contexto de la planificación del desarrollo integrado, basada en la experiencia acumulada de la OEA. No es extensa en ningún sentido, más bien se limita a presentar las experiencias más recientes en planificación del desarrollo en este hemisferio. Los lectores deben tener en cuenta que este documento se concentra en estrategias y

metodologías generales y no en instrucciones específicas para todos los casos posibles y particulares, pero sí que los métodos y estrategias que se presentan han probado ser útiles en la práctica.

---









# ¿Qué son las amenazas naturales?

[1. ¿Que tan naturales son las amenazas naturales?](#)

[2. El medio ambiente, las amenazas naturales y el desarrollo sustentable](#)

Una definición ampliamente aceptada caracteriza a las amenazas naturales como "aquellos elementos del medio ambiente que son peligrosos al hombre y que están causados por fuerzas extrañas a él". En este documento el término "amenazas naturales" se refiere específicamente, a todos los fenómenos atmosféricos, hidrológicos, geológicos (especialmente sísmicos y volcánicos) y a los incendios que por su ubicación, severidad y frecuencia, tienen el potencial de afectar adversamente al ser humano, a sus estructuras y a sus actividades. La calificación de "natural" excluye a todos los fenómenos causados exclusivamente por el hombre, tales como las guerras y la contaminación. Tampoco se consideran amenazas que no estén necesariamente relacionadas con la estructura y función de los ecosistemas como por ejemplo, las infecciones.

La Figura 3 presenta una lista de las amenazas naturales y los recuadros en las páginas siguientes resumen brevemente la naturaleza de las amenazas geológicas, inundaciones, tsunamis, huracanes y las amenazas en áreas áridas y semiáridas.

## 1. ¿Que tan naturales son las amenazas naturales?

Pese al término "natural", una amenaza natural tiene elementos de participación humana. Un **evento físico**, como por ejemplo una erupción volcánica que no afecta al ser humano, es un **fenómeno natural**, y no una amenaza natural. Un fenómeno natural que ocurre en un área poblada es un **evento peligroso**. Un evento peligroso que cause fatalidades y/o serios daños más allá de la capacidad de la sociedad a responder, es un **desastre natural**. En áreas donde no hay intereses humanos, los fenómenos naturales no constituyen amenazas ni tampoco resultan en desastres. Esta definición difiere con la idea tradicional de que los desastres naturales son estragos inevitables causados por las fuerzas incontrolables de la naturaleza. Un desastre no es un proceso puramente natural, sino que es un evento natural que ocurre en lugares donde hay actividades humanas.

### Figura 3 FENOMENOS NATURALES POTENCIALMENTE PELIGROSOS

#### ATMOSFERICOS

Granizo  
Huracanes  
Incendios  
Tornados

#### HIDROLOGICOS

Inundación costera  
Desertificación  
Salinización  
Sequía

Tormentas Tropicales

Erosión y sedimentación

Desbordamiento de ríos

Olas ciclónicas

## SISMICOS

Fallas

Temblores

Dispersiones laterales

Licuefacción

Tsunamis

Seiches

## VOLCANICOS

Tefra (cenizas, lapilli)

Gases

Flujos de lava

Corrientes de fango

Proyectiles y explosiones laterales

Flujos piroclásticos

## OTRAS AMENAZAS GEOLOGICAS/HIDROLOGICAS

Avalanchas de ripio

Suelos expansivos

Deslizamientos

Desprendimiento de rocas

Deslizamientos submarinos

Hundimiento de tierra

## INCENDIOS

Matorrales

Bosques

Pastizales

Sabanas

### **Terremotos**

Los terremotos se originan por la repentina liberación de la energía de tensión lentamente acumulada en una falla de la corteza terrestre. Los terremotos y los volcanes ocurren comunmente en la zona de choque de las placas tectónicas. Los terremotos en particular, presentan una seria amenaza debido a la irregularidad en los intervalos de tiempo entre eventos, a la falta de sistemas adecuados de pronóstico y a los riesgos relacionados con lo siguiente:

- El temblor de tierra es una amenaza directa para cualquier construcción ubicada cerca del centro del terremoto,
- El desplome de edificios causa muchas fatalidades en áreas densamente pobladas.
- Las fallas en la superficie ocurren como una separación del material parental a lo largo de la superficie.
- Los derrumbes ocurren a causa de temblores de tierra en áreas de topografía relativamente empinada y de poca estabilidad de pendiente.
- La licuefacción de material no consolidado, levemente inclinado, puede ser activada por un temblor de tierra. Los flujos y las dispersiones laterales (fenómeno de licuefacción) son algunas de las amenazas geológicas mas destructivas.
- El hundimiento de tierra o depresión de la superficie es el resultado del asentamiento de sedimento flojo o no consolidado. El hundimiento de tierra ocurre en suelos inundados, terraplenes, aluviones y en

otros materiales propensos a asentarse.

- Los tsunamis u olas sísmicas, que son generados comunmente por la actividad sísmica debajo del suelo oceánico, causan inundaciones en áreas costeras y pueden afectar a otras áreas ubicadas a miles de kilómetros del centro del terremoto.

### **Volcanes**

Los volcanes son perforaciones de la corteza terrestre, de las que escapan a la superficie rocas fundidas y gases. Las amenazas volcánicas derivan de dos clases de erupciones:

- Erupciones explosivas: se originan por la rápida disolución y expansión del gas desprendido por las rocas fundidas al aproximarse estas a la superficie terrestre. Las explosiones imponen una amenaza al desparramar bloques y fragmentos de rocas y lava, a distancias variantes del origen.

- Erupciones efusivas: la mayor amenaza impuesta por éstas es el flujo de materiales, y no las explosiones en sí. Los flujos varían en naturaleza (fango, ceniza, lava) y cantidad, y su origen puede provenir de diferentes fuentes. Su acción está determinada por la gravedad, la topografía que los rodea y la viscosidad del material.

Las amenazas relacionadas con las erupciones volcánicas son los flujos de lava, la caída de cenizas y proyectiles, las corrientes de fango y los gases tóxicos. La actividad volcánica puede, a su vez, accionar otros eventos naturales peligrosos, incluyendo tsunamis locales, deformación del paisaje, inundaciones por rompimiento de las paredes de un lago o por embobamiento de arroyos y ríos, y derrumbes provocados por temblores.

### **Deslizamientos**

El término deslizamiento incluye derrumbe, caídas y flujo de materiales no consolidados. Los deslizamientos pueden activarse a causa de terremotos, erupciones volcánicas, suelos saturados por fuertes precipitaciones o por el crecimiento de aguas subterráneas y por el socavamiento de los ríos. Un temblor de suelos saturados causado por un terremoto crea condiciones sumamente peligrosas. A pesar de que los deslizamientos se localizan en áreas relativamente pequeñas, pueden ser especialmente peligrosos por la frecuencia con que ocurren. Las distintas clases de deslizamientos son:

- El desprendimiento de rocas que se caracteriza por la caída libre de rocas desde un acantilado. Estas generalmente se acumulan en la base del acantilado formando una pendiente, lo que impone una amenaza adicional,

- Los derrumbes y las avalanchas, que son el desplazamiento de una sobrecarga debido a una falla de corte. Si el desplazamiento ocurre en material superficial sin deformación total, se le llama hundimiento.

- Los flujos y las dispersiones laterales, que ocurren en material reciente no consolidado donde la capa freática es poco profunda. A pesar de estar asociados con topografías suaves, estos fenómenos de licuefacción pueden llegar a grandes distancias de su origen,

El impacto de estos eventos depende de la naturaleza específica del deslizamiento. El desprendimiento de rocas obviamente constituye un peligro para los seres humanos y la propiedad, pero en general, impone una amenaza localizada dada su limitada área de influencia. Los derrumbes, las avalanchas, los

flujos y las dispersiones laterales generalmente abarcan áreas extensas y pueden resultar en una gran pérdida de vidas humanas y propiedades. Las comentes de fango relacionadas con erupciones volcánicas, pueden viajar a grandes velocidades desde su punto de origen y son una de las amenazas volcánicas más destructivas.

## **Inundaciones**

Se pueden distinguir dos tipos de inundaciones: (1) desbordamiento de ríos causadas por la excesiva escorrentía como consecuencia de fuertes precipitaciones, y (2) inundaciones originadas en el mar, o inundaciones costeras, causadas por olas ciclónicas exacerbadas por la escorrentía de las cuencas superiores. Los tsunamis son un tipo especial de inundación costera.

### **a. Inundaciones Costeras**

Las Olas ciclónicas son un crecimiento anormal del nivel del mar asociado con huracanes y otras tormentas marítimas. Las olas ciclónicas están causadas por fuertes vientos de la costa y/o por celdas de muy baja presión y tormentas oceánicas. El nivel de las aguas está controlado por los vientos, la presión atmosférica, las comentes astronómicas existentes, las olas y el mar de fondo, la topografía de la costa y la batimetría y la proximidad de la tormenta a la costa.

Generalmente, las destrucciones causadas por olas ciclónicas se pueden atribuir a:

- El impacto de las olas y de los objetos asociados con el pasaje del (rente de la ola);
- Las fuerzas hidroestáticas/dinámicas y los efectos de las bombas de carga de agua. Los danos más significativos resultan a menudo del impacto directo de las olas sobre las estructuras fijas. Los impactos indirectos causan inundaciones y socavamiento de infraestructuras tales como autopistas y vías de ferrocarril.

La inundación de los deltas y otras zonas costeras bajas está exacerbada por la influencia de las mareas, las olas de tormenta y por el frecuente movimiento en los canales.

### **b. Desbordamiento de Ríos**

El desbordamiento de los ríos ocurre cuando se excede la capacidad de los canales para conducir el agua y por lo tanto se desbordan las márgenes del río. Las inundaciones son fenómenos naturales y puede esperarse que ocurran a intervalos irregulares de tiempo en todas los cursos de agua. El establecimiento humano en un área cercana a planicies de inundación es una de las mayores causas de daños causados por inundaciones.

## **Tsunamis**

Los tsunamis son olas de larga duración generadas por terremotos, actividades volcánicas y derrumbes en el suelo marítimo. La cresta de estas olas puede exceder los 25 metros de altura al alcanzar aguas poco profundas. Las características únicas de los tsunamis (olas con 100 km. o mas de longitud, velocidades en aguas profundas de hasta 700 km/h y altura de cresta pequeña en aguas profundas) hacen que sean difíciles de detectar y monitorear. Las características de las inundaciones costeras causadas por tsunamis son las mismas que cuando las mismas están causadas por olas ciclónicas.

## **Huracanes**

Los huracanes son depresiones tropicales que se desarrollan como fuertes tormentas caracterizadas por vientos centrípetos. Estos se generan sobre aguas cálidas oceánicas a bajas latitudes y son especialmente peligrosos dado a su potencial destructivo, su zona de influencia, origen espontáneo y movimiento errático. Los fenómenos asociados con huracanes son:

- Vientos que exceden los 64 nudos "potencia del huracán" (74 mi/h o 119 km/h). Los daños son causados por el impacto del viento en las estructuras fijas y por los objetos que vuelan como consecuencia del mismo.
- Fuertes precipitaciones de varios días de duración anteriores y posteriores al huracán. El nivel de las precipitaciones depende de la humedad ambiental y de la velocidad y magnitud del huracán. Las precipitaciones pueden saturar los suelos y causar inundaciones como consecuencia del exceso de escorrentía (inundación de suelos); pueden causar derrumbes como consecuencia del sobrepeso y la lubricación de los materiales de la superficie; y/o pueden dañar los cultivos al debilitar el soporte de las raíces.
- Las olas ciclónicas, especialmente combinadas con mareas altas, pueden inundar fácilmente las zonas bajas que carecen de protección.

## **Amenazas Naturales en Areas Áridas y Semiáridas**

### **a. Desertificación**

La desertificación, degradación de los recursos naturales en tierras áridas que crean condiciones desérticas, resulta de un conjunto de acciones interrelacionadas e interdependientes, generalmente causadas por sequías combinadas con la presión de las poblaciones humanas y animales. Las sequías son períodos secos prolongados en ciclos climáticos naturales. Los períodos secos y húmedos imponen serios problemas para aquellos ganaderos y agricultores que apuestan en los mismos. Estos aumentan el su rebaño y extienden sus plantaciones a tierras de secano durante los períodos húmedos. En el futuro la sequía destriará las actividades que habían sido extendidas más allá de los límites de capacidad de la región.

El sobrepastoreo es muy común en tierras de secano y es la actividad que más contribuye a la desertificación. La labranza en tierras de secano se realiza en regiones semiáridas donde el agua es uno de los principales factores limitantes de la producción agrícola. Los cultivos más utilizados son granos y cereales. La agricultura de secano es una práctica arriesgada si no se toman medidas especiales de conservación, tales como el uso de rastrojos barbechos de verano, realizar cultivos en hileras y labranzas adecuadas. En América Latina, las tierras de secano desérticas, pueden en general ser atribuidas a algún tipo de explotación de suelos y a las variaciones en el clima natural.

### **b. Erosión y Sedimentación**

La erosión de suelos y su consecuente sedimentación son los eventos naturales que causan más pérdidas económicas y sociales. La erosión ocurre en todo tipo de condiciones climáticas, pero se le considera más dañina en zonas áridas ya que su combinación con la salinización es un causal de desertificación. Las erosiones eólicas e hidráulicas ocurren en cualquier tipo de pendiente. La amenaza de erosión es mayor cuando hay sobrepastoreo, cuando se explotan los montes, con algunas prácticas de agricultura, caminos y senderos y el desarrollo urbano. La erosión tiene tres efectos principales: la pérdida de soportes y nutrientes necesarios para el crecimiento de los cultivos; el daño causado por los sedimentos

acumulados por la erosión en las comentes río abajo; y, la reducción de la capacidad de almacenamiento de agua por la pérdida de suelos y la sedimentación de las cuencas y reservorios, lo que resulta en la reducción del flujo natural de las cuencas.

La sedimentación en cuencas y reservorios generalmente es la base de muchos problemas de manejo de aguas. El movimiento de los sedimentos y su resultante deposición en los reservorios y en los cauces de los ríos, reduce la vida útil de los reservorios de agua, aumenta los danos causados por las inundaciones, impide la navegación, degrada la calidad del agua, daña tos cultivos y las infraestructuras y causa el excesivo uso de turbinas y bombas.

### c. Salinización

Las aguas salinas son comunes en regiones secas. Los suelos con depósitos químicos marinos (tales como el esquisto) son en general salinos. Sin embargo, los suelos salinos reciben sales transportadas por el agua de otros lugares. La salinización en la mayoría de los casos ocurre en tierras irrigadas como resultado del mal control de las aguas. La principal fuente de sales son las aguas superficiales o subterráneas. Las sales se acumulan debido a inundaciones en tierras bajas, a la evaporación de tierras deprimidas y al crecimiento de aguas subterráneas hasta la superficie. La salinización reduce la fertilidad del suelo y puede llegar a causar la pérdida total de la tierra para cultivos. En cienes casos, las tierras de cultivo abandonadas por el hombre por problemas de salinidad pueden estar sujetas a erosiones eólicas e hidráulicas y terminar en zonas desérticas.

Los bajos costos del agua causan el exceso de riego. En regiones secas, las aguas subterráneas saladas son una fuente principal de agua. Al fijar un bajo precio para el agua en proyectos de irrigación puede generarse una gran demanda para tales proyectos y resultar en el mal uso del agua disponible, causando anegación y salinización.

A pesar de que el ser humano puede hacer muy poco para alterar la incidencia o intensidad de la mayoría de los fenómenos naturales, puede desempeñar un papel importante al asegurarse de que los eventos naturales no se conviertan en desastres causados por sus propias acciones. Es importante entender que **la intervención humana puede aumentar la frecuencia y la severidad de los eventos naturales**. Por ejemplo, cuando se remueven las tierras en la base de un derrumbe para dar lugar a una asentamiento, éstas pueden moverse nuevamente y enterrarlo. **La intervención humana también puede originar amenazas naturales donde no existían antes**. Los volcanes erupcionan periódicamente, pero hasta que los suelos ricos formados por su deyección no son poblados por el ser humano, no se los considera peligrosos. Finalmente, **la intervención humana reduce los efectos mitigantes de los ecosistemas naturales**. Al destruir los arrecifes de coral se remueve la primera línea de defensa de las costas contra las corrientes oceánicas y las olas ciclónicas; este es un claro ejemplo de cómo la intervención humana disminuye la capacidad de un ecosistema de protegerse a sí mismo. Un caso extremo de la intervención destructiva del ser humano en un ecosistema es la desertificación, que por definición es un riesgo "natural" causado por el ser humano.

Esta es la base para desarrollar medidas efectivas para reducir la vulnerabilidad: **si las actividades humanas pueden causar o agravar los efectos destructivos de los fenómenos naturales, también pueden eliminarlos o reducirlos**.

## 2. El medio ambiente, las amenazas naturales y el desarrollo sustentable

El trabajo de la OEA/DDRMA está enfocado en ayudar a los países a planificar su desarrollo regional y preparar proyectos de inversión compatibles a nivel de prefactibilidad. En sentido genérico, estas tareas pueden ser denominadas "planificación del medio ambiente", ya que consisten en diagnosticar las necesidades de un área, identificar los recursos disponibles para cubrir dichas necesidades y luego usar esta información para formular una estrategia de desarrollo integrado compuesta de proyectos sectoriales de inversión. En este proceso se utilizan métodos de análisis de sistemas y manejo de conflictos para llegar a lograr una distribución equitativa de los costos y beneficios, logrando de esta manera establecer un vínculo entre la calidad de vida del ser humano y la calidad del medio ambiente. En el trabajo de planificación, el medio ambiente - la estructura y función de los ecosistemas que rodean y sostienen la vida humana representa el marco de trabajo conceptual. En el contexto del desarrollo económico, el medio ambiente es el conjunto de bienes, servicios y limitantes ofrecido por los ecosistemas. Un ecosistema es un conjunto coherente de relaciones entrelazadas entre los seres vivos y su medio ambiente. Por ejemplo, un bosque es un ecosistema que ofrece bienes, incluyendo árboles que proveen madera, combustible y fruta. El bosque también presta servicios regulando el almacenamiento de agua, el nivel de inundaciones, el hábitat animal y el almacenamiento de nutrientes, y sirve como espacio recreativo. El bosque, como cualquier recurso físico, también tiene sus limitantes. Requiere un tiempo fijo para reproducirse y es vulnerable a incendios y plagas. Esta vulnerabilidad, o sea estas amenazas naturales, limitan el desarrollo potencial del ecosistema forestal.

Un estudio sobre las limitantes del medio ambiente, así esté enfocado en ecosistemas urbanos, rurales o naturales, incluye (1) la naturaleza y grado de degradación del recurso; (2) las causas fundamentales de la degradación, que incluyen tanto el impacto de los fenómenos naturales como de la intervención humana; y (3) las posibles intervenciones de tipo económico, social, institucional, político y financiero que pueden ser diseñadas para retrasar o atenuar la degradación. También en este sentido, las amenazas naturales deben ser consideradas como un aspecto integral del proceso de planificación de desarrollo.

La literatura reciente sobre desarrollo hace en ciertos casos una distinción entre "proyectos ambientales" y "proyectos de desarrollo". Los "proyectos ambientales" incluyen objetivos tales como el saneamiento, reforestación y control de inundaciones, mientras que los "proyectos de desarrollo" pueden estar enfocados hacia el suministro de aguas potables, la silvicultura y la irrigación. Pero el enfoque de proyecto en proyecto no es un medio efectivo de promover el bienestar socioeconómico. Para que los proyectos de desarrollo sean sustentables deben incorporar un manejo ambiental adecuado. Por definición, significa que deben estar diseñados para mejorar la calidad de vida y al mismo tiempo proteger o restaurar la calidad del medio ambiente, y deben también asegurar que los recursos no sean degradados y que la amenaza de los eventos naturales no sea exacerbada. En resumen, el buen manejo de las amenazas naturales significa el buen manejo de proyectos de desarrollo.

Efectivamente, en áreas de alto riesgo, el desarrollo sustentable sólo es posible en la medida en que las decisiones sobre planificación de desarrollo, tanto en el sector público como en el privado, tengan en cuenta el potencial destructivo de las amenazas naturales. Este enfoque es importante en situaciones post-desastre cuando los organismos locales, nacionales e internacionales se ven presionados a reemplazar, con frecuencia en el mismo sitio, las instalaciones que han sido destruidas. Es en estos

momentos que se torna más evidente la necesidad de contar con información sobre amenazas naturales e incorporarla al proceso de planificación del desarrollo.

Para tratar el manejo de amenazas deben incorporarse acciones específicas dentro de varias etapas del estudio de planificación del desarrollo integrado: primero, evaluar la presencia de los eventos naturales y su efecto en los bienes y servicios brindados por los recursos naturales en el área a desarrollar; segundo, obtener un estimativo del impacto potencial de los eventos naturales en las actividades de desarrollo; y tercero, incluir medidas para reducir la vulnerabilidad de las actividades de desarrollo propuestas. Dentro de este contexto se deben identificar los elementos de la infraestructura vital: aquellos componentes o segmentos críticos de los medios productivos, infraestructura y sistemas de apoyo que deben tener la menor vulnerabilidad posible y ser considerados como prioritarios en las actividades de respuesta a un desastre.







# Reducción del impacto de los eventos naturales

Las experiencias tanto en América Latina y el Caribe como en otras regiones, demuestran que la mitigación de las amenazas naturales está mejorando. La instalación de sistemas de alerta en varios países del Caribe ha disminuido el número de fatalidades causadas por huracanes. La prohibición, impuesta por las compañías de seguros, del establecimiento permanente en zonas de inundación ha reducido significativamente los daños causados por las inundaciones en zonas vulnerables.

Un estudio realizado en el Estado de Nueva York (EE.UU.) sobre la mitigación de derrumbes demostró que la mejora en la construcción de autopistas entre 1969 y 1975 redujo en un 90% el costo de reparación de las mismas por los daños causados por deslizamientos.<sup>2/</sup> Otra experiencia, en la ciudad de Los Angeles, California, muestra que una adecuada nivelación y análisis de suelos, puede reducir las pérdidas causadas por deslizamientos en 97%.<sup>3/</sup>

<sup>1/</sup> Burton, I., Robert W. Kates and Gilbert F. White. *The Environment as Hazard* (New York: Oxford University Press, 1978).

<sup>2/</sup> Hays, W.W. (ed.) *Facing Geologic and Hydrologic Hazards. Earth-Science Considerations. Geological Survey Professional Paper 1240-B* (Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1981).

<sup>3/</sup> Petak, W.J. and A.A. Atkisson. *Natural Hazard Risk Assessment and Public Policy: Anticipating the Unexpected* (New York: Springer-Verlag, 1982).

Igualmente, un estudio realizado después del terremoto de 1971 en el Valle de San Fernando, California, indicó que de 568 edificios escolares antiguos que no cumplían con los requisitos de la Ley Field (que estipula estándares de diseño), 50 habían sufrido tantos daños que hubo que demolerlos. Sin embargo, la totalidad de los 500 edificios que cumplían con los estándares de resistencia sísmica no sufrieron daños en sus estructuras.<sup>4/</sup> De manera similar, en el terremoto de Loma Prieta en 1989, el evento natural más costoso en la historia de los EE.UU., las disposiciones de los códigos locales de zonificación y construcción ayudaron a que los daños no fueran aún más severos. En el área de la Bahía de San Francisco, las construcciones posteriores a 1960 se balancearon pero quedaron intactas, mientras que a los edificios más antiguos no les fue tan bien. Las construcciones de ladrillos y bloques de concreto no reforzadas sufrieron las peores consecuencias. Los edificios construidos en tierras firmes tuvieron, en general, una menor posibilidad de sufrir daños que aquellos construidos en terraplenes o en pendientes suaves.<sup>5/</sup>

<sup>4/</sup> Bolt, Bruce A. *Earthquakes* (New York: W.H. Freeman and Company, 1988).

<sup>5/</sup> King, John. "In the Wake of the Quake" in *Planning*, December, 1989 (Chicago, Illinois: APA, 1989).

Las técnicas de mitigación también pueden prolongar el período de alerta a una erupción volcánica, haciendo posible la evacuación de la población. Hoy en día, los mecanismos de monitoreo pueden detectar el aumento de las actividades volcánicas inclusive meses antes de una erupción. Cada día hay más disponibilidad de sistemas sofisticados para la evaluación, monitoreo y alerta de erupciones volcánicas, huracanes, tsunamis y terremotos.

En evaluaciones sectoriales de amenazas naturales conducidas por la OEA sobre, por ejemplo, energía en Costa Rica y agricultura en Ecuador, se ha demostrado el ahorro en capital y en producción que puede lograrse invirtiendo modestamente en la mitigación de las amenazas naturales, mediante la reducción de vulnerabilidad y una mejor planificación sectorial.

Sin embargo, queda mucho por hacer. En general el manejo de amenazas en América Latina y en el Caribe no ha sido totalmente satisfactorio por varias razones, entre otras, la falta de concientización sobre el tema, la falta de incentivos políticos y la idea preconcebida de que los desastres son "naturales". Pero hay nuevas técnicas disponibles, las experiencias están siendo analizadas y transmitidas, los países en desarrollo están demostrando su interés en el tema y los organismos financieros están contemplando su apoyo. Si se alientan estas tendencias favorables, se está cerca de lograr una reducción significativa de los efectos de los eventos naturales en el desarrollo en América Latina y en el Caribe.

Como ha sido mencionado anteriormente, la premisa fundamental de este documento es que se incluya sistemáticamente información sobre amenazas naturales en la planificación del desarrollo y en la preparación de proyectos de inversión, ya que tiene sentido financiero y económico incorporar en dichos proyectos las medidas de mitigación apropiadas. Obviamente, estos esfuerzos consumen recursos financieros y técnicos. Por tal motivo, debe incluirse en la preparación de proyectos de inversión un método para estimar los costos y los beneficios generados al invertir en medidas de mitigación, a fin de poder comparar el valor de las posibles pérdidas dado un evento natural, con los costos de su mitigación. Lógicamente, cuanto antes se hagan los cálculos, mejor.

Las pautas aquí enumeradas sintetizan la experiencia de la OEA asistiendo a los Estados miembros a incorporar medidas de mitigación en la planificación del desarrollo y la formulación de proyectos. Estas pautas se dividen en:

- Factores que influyen en la capacidad de reducir la vulnerabilidad;
- Estrategias de mitigación de amenazas en la planificación del desarrollo;
- Estrategias de mitigación de amenazas en la formulación de proyectos;
- Estrategias para amenazas específicas;
- Estrategias para determinados sectores económicos;
- Instrumentos y técnicas para la evaluación de amenazas naturales;
- Estrategias para organismos de asistencia al desarrollo.





---

# Reducción de vulnerabilidad

---

- [1. La naturaleza de los eventos](#)
  - [2. Las características del área de estudio](#)
  - [3. Los participantes en el drama](#)
- 

## 1. La naturaleza de los eventos

### Eventos de Gestación Rápida vs. Eventos de Gestación Lenta

La velocidad de gestación de un evento es una variable importante ya que condiciona el período de alerta. Por un lado los terremotos, derrumbes y crecidas repentinas, casi no dan preaviso. Los tsunamis, que tienen períodos de alerta de horas o de minutos, o los huracanes y las inundaciones, donde la posibilidad de ocurrencia se conoce con varias horas o días de anticipación son casos menos extremos. Los volcanes pueden erupcionar repentinamente, con pero en general tiene períodos de alerta de varias semanas o meses (el volcán Ruiz en Colombia, dio señales de alarma por más de un año antes de su destructiva erupción en 1985). Otros eventos como la sequía, desertificación o el hundimiento de tierras actúan lentamente durante meses o años. Los daños causados por eventos tales como la erosión y sedimentación pueden ocurrir repentinamente a causa de una tormenta o desarrollarse a lo largo de varios años.

### Eventos Controlables vs. Eventos Inmutables

La intensidad de ocurrencia de algunos eventos puede ser alterada si se toman las medidas apropiadas. Para otro tipo de eventos, no se conoce una tecnología que pueda alterar de modo efectivo la ocurrencia en sí. Por ejemplo, la canalización de un cauce fluvial puede reducir el área de inundaciones, pero no existe ningún método capaz de moderar el temblor de tierra causado por un terremoto.

### Frecuencia vs. Severidad

En lugares donde anualmente ocurren inundaciones, éstas forman parte del paisaje por lo que se diseñan y sitúan proyectos teniendo en cuenta este factor. Por otro lado, en un área con posibilidades de ser afectada por un tsunami en los próximos 50 ó 100 años, es difícil estimular el interés en la toma de medidas de reducción de vulnerabilidad a pesar de que los daños puedan ser catastróficos. Asimismo, la inversión en medidas intensivas de mitigación puede no ser económicamente recomendable. Los eventos severos de baja o escasa frecuencia son los más difíciles de mitigar y las medidas requeridas para reducir la vulnerabilidad pueden no ser justificables económicamente.

### Medidas de Mitigación para Resistir el Impacto vs. Medidas de Mitigación para Evitar el Impacto

Un ejemplo de medidas que pueden tomarse para resistir el impacto de un evento natural, son las construcciones resistentes a terremotos o inundaciones. Medidas como la zonificación, primas de seguro bajas e incentivos fiscales, canalizan las actividades de desarrollo hacia áreas de bajo riesgo y ayudan que se evite el impacto.

## 2. Las características del área de estudio

La alta densidad de población y las infraestructuras costosas hacen que las ciudades sean más susceptibles al impacto de eventos naturales. La adopción de medidas de mitigación en estas áreas es más necesaria y justificable económicamente que en áreas menos desarrolladas. Asimismo, las áreas urbanas cuentan con más posibilidades de lograr los acuerdos institucionales necesarios para llevar a cabo el manejo de amenazas.

Es probable que en pequeñas poblaciones la única alternativa económicamente factible sea adoptar medidas de mitigación no estructurales. Estas poblaciones pueden contar hasta cierto punto con la asistencia del gobierno para avisarles de la inminencia de un evento o para hacerle frente al mismo. Por este motivo, un aspecto muy importante del manejo de amenazas es organizar a la comunidad local para que sea capaz de enfrentarse eficazmente con estos sucesos.

Asimismo, las características físicas de la tierra, las normas sobre su uso, la susceptibilidad a determinados riesgos, el nivel de ingresos y las características culturales condicionan las opciones de un área para enfrentarse con eventos naturales.

## 3. Los participantes en el drama

Dentro de los "actores" involucrados en el proceso de manejo de amenazas se encuentran los organismos de planificación, ministerios ejecutivos, centros de preparación y respuesta a emergencias, la comunidad científica y de ingeniería, comunidades locales, organismos de asistencia técnica, entidades de financiamiento para el desarrollo y organizaciones no gubernamentales, sin mencionar los diversos "actores" del sector privado. Cada entidad tiene sus propios intereses y enfoques. Esta variedad resulta a veces conflictiva y puede aumentar las dificultades de planificación y ejecución de un programa de manejo de amenazas. Conociendo de antemano las dificultades y peculiaridades que presenta cada enfoque, éstas podrán ser abordadas.

Los *organismos de planificación* a menudo no están familiarizados con la información disponible sobre amenazas naturales o, no saben cómo incorporarla adecuadamente en la planificación del desarrollo.

Los *ministerios ejecutivos* también están poco familiarizados con esta información o con la manera de adaptarla al desarrollo. En los proyectos para el desarrollo de nuevas carreteras, sistemas de energía, telecomunicaciones, irrigación, etc., generalmente no se considera la mitigación de amenazas naturales. Más aún, los ministerios difícilmente colaboran entre sí para identificar la relación entre los proyectos que tiene a su cargo o para definir la información que requieren en común, impidiendo que la misma se pueda recopilar en forma cooperativa.

Los *centros de preparación para emergencias* tradicionalmente han optado por desempeñar un papel exclusivamente de preparación y reacción, olvidándose de establecer una relación entre la preparación

para emergencias y la mitigación de amenazas a largo plazo. Más aún, no han prestado la suficiente atención a la vulnerabilidad de sus propias infraestructuras, por lo que cuando un evento natural destruye estos centros, las víctimas del desastre no tienen a dónde recurrir. La política sobre preparación para emergencias está comenzando a cambiar. Por ejemplo, las organizaciones internacionales de auxilio, tales como la Cruz Roja Internacional y las Sociedades de Media Luna Roja han declarado que van a dedicar mayores esfuerzos a las actividades de prevención en los países en desarrollo.

La **comunidad científica y de ingeniería** generalmente realiza sus actividades de investigación y monitoreo teniendo en cuenta únicamente sus propios intereses científicos, sin considerar la necesidad de reducir la vulnerabilidad o de prepararse para una emergencia. El caso típico es por ejemplo, cuando eligen un determinado volcán para estudio no por su proximidad a centros urbanos, sino por su valor científico. De la misma manera, la información sobre amenazas generalmente se publica en revistas especializadas en lenguaje científico. La comunidad científica debería asegurarse que los datos obtenidos sean publicados en un lenguaje comprensible para las personas encargadas del manejo de amenazas.

Las **comunidades locales** están al tanto del impacto potencial de las amenazas naturales, pero generalmente tienen pocas oportunidades de participar en la preparación de proyectos de desarrollo y, menos aún, en el establecimiento de prioridades para evaluar las amenazas naturales y reducir la vulnerabilidad.

Los **organismos de cooperación técnica** no incluyen sistemáticamente evaluaciones sobre las amenazas naturales ni actividades de reducción de vulnerabilidad en el proceso normal de preparación de sus proyectos. Un estudio sobre el impacto de amenazas conducido una vez formulado el proyecto, no es adecuado. Las amenazas deben ser consideradas lo más tempranamente posible, de tal manera que los proyectos se preparen teniendo en cuenta este factor.

Las **entidades de financiamiento para el desarrollo** se involucran activamente en la reconstrucción y rehabilitación de un desastre, pero no insisten en que se incluyan evaluaciones de amenazas o actividades de mitigación y reducción de vulnerabilidad al otorgar préstamos para actividades de desarrollo corrientes (no relacionadas con desastres). Asimismo, se muestran reacias a incorporar dichas consideraciones en la evaluación de proyectos.

**Otras consideraciones institucionales:** La mayoría de los organismos en América Latina y el Caribe tienen poco conocimiento y experiencia en técnicas de manejo de amenazas. Por esta razón, si un organismo de cooperación técnica propone incorporar estas consideraciones en la planificación y formulación de un proyecto, necesariamente tiene que superar el escepticismo del personal local. Lógicamente, esto significa un costo adicional en la formulación del proyecto, pero el gasto extra puede pagar altos dividendos.

Tal como indicó Andrew Natsios<sup>1/</sup> en "Disaster Mitigation and Economic Incentives", se debería considerar más al sector privado. Natsios, citando a Charles Schultze, afirma que para cambiar el comportamiento social es más efectivo recurrir a incentivos de mercado (el uso público de los intereses privados) que a regulaciones. Por ejemplo, una compañía de seguros de accidentes podría ofrecer primas de seguro con costos significativamente menores para aquellas construcciones que sean resistentes a huracanes y terremotos. Natsios sugiere que los gobiernos especifiquen los resultados que esperan de sus políticas, pero que dejen a los "actores" económicos la tarea de buscar el método para lograr esos resultados.

<sup>1/</sup> Natsios, Andrew S, "Disaster Mitigation and Economic Incentives" en Colloquium on the Environment and Natural Disaster Management (Washington, D.C. The World Bank, 27 y 28 de junio de 1990).

A nivel nacional, al delegar en una sola entidad toda la responsabilidad para el manejo de amenazas, lo único que se logra es que las otras entidades la consideren rival. Es preferible que cada organismo que formule proyectos como parte de sus actividades normales, aprecie la importancia de considerar las amenazas en la formulación de sus proyectos. Los organismos de planificación deberían tomar una posición más firme con respecto al manejo de amenazas y a la introducción de estrategias de mitigación no estructurales en las primeras etapas del proceso de planificación. Asimismo, deberían contar con personal capacitado para desempeñar estas funciones.

A nivel de proyecto, la responsabilidad de mitigar el impacto de los eventos naturales no debe recaer en una sola persona o componente sino en todos, como responsabilidad global del proyecto.

En general, en las actividades de reconstrucción después de un desastre no se cuenta con el apoyo para realizar evaluaciones de amenaza, las cuales asegurarían que el impacto del próximo evento sea menos destructivo. El problema radica tanto en el prestatario como en el beneficiario: un país afectado raras veces incluye estos aspectos al solicitar un préstamo, pero si lo hace, el organismo de financiamiento generalmente rechaza la solicitud. Los proyectos de reconstrucción, especialmente cuando son muy extensos, son dirigidos con frecuencia por nuevos organismos creados para su ejecución. Estos absorben al ya limitado suministro de personal técnico de los organismos existentes, lo que complica la coordinación entre el desarrollo a largo plazo y la rehabilitación a corto plazo.





---

# Estrategias de mitigación de amenazas en la planificación del desarrollo

---

[1. Incorporación de medidas de mitigación en estudios de planificación del desarrollo integrado](#)

[2. Ventajas que ofrece la planificación del desarrollo integrado en el manejo de amenazas](#)

---

En este documento se considera "planificación del desarrollo" al proceso por el cual los gobiernos trazan planes para guiar el desarrollo económico, social y regional durante un período de tiempo determinado. El manejo de amenazas consiste en un número de actividades llevadas a cabo antes, durante y después de un evento natural, con el objeto de reducir el número de fatalidades y la destrucción de propiedades. Tradicionalmente, se ha conducido el manejo de amenazas naturales independiente a la planificación del desarrollo. Una característica de la asistencia técnica que brinda la OEA, es justamente la integración de ambos procesos.

El manejo de amenazas naturales puede dividirse en medidas previas al evento, acciones durante e inmediatamente posteriores a él. En orden cronológico, estas medidas son:

## 1. Medidas previas al evento:

### a. Mitigación de amenazas naturales:

- Recopilación y análisis de datos
- Reducción de vulnerabilidad

### b. Preparación para eventos naturales:

- Predicción
- Preparación para emergencias (incluyendo monitoreo, alerta y evacuación)
- Educación y capacitación

## 2. Medidas durante y después de la ocurrencia de un desastre natural:

- a. Rescate
- b. Asistencia

## 3. Medidas posteriores al desastre:

- a. Rehabilitación
- b. Reconstrucción

De estas medidas, la mitigación es la más efectiva en términos de costos para reducir el número de fatalidades y destrucción de propiedades, así como también es la más compatible con el proceso de

planificación del desarrollo. Es necesario recopilar los datos referentes a los eventos en sí, a la vulnerabilidad y al riesgo potencial que ellos presentan. A continuación se describen brevemente los mecanismos de mitigación.

### **Evaluaciones de Amenazas Naturales**

Las evaluaciones de amenazas proveen información sobre la posible ubicación y severidad de fenómenos naturales peligrosos y sobre su probabilidad de ocurrencia dentro de un período específico de tiempo y un área determinada. Estos estudios se basan en gran medida, en información científica ya existente incluyendo mapas geológicos, geomorfológicos y mapas de suelos, datos climáticos e hidrológicos, y mapas topográficos, fotografías aéreas e imágenes de satélite. La información histórica, obtenida tanto en informes escritos como por intermedio de las narraciones de quienes han habitado el área por mucho tiempo, también ayuda a categorizar los potenciales eventos. Idealmente, una evaluación de amenazas naturales concientiza a la gente sobre el tema en una región destinada al desarrollo, evalúa la amenaza de los eventos naturales, identifica la información adicional necesaria para hacer una evaluación definitiva y recomienda los medios más apropiados para poder obtenerla.

### **Evaluaciones de Vulnerabilidad**

Los estudios de vulnerabilidad estiman el grado de pérdida o daño que pueda causar la ocurrencia de un evento natural de determinada severidad. Los elementos analizados incluyen poblaciones, instalaciones y recursos físicos tales como infraestructuras vitales, centros de producción, lugares de reunión pública y patrimonio cultural, y actividades económicas y funcionamiento normal de la población. La vulnerabilidad de áreas geográficas seleccionadas, como por ejemplo, las que de mayor potencial de desarrollo o las ya desarrolladas que estén ubicadas en zonas peligrosas, puede estimarse. Las técnicas empleadas incluyen el trazado de mapas de infraestructuras vitales y análisis sectoriales de vulnerabilidad para sectores tales como energía, transporte, agricultura, turismo y vivienda. En América Latina y en el Caribe, al evaluar una inversión, generalmente no se considera la vulnerabilidad a amenazas naturales, sin embargo como parte del proceso normal de evaluación se considera la vulnerabilidad a otro tipo de riesgos tales como la fluctuación de precios del mercado y los costos de la materia prima.

### **Evaluaciones de Riesgo**

La información obtenida al analizar las amenazas y la vulnerabilidad de un área, se integra en un análisis de riesgo, que es una estimación sobre las posibles pérdidas ante un evento natural determinado. Los métodos tradicionales utilizados para este tipo de análisis consumen tiempo y son costosos, pero hoy en día se dispone de métodos más cortos que dan resultados suficientes para la evaluación de un proyecto. Una vez evaluado el riesgo, los planificadores cuentan con las bases necesarias para incorporar medidas de mitigación en el diseño de proyectos de inversión y para comparar los costos y los beneficios obtenidos con y sin ellos.

### **Reducción de Vulnerabilidad**

El riesgo de las amenazas naturales puede reducirse sustancialmente introduciendo medidas de mitigación estructurales y no estructurales. Las medidas de mitigación serán analizadas detalladamente en la sección "Estrategias de Mitigación de Riesgos en la Formulación de Proyectos".



# 1. Incorporación de medidas de mitigación en estudios de planificación del desarrollo integrado

El enfoque de la planificación del desarrollo integrado es multidisciplinario y multisectorial. Se analizan en conjunto asuntos económicos y sociales tomando en cuenta las necesidades de la población y los problemas y oportunidades que presentan los recursos naturales. Un elemento clave en este proceso es la preparación de proyectos de inversión, que se definen como aquellas inversiones de capital que crean bienes capaces de generar una corriente de beneficios. Un proyecto puede ser independiente o formar parte de un paquete de proyectos integrados. Se llama "ciclo del proyecto" al proceso de generación de proyectos. Este proceso comienza con el establecimiento de políticas y estrategias de desarrollo, identificación de ideas de proyecto y preparación de perfiles de proyecto, pasando por análisis de prefactibilidad y factibilidad (y en proyectos grandes, estudios de diseño) hasta la aprobación final del proyecto, su financiamiento, ejecución y operación.

Si bien este proceso es más o menos uniforme, cada organismo desarrolla su propia versión. El proceso de planificación del desarrollo del Departamento de Desarrollo Regional y Medio Ambiente de la OEA, se compone de cuatro etapas: Misión Preliminar, Fase I (diagnóstico de desarrollo), Fase II (formulación de proyecto y preparación del plan de acción) y ejecución. Dado que el proceso es cíclico, las actividades comunes a más de una etapa pueden llevarse a cabo simultáneamente. La Figura 4 presenta los elementos principales del proceso y la Figura 5 presenta una síntesis de las actividades y productos que se obtienen en cada etapa. Las pautas para realizar un estudio acorde a este proceso se encuentran en la publicación *Planificación del Desarrollo Regional Integrado: Directrices y Estudios de Casos Extraídos de la Experiencia de la OEA*.

Los procedimientos para realizar estudios integrados que se presentan en este documento, destacan la incorporación de consideraciones de manejo de amenazas en cada etapa. La Figura 6 resume la relación entre el proceso de planificación del desarrollo integrado, el proceso de manejo de amenazas y el ciclo del proyecto.

Generalmente, los planificadores dependen de científicos e ingenieros para obtener la información necesaria para realizar evaluaciones de amenazas naturales. Si la información disponible es adecuada, el planificador puede decidir llevar a cabo la evaluación. Si no es adecuada, el planificador por lo general asume que el costo - en tiempo y capital - de generación es excesivo y la evaluación no se lleva a cabo. Si bien la información disponible sobre huracanes y amenazas geológicas es por lo general suficiente para hacer una evaluación preliminar, la información sobre amenazas de desertificación, inundaciones y derrumbes raramente lo es. La OEA ha desarrollado métodos efectivos y de bajo costo que hacen posible llevar a cabo estas evaluaciones en un estudio de desarrollo. En la siguiente sección se presentan diferentes maneras de tratar las amenazas en cada etapa del proceso.

## **Misión Preliminar: Diseño del Estudio**

El primer paso en el proceso de asistencia técnica para un estudio de planificación del desarrollo integrado, es enviar una "misión preliminar" para consultar con los oficiales del país interesado. La experiencia ha demostrado que este esfuerzo entre el personal de la OEA, los planificadores locales y los responsables de la toma de decisiones, es el factor más crítico de todo el estudio. En esta etapa se toman medidas para:

- Determinar si el área de estudio está afectada por uno o más eventos naturales. Por ejemplo, la misión preliminar del estudio ambiental realizado por la OEA en Uruguay y financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo, determinó que las amenazas naturales eran un problema importante del medio ambiente. Por esta razón, se programó para la Fase I una evaluación sobre todas las amenazas significativas, la cual se llevaría a cabo analizando la información ya existente. Identificar la información disponible que pueda ser utilizada para juzgar el peligro impuesto por los eventos naturales en el área de estudio: historial de eventos peligrosos; informes sobre desastres y daños; evaluaciones de riesgo y vulnerabilidad; mapas e informes sobre riesgos y recursos naturales; mapas topográficos, fotografías aéreas e imágenes de satélite.
- Determinar si los datos disponibles son suficientes para evaluar la amenaza de los eventos. Si no lo son, determinar cuántos más datos, evaluaciones de amenaza, sensoramiento remoto o equipos especializados serán necesarios en la próxima etapa del estudio. Por ejemplo, durante las misiones preliminares enviadas a Dominica, Santa Lucía y San Vicente y las Grenadinas, se determinó que los derrumbes eran un serio problema, por lo que se incluyeron evaluaciones sobre derrumbes en el plan de trabajo de la Fase I.
- Determinar si los estudios requeridos servirán para más de un proyecto o sector, y si este fuera el caso, establecer una coordinación entre ellos.
- Establecer coordinación con la institución nacional responsable de la planificación y preparación para desastres.
- Preparar un plan de trabajo integrado para la Fase I que especifique el trabajo sobre amenazas naturales a llevarse a cabo, la experiencia y el tiempo necesarios, y los costos involucrados.

#### Figura 4- Elementos claves en el proceso de asistencia del DDRMA para la planificación del desarrollo regional

Fuente: OEA. Planificación del Desarrollo Regional Integrado: Directrices y Casos Extraídos de la Experiencia de la OEA. (Washington, D.C.: OEA, 1984).

#### **Figura 5 SINTESIS DEL PROCESO DE PLANIFICACION DEL DESARROLLO INTEGRADO DE LA OEA**

COMPONENTES	DISEÑO DEL ESTUDIO	EJECUCION DEL ESTUDIO		IMPLEMENTACION DE LAS RECOMENDACIONES
		FASE I	FASE II	
		Diagnóstico del Desarrollo	Formulación del Proyecto y Preparación del Plan de Acción	
Actividades:	Recibo y análisis de la solicitud de cooperación	Diagnóstico de la región	Formulación y evaluación del proyecto (prefactibilidad o factibilidad)	Asistencia para programas y proyectos específicos

	- análisis sectorial	- sectores productivos (agrícola, forestal, agroindustrial, industrial, pesca, minería)	Asistencia para incorporar las inversiones propuestas en el presupuesto nacional
	- análisis espacial	- servicios de apoyo (comercialización, crédito, extensión)	Servicios de consultoría para acciones del sector privado
Misión Preliminar	- análisis institucional	- desarrollo social (vivienda, educación, capacitación de personal, salud)	Apoyo a los organismos ejecutores
- pre-diagnóstico	- análisis del medio ambiente	- infraestructura (energía, transporte, comunicaciones)	Apoyo a la coordinación inter-institucional
- preparación del acuerdo de cooperación	- síntesis: necesidades, problemas, potencial, limitantes	- servicios urbanos - manejo de los recursos naturales	
	Relación con planes nacionales, estrategias y prioridades		
	Estrategias de desarrollo		
	- formulación y análisis de alternativas		
	- identificación de ideas de proyecto, preparación de perfiles de proyecto	Preparación del plan de acción	
		- formulación de conjuntos de proyectos	
		- establecimiento de políticas para áreas y sectores prioritarios	

			- incentivos	
			- cronograma de inversión	
			- evaluación de fuentes de financiamiento	
			- desarrollo y capacitación institucional	
			- promoción	
Productos:	Acuerdo firmado	Informe Interino (Fase I)	Informe Final	Ejecución por parte del gobierno
	- definición de los productos de estudio	- diagnóstico de la región	- estrategia de desarrollo	- estudios de diseño finales
	- compromiso financiero de los participantes	- estrategia preliminar de desarrollo	- plan de acción	- ejecución del proyecto
	- plan de trabajo inicial	- proyectos identificados	- proyectos formulados	- cambios legislativos y en las regulaciones
			- actividades de apoyo	
				Mejora en la capacidad operacional de las instituciones
Período de tiempo:	3 a 6 meses	9 a 12 meses	12 a 18 meses	Variable

Fuente: OEA. Manual Sobre Manejo de Amenazas Naturales en la Planificación del Desarrollo Regional Integrado. (Washington, D.C.: 1991)

### [Figura 6 - Proceso de planificación del desarrollo integrado, manejo de amenazas naturales y el ciclo del proyecto](#)

Fuente: OEA. Manual Sobre Manejo de Amenazas Naturales en la Planificación del Desarrollo Regional Integrado. (Washington, D.C.: 1991)

#### **Fase I: Diagnóstico de Desarrollo**

En la Fase I, el equipo analiza la región de estudio y obtiene estimaciones precisas sobre el potencial de desarrollo y los problemas que presenta la región y ciertas áreas objeto. Partiendo de este análisis se prepara una estrategia de desarrollo multisectorial y un conjunto de perfiles de proyecto para ser estudiados por los funcionarios del gobierno responsables de la toma de decisiones. En la Fase I, también se incluye una evaluación detallada sobre las amenazas naturales y los elementos en zonas altamente vulnerables que constituyen un riesgo, lo que facilita la introducción temprana de medidas de mitigación

no estructurales. Durante esta fase el equipo deberá:

- Preparar un mapa base.
- Determinar los bienes, servicios y amenazas de los ecosistemas de la región. Identificar la relación causa-efecto entre los eventos naturales y las actividades humanas. Por ejemplo, en la región montañosa de Chixoy, en Guatemala, se encontró que los métodos utilizados para la construcción de caminos eran inadecuados ya que causaban derrumbes, siendo éstos el principal problema de mantenimiento de dichos caminos. En Ecuador, la constatación de que la mayor parte de la infraestructura planeada para el Proyecto de Desarrollo de Aguas de Manabí estaba localizada en una de las zonas de terremotos más activas del país, condujo a una significativa reorientación del proyecto.
- Evaluar las condiciones socioeconómicas y la capacidad institucional; determinar los vínculos entre la región de estudio y las regiones vecinas. Identificar áreas con gran potencial de desarrollo y realizar estudios posteriores más detallados sobre los recursos naturales y las condiciones socioeconómicas de las mismas.
- Efectuar un análisis global de amenazas como parte de la evaluación de recursos cuando se planifica el desarrollo de cuencas de ríos multinacionales o de zonas limítrofes, donde la ocurrencia de un desastre natural podría causar una disputa internacional. Como ejemplos de este tipo de estudios, estarían el realizado para el desarrollo de la cuenca de los ríos San Miguel y Putumayo, conducido en apoyo a la Comisión Mixta de Cooperación Amazónica Colombia-Ecuador, y el relativo a los Programas de Desarrollo de la Zona Fronteriza entre la República Dominicana y Haití.
- Evaluar los eventos naturales que impongan un peligro significativo en la región. La información existente sobre huracanes y amenazas geológicas probablemente sea suficiente; si la información sobre amenazas geológicas no fuera adecuada, debería encomendarse un análisis a un tercer organismo. Con relación a inundaciones, derrumbes y desertificación, es probable que el equipo de planificación sea capaz de completar la información existente y preparar el análisis. Los estudios realizados en los departamentos de Atlántida e Islas de la Bahía, en Honduras, incluyeron una evaluación de la amenaza de inundación en el plan de desarrollo costero y otra sobre derrumbes en algunas regiones del interior.
- Conducir estudios de vulnerabilidad referentes a amenazas y sectores económicos específicos. Preparar mapas de infraestructuras vitales, estudios de zonificación de amenazas y mapas de riesgos múltiples conforme sea necesario. Por ejemplo, los estudios de vulnerabilidad en el sector agrícola de Ecuador y sobre los métodos para reducir la vulnerabilidad de las infraestructuras vitales en St. Kitts y Nevis, permitieron sugerir proyectos para ser estudiados a nivel de prefactibilidad en la Fase II. El estudio del Chaco Paraguayo incluyó evaluaciones de inundación y desertificación, así como la zonificación de amenazas múltiples. La ejecución de estas actividades adicionales, no alteró el tiempo o el costo involucrado en el diagnóstico de desarrollo.
- Identificar las zonas propensas a eventos en las que deberían evitarse los usos intensivos. Preparar una estrategia de desarrollo, que incluya las medidas de mitigación no estructurales que sean apropiadas.

- Identificar posibles proyectos; preparar perfiles de proyecto que tengan en cuenta los problemas y las oportunidades y que sean compatibles con las limitantes políticas, económicas y sociales, así como con los recursos y el tiempo en el que deberá conducirse el estudio.
- Identificar las medidas de mitigación estructurales que deberían incorporarse en las instalaciones existentes y en los proyectos propuestos.
- Preparar un plan de trabajo integrado para la próxima etapa, que incluya consideraciones de amenazas naturales.

## **Fase II: Formulación del Proyecto y Preparación del Plan de Acción**

Al finalizar la Fase I, se presenta al gobierno una estrategia de desarrollo y una serie de perfiles de proyecto. La Fase II comienza cuando el gobierno decide qué proyectos merecen un estudio más profundo. En esta fase el equipo analiza la prefactibilidad y factibilidad de los proyectos seleccionados. Se estiman con mayor precisión los beneficios (corriente de ingresos, aumento de producción, generación de empleos, etc.) y los costos (de construcción, operación y mantenimiento, agotamiento de recursos naturales, efectos de contaminación, etc.) del proyecto. Se aplican criterios valorativos que incluyen el valor presente neto, la tasa de rentabilidad interna, la relación costo-beneficio, y posibilidades de recuperación de la inversión. Finalmente, el equipo agrupa proyectos de inversión por áreas prioritarias y prepara un plan de acción. En la sección "Estrategias de mitigación de riesgos en la formulación de proyectos", hay información más detallada sobre esta fase, pero en términos generales el equipo debe:

- Examinar las actividades humanas que puedan agravar los eventos naturales (por ejemplo, la irrigación, el arado en las estaciones secas y la cría de animales pueden causar o exacerbar la desertificación) y los factores sociales y culturales que puedan influenciar la vulnerabilidad del proyecto durante y después de su ejecución.
- Determinar los niveles de tecnología, crédito, conocimiento, información, comercialización, etc, que sea razonable tener a disposición de los usuarios de las tierras y asegurarse de que los proyectos hayan estado formulados de acuerdo con tales niveles.
- Preparar evaluaciones de vulnerabilidad y de riesgo específicas para el lugar, y así como medidas apropiadas para reducir la vulnerabilidad de los proyectos. Por ejemplo, el programa para el desarrollo de la zona metropolitana de Tegucigalpa, en Honduras, incluía medidas de mitigación de derrumbes. Los sistemas de alerta y control de inundaciones fueron elementos claves en el proyecto de Alagoas, Brasil, sobre manejo de recursos hidráulicos y reconstrucción posterior a desastres causados por inundaciones.
- Mitigar los efectos negativos de los proyectos, evitar el desarrollo en áreas susceptibles y recomendar los ajustes necesarios en el uso actual de la tierra, así como las restricciones adecuadas para su uso futuro.
- Examinar cuidadosamente la compatibilidad de todos los proyectos y propuestas.
- Definir los instrumentos necesarios de política y manejo para implementar la estrategia global y ejecutar los proyectos individuales; diseñar programas de monitoreo apropiados.

## **Aplicación de las Recomendaciones del Estudio**

La cuarta etapa del proceso ayuda a implementar las propuestas preparando los mecanismos institucionales, financieros y técnicos necesarios para lograr una adecuada ejecución y operación. Los esfuerzos realizados para evaluar los riesgos en las etapas previas serán inútiles si no se incorporan las medidas de mitigación en el proyecto durante su ejecución. El organismo de planificación o el encargado de la ejecución del proyecto deberá:

- Asegurarse de que los mecanismos apropiados para el manejo de amenazas hayan sido incluidos en todos los proyectos de inversión; controlar la construcción a fin de que cumpla con los requisitos; disponer de un sistema de monitoreo continuo para garantizar que se respete permanentemente el diseño del proyecto.
- Asegurarse de que las organizaciones nacionales encargadas del manejo de desastres tengan acceso a la información generada por el estudio. Destacar aquellas situaciones de amenaza para las cuales el estudio no propuso medidas de reducción de vulnerabilidad.
- Hacer arreglos para la recopilación continua de datos sobre amenazas y la actualización de la información en los organismos de planificación y preparación para emergencias.
- Preparar medidas legislativas que estipulen códigos de zonificación y restricciones aplicables, reglamentos de construcción y nivelación, y cualquier otro mecanismo legal que sea necesario.
- Incluir una adecuada financiación para medidas de mitigación de amenazas.
- Involucrar al sector privado en el programa de reducción de vulnerabilidad.
- A fin de fortalecer los programas locales de reducción de vulnerabilidad, establecer programas nacionales de capacitación y concientización en materia de amenazas para los residentes de las poblaciones y asentamientos. Este ha sido el caso de los programas de asistencia técnica de la OEA en Santa Lucía y Grenada.
- Lograr un amplio apoyo político utilizando medios de comunicación, programas de capacitación y contactos con organismos locales. Utilizar los productos obtenidos en los estudios (fotos, mapas, gráficos, etc.) para la comunicación masiva. Hacer participar al personal involucrado en los estudios, en asambleas públicas a fin de promover el concepto de reducción de vulnerabilidad.
- Agilizar la ejecución de proyectos que incluyan mitigación de amenazas. En caso de que haya una reducción presupuestaria, se debe reducir la cantidad de proyectos y no eliminar las medidas de mitigación.

## **2. Ventajas que ofrece la planificación del desarrollo integrado en el manejo de amenazas**

A pesar que en América Latina y el Caribe la planificación del desarrollo integrado y el manejo de amenazas se consideran procesos paralelos con muy poca interacción, es claro que funcionarían más efectivamente si se realizaran de forma coordinada, ya que tienen las mismas metas (protección de la inversión y mejoramiento de la calidad de vida) y tratan con unidades geográficas similares. Algunas de

las ventajas resultantes de dicha coordinación son:

- Las medidas de reducción de vulnerabilidad tienen más posibilidades de ser adoptadas cuando forman parte de un conjunto de medidas de desarrollo. Esta posibilidad aumenta, si las mismas forman parte de proyectos específicos y no son propuestas individuales de mitigación de amenazas. Al incluir componentes de reducción de vulnerabilidad en un proyecto de desarrollo, se puede mejorar la relación costo-beneficio en la totalidad del proyecto, si se consideran las amenazas naturales en la evaluación. Un claro ejemplo es el estudio sobre reducción de vulnerabilidad en el sector energía de Costa Rica.
- Al realizar las actividades en forma conjunta la generación y uso de datos será más eficiente. Por ejemplo, los sistemas de información geográfica creados para el manejo de amenazas pueden satisfacer ciertas necesidades generales de planificación.
- El costo de reducción de vulnerabilidad es menor cuando las medidas de reducción forman parte del proyecto original y no cuando se las incorpora como una modificación al mismo a raíz de un análisis sobre el impacto de los eventos. El costo es aún mayor si lo que se efectúa es un proyecto específico de reducción de riesgo independiente del proyecto de desarrollo original, requiriendo que se duplique el personal, la información y los equipos.
- Los intercambios de información entre los organismos de planificación y los de preparación para emergencias enriquecen el trabajo del primero y alertan al segundo sobre aquellos elementos cuya vulnerabilidad no va a ser reducida en las actividades de desarrollo propuestas. Por ejemplo, en el estudio de vulnerabilidad hacia los eventos naturales del turismo en Jamaica, se propusieron soluciones para la mayoría de los problemas que se identificaron, pero para otros no se pudo encontrar soluciones económicamente viables. Se informó a la industria turística y al organismo nacional de preparación para emergencias sobre esta situación.
- Los organismos de planificación, dada su visión más amplia sobre necesidades y disponibilidad de datos, pueden colaborar con las instituciones científicas y de ingeniería a efectos de orientar sus actividades de investigación. Por ejemplo, cuando un equipo de planificación determina que un volcán de corta periodicidad ubicado cerca de una población no está siendo monitoreado, puede recomendar un cambio con el fin de que el organismo responsable incluya esta actividad entre sus actividades prioritarias.
- La adopción de medidas de reducción de vulnerabilidad en los proyectos de desarrollo, favorece aquellos segmentos de población con menos posibilidades de exigir que se tomen este tipo de medidas como una actividad independiente. Un claro ejemplo de esta situación fueron los componentes de mitigación de derrumbes en el estudio de la zona metropolitana de Tegucigalpa: los principales beneficiarios fueron los residentes más pobres que vivían en las áreas más propensas al riesgo.







---

# Estrategias de mitigación de amenazas en la formulación de proyectos

---

[1. Incorporación de medidas de mitigación de amenazas en proyectos de inversión](#)

[2. Métodos de evaluación de riesgos](#)

---

La incorporación de medidas de mitigación de amenazas naturales en proyectos de inversión, consume recursos financieros y técnicos. Por tal motivo, las evaluaciones de riesgo deben estimar el daño que el proyecto pueda sufrir durante su vida útil e incluir un método para estimar los costos y los beneficios de la mitigación. Contando con esta información, el planificador puede comparar los costos de mitigación con el valor de las posibles pérdidas en caso de que no se consideren los riesgos.

Teóricamente, y si la información disponible es adecuada, es posible alcanzar un nivel óptimo de manejo de amenazas haciendo un balance entre el costo de mitigación, el valor de los elementos en riesgo y la posibilidad de ocurrencia de un evento natural. Para alcanzar el nivel óptimo se requieren varios cambios institucionales:

- Los gobiernos y organismos de asistencia para el desarrollo necesitan tener acceso a información sobre amenazas naturales.
- Las instituciones nacionales y regionales de planificación y los organismos sectoriales, deben llevar a cabo las evaluaciones de amenazas naturales necesarias y formular políticas sobre medidas de mitigación no estructurales.
- Estas políticas, a su vez deben formar parte del proceso de identificación y preparación de proyectos de inversión.
- Los organismos financieros y donantes deben asumir su propia revisión de inversiones individuales desde el punto de vista de los riesgos.
- Debería existir un sector privado de seguros importante, para optimizar el manejo de amenazas y para repartir los costos de los desastres inevitables entre toda la sociedad.

A juzgar por las crecientes pérdidas sufridas en importantes proyectos de inversión como consecuencia de tormentas, terremotos, inundaciones y derrumbes que en gran medida podrían haber sido evitados, parece concluirse que los gobiernos no otorgan la prioridad adecuada a las medidas de mitigación de amenazas naturales. Entre las posibles explicaciones tenemos:

- Los gobiernos creen que el riesgo es limitado y que el ahorro potencial por la mitigación es pequeño.

- Las presiones políticas y financieras no favorecen en el presente un incremento del costo para evitar posibles pérdidas en el futuro.
- Si sobreviene un desastre, los organismos internacionales generalmente prestan asistencia.
- La resignación popular: se tiende a pensar que los eventos naturales son inevitables, desconociéndose la posibilidad de adoptar medidas de mitigación no estructurales.
- Las dificultades para realizar los análisis, fortalecer las instituciones y llevar a cabo las decisiones, desalientan el esfuerzo.
- Los costos políticos, financieros y sociales que trae consigo la evaluación y mitigación de amenazas, pueden ser mayores que los beneficios.
- Existen algunos problemas metodológicos en el análisis costo-beneficio, incluyendo el hecho de que no todos los costos o beneficios relacionados con los desastres son cuantificables.
- Los costos recaen sobre instituciones públicas que no se ven beneficiadas directamente por prevenir las posibles pérdidas.

Por razones similares, los organismos internacionales de asistencia para el desarrollo, no siempre prestan la suficiente atención a las amenazas naturales que pueden afectar aquellos proyectos para los cuales ellos prestan ayuda financiera o proporcionan asistencia.

# 1. Incorporación de medidas de mitigación de amenazas en proyectos de inversión

La preparación de proyectos de inversión consta de seis etapas: la idea de proyecto, perfil, análisis de prefactibilidad, análisis de factibilidad, diseño técnico y ejecución. Algunas instituciones requieren la inclusión de la consideración de las amenazas naturales en las últimas etapas de la preparación del proyecto, generalmente en la fase de diseño técnico. Si bien esto es preferible a que directamente no se los considere, debe remarcarse que cuanto antes se consideran los riesgos, más fácil es su tratamiento en el proyecto.

Como se mencionó en la sección anterior, la Fase II del proceso de planificación del desarrollo se dedica principalmente a la preparación de los análisis de prefactibilidad y factibilidad. Los siguientes factores pueden incorporarse en estos análisis relativamente fácil y esto mejorará la evaluación del riesgo del proyecto:

- La incidencia de los eventos naturales en el área de estudio.
- La incidencia de los eventos naturales en las áreas de mercado del proyecto.
- La vulnerabilidad de los insumos requeridos por el proyecto que puedan afectar su disponibilidad y costo.
- La vulnerabilidad a los eventos naturales de los precios de los productos generados por el proyecto.

- La vulnerabilidad de las estructuras físicas y procesos de producción relacionados con el proyecto.
- La efectividad y costo de adoptar medidas alternativas de mitigación.

Los principales componentes de un estudio en los que las amenazas naturales deberían ser consideradas, aparecen enumerados en el recuadro siguiente.

Tanto las medidas estructurales como las no estructurales pueden reducir los efectos de los eventos naturales más peligrosos. Las medidas de **mitigación estructurales** incluyen medidas y normas físicas, tales como códigos de construcción, especificación de materiales y estándares de rendimiento en la construcción de edificios, readaptación de las estructuras ya existentes para aumentar su resistencia y mecanismos de protección, como por ejemplo diques. Las medidas de **mitigación no estructurales** se concentran principalmente en identificar las áreas de alto riesgo y limitar su uso. Algunos ejemplos de medidas no estructurales son la zonificación del uso de la tierra, selección de lugares para edificación, incentivos fiscales, programas de seguros, reubicación de residentes y establecimiento de sistemas de alerta. En la Figura 7 se presentan varios métodos para reducir los efectos de los eventos naturales.

### **PRINCIPALES COMPONENTES DE UN ESTUDIO DE FACTIBILIDAD EN EL CUAL SE DEBE CONSIDERAR INFORMACION SOBRE AMENAZAS NATURALES**

#### **Estudio de Mercado**

- a. Determinación de las áreas del mercado
- b. Análisis de oferta y demanda del producto
- c. Análisis de precio
- d. Estrategias de comercialización

#### **Determinación del Tamaño y Ubicación del Proyecto**

- a. Demanda actual y esperada
- b. Limitantes técnico-económicas en el tamaño
- c. Disponibilidad geográfica y por temporada de productos
- d. Costos de los productos por área geográfica y por temporada
- e. Proximidad del mercado
- f. Facilidades de transportación y comunicaciones
- g. Incentivos legales y financieros existentes

#### **Ingeniería de Proyecto**

- a. Selección de tecnología para producción
- b. Especificación de los equipos
- c. Ubicación y diseño de infraestructuras y edificios
- d. Flexibilidad del proceso de producción
- e. Agenda de operación

#### **Cálculos de Inversión**

- a. Inversiones de capital
- b. Equipos y edificios
- c. Recursos naturales y tierras disponibles
- d. Ingeniería y administración de la implementación

### **Análisis de Flujo de Caja**

- a. Insumos y otros materiales
- b. Energía y combustibles
- c. Seguros e impuestos
- d. Ganancias por ventas

### **Evaluación Financiera**

- a. Puentes financieras
- b. Condiciones de financiación

Probablemente, para los países en desarrollo las medidas de mitigación no estructurales sean la mejor alternativa, ya que las medidas estructurales tienen un costo directo que debe sumarse al costo del proyecto. Dada la renuencia actual de considerar las amenazas naturales dentro de los proyectos, el costo adicional de dichas medidas será ciertamente una limitante. Esto no quiere decir que las medidas de mitigación no estructurales no tengan costo alguno, sino que por ejemplo en un área sujeta a inundaciones, los costos económicos y sociales de medidas tales como zonificación restrictiva y seguro de cosechas, probablemente serán muy inferiores a los que requeriría un sistema de control de inundaciones. Tampoco deben adoptarse todas las medidas posibles de mitigación, sino solamente aquellas cuyos beneficios superen los costos.

La experiencia en América Latina y el Caribe indica que las actividades más afectadas por eventos naturales son los grandes proyectos de desarrollo, que son precisamente aquellos que podrían haber sido reorientados considerando las medidas de mitigación no estructurales adecuadas.

En resumen, una vez evaluada la viabilidad técnica y económica del proyecto en el estudio de prefactibilidad, deben estimarse los costos de las medidas de mitigación. En el estudio de factibilidad, al considerar las alternativas del proyecto, deben seleccionarse las opciones que ofrezcan mejores posibilidades para la mitigación de amenazas. La evaluación económica final debe incluir consideraciones de riesgos, y el diseño técnico definitivo debe incorporar las medidas estructurales y no estructurales óptimas para la mitigación de las amenazas.

## **2. Métodos de evaluación de riesgos**

Son varios los asuntos que se toman en cuenta al decidir si las amenazas naturales deben, o no, ser consideradas en la planificación del desarrollo y en la formulación de proyectos, y si se consideran, cómo debe hacerse.

Primero, muchos gobiernos y organismos financieros internacionales no están convencidos de que sea apropiado considerar las amenazas naturales al evaluar proyectos. Más adelante en este documento, se indican las razones de tal postura.

Segundo, el personal directivo se enfrenta continuamente con objetivos competitivos y contradictorios, entre los cuales la reducción de amenazas naturales es sólo uno más. La técnica denominada análisis multicriterio puede ofrecer un camino para decidir la importancia relativa que se le debe adjudicar a los distintos objetivos, aún antes de haberse identificado y formulado los proyectos.

Tercero, determinados grupos de interés pueden apoyar u oponerse vehementemente a un proyecto. Si se

requiere que los proyectos seleccionados sean en beneficio de la sociedad en conjunto, se deberán encontrar soluciones para tales conflictos que puedan ser más o menos satisfactorias para todas las partes.

Una vez resueltos estos asuntos, se necesitará llevar a cabo una evaluación objetiva de riesgos como parte de la evaluación general del proyecto de inversión. Hay varios métodos de evaluación económica que sirven para este propósito.

### **Actitudes Hacia el Peligro que Imponen los Eventos Naturales**

¿Deben considerarse los riesgos naturales al analizar proyectos en el sector público? El inversionista del sector privado tiende a rechazar propuestas de proyectos de alto riesgo, pero hay quien considera que los gobiernos deben tomar una posición neutral frente al riesgo. Dado que los costos y los beneficios de los proyectos públicos se comparten entre toda la sociedad, el riesgo que cada individuo enfrenta es mínimo. Como los riesgos están ampliamente repartidos, la pregunta es si los gobiernos deberían ser indiferentes frente a dos proyectos similares, uno de alto y otro de bajo riesgo, siempre que ambos tengan el mismo valor presente neto.

Comparemos por ejemplo, dos propuestas de represas de uso múltiple, ambas con una vida útil de 100 años. La represa A se construiría en tierras geológicamente estables; la represa B se construiría en tierras con un 70 por ciento de probabilidad de sufrir un terremoto de magnitud 7.5 en la escala de Richter antes del año 2010. Si no se considera el riesgo futuro, la represa B tiene un valor presente neto mayor y el país se inclina hacia dicho proyecto. Si se incluyen los elementos de riesgo, el valor presente neto de la represa B es inferior al de A. Por lo tanto, sería más conveniente construir la represa A.

Desde el punto de vista del banco internacional que financiará el proyecto, el gobierno solicitante del préstamo estará obligado a devolverlo en cualquier caso. Dichos bancos están tratando de inculcar un sentido de responsabilidad fiscal en la planificación y ejecución de sus convenios de préstamos. El banco es indiferente con respecto a la elección de una u otra represas (A o B) desde el punto de vista de la devolución del préstamo, pero lógicamente debería preferir la represa A ya que es la alternativa más responsable en términos fiscales. Sin embargo, los bancos pueden interesarse más por los factores macroeconómicos y políticos - específicamente, la capacidad de un gobierno para devolver el préstamo - que por la evaluación de cada proyecto en términos de su posibilidad real de recuperar los costos.

### **Figura 7 DIFERENTES ENFOQUES PARA REDUCIR EL EFECTO DE LAS AMENAZAS NATURALES**

#### **Preparación de Estudios y Planes de Desarrollo**

- Planos e inventarios de instalaciones comunitarias
- Planes de desarrollo económico
- Evaluaciones de proyectos de inversión
- Plan de subdivisión de tierras
- Planes e inventarios para el transporte y el uso de la tierra
- Planes de seguridad pública

#### **Ubicación, Diseño y Construcción de Estructuras Seguras**

- Reconstrucción después de un desastre
- Reconstrucción o reubicación de las instalaciones comunitarias
- Reconstrucción o reubicación de las empresas públicas

Reparación de represas

Investigaciones en zonas específicas y evaluaciones de riesgo

Reacondicionamiento de edificios

Ubicación y diseño de instalaciones críticas

### **Desaliento de Nuevos Proyectos de Desarrollo o Eliminación de los ya Existentes**

Explicar detalladamente los riesgos presentes en el área a los compradores de bienes raíces

Utilizar incentivos financieros o técnicas de desaliento

Políticas prestatarias y de seguros

Ubicación de infraestructuras

Carteles indicadores de las amenazas potenciales

Adquisición pública de las áreas que imponen peligro

Educación e información pública

Registros públicos de las amenazas

Eliminación de estructuras peligrosas

### **Regulación del Desarrollo**

Ordenanzas de edificación y nivelado

Regulaciones de diseño y construcción

Informes de ingeniería, geológicos, hidrológicos y sismológicos

Regulación e investigación de las zonas de amenaza

Zonificación del uso de la tierra y normas espaciales

Ordenanzas de subdivisión

### **Preparación y Respuesta a Desastres**

Anticipación de los daños que puedan sufrir las instalaciones críticas

Inspección de daños y procedimientos de recuperación y reparación

Ejercicios de entrenamiento para desastres

Planes de respuesta a emergencias

Planes de predicción y respuesta a eventos

Planes de preparación para eventos

Sistemas de monitoreo y alerta

Actividades de preparación del personal

Fuente: Kockelman, W.J. U.S. Geological. Survey.

La OEA, a través de su participación en el Comité de Instituciones Internacionales de Desarrollo sobre el Medio Ambiente (CIDIE), conjuntamente con otras organizaciones conscientes del impacto de las amenazas naturales en los proyectos de desarrollo, procuran modificar este punto de vista.

### **Establecimiento de Criterios y Prioridades de Evaluación**

El análisis multicriterio, o análisis de objetivos múltiples conflictivos, es una técnica para la incorporación explícita de los diferentes objetivos y prioridades de la sociedad en la selección de proyectos. El mismo, se ha utilizado en evaluaciones de medio ambiente y ha ido ganando aceptación

como medio para enfocar este asunto tan complejo. El análisis implica el establecimiento de un conjunto de objetivos y un subconjunto de atributos que representen alternativas sociales, económicas, políticas, de medio ambiente y otras finalidades generales que deben ser satisfechas por proyectos específicos. Los grupos sociales pertinentes (gobierno, grupos de interés, líderes de comunidad, etc.) participan en el establecimiento de los objetivos y atributos, así como en la jerarquización relativa de los mismos de acuerdo a su importancia. De esta manera, pueden evaluarse los proyectos en términos de su capacidad para satisfacer los objetivos establecidos. Asimismo, permite analizar un proyecto individualmente o comparar varios proyectos. La vulnerabilidad a amenazas naturales puede introducirse en el análisis conjuntamente con los demás objetivos.

Es importante recordar que son los directivos de alto nivel y no los planificadores, quienes en definitiva toman las decisiones sobre alternativas de inversión pública. El valor del análisis multicriterio, en contraste con los métodos tradicionales de selección de proyectos, es que les obliga a formalizar explícitamente sus criterios de evaluación. Por razones económicas o políticas, la mayoría de las personas encargadas de tomar las decisiones darán una alta prioridad a los proyectos de baja vulnerabilidad.

El análisis multicriterio puede utilizarse a lo largo del ciclo del proyecto, desde la identificación de la idea original hasta el estudio de factibilidad. Dada su eficacia en identificar los proyectos más apropiados, o componentes de los mismos, su uso en las primeras etapas de la planificación maximiza los beneficios.

## **Resolución de Conflictos**

La construcción de una represa para el control de inundaciones y generación de energía puede servir los intereses de la industria y de los gobiernos municipales, pero para los agricultores, puede significar una reducción en la disponibilidad de tierras. Este es solamente un ejemplo de varios, en los que distintos sectores pueden tener posiciones válidas pero contradictorias. El concepto de "impacto ambiental negativo" puede definirse como el conflicto entre grupos de interés sobre el uso de un bien o servicio natural. En este sentido, los impactos negativos sobre el medio ambiente son las actividades de un sector o subsector que generen problemas en otro. Dado que los patrocinadores de las acciones de desarrollo consideran que éstas son positivas, el resultado es un conflicto de intereses que requiere intermediación. Cuanto antes sea identificado y resuelto este conflicto, mejor. Cabe decir que "cuanto antes" significa en la etapa de formulación de políticas y proyectos, y no después de haber invertido fondos y prestigio en los mismos.

Los organismos sectoriales y sus esfuerzos de planificación no están orientados hacia la identificación o intermediación en este tipo de conflictos. Muchas instituciones financieras tampoco lo están: los proyectos que reciben ya han sido objeto de tanta inversión de tiempo y prestigio que cualquier modificación sería difícil de lograr. Además, con el fin de maximizar la eficacia de sus actividades, las instituciones generalmente prefieren proyectos relativamente grandes, en los que raramente están representados aquellos grupos de interés que carecen de influencia política y económica. Una "planificación del medio ambiente" que busque soluciones equitativas a los problemas de desarrollo y al mismo tiempo permita identificar y resolver los conflictos que el propio desarrollo conlleva, es parte indispensable del proceso de desarrollo.

## **Técnicas de Evaluación Económica**

Ocasionalmente un proyecto que incluya consideraciones sobre riesgos naturales logra vencer el sinnúmero de obstáculos. Existen una serie de métodos para evaluar los riesgos en el análisis económico de un proyecto. Algunos de estos métodos pueden ser aplicados cuando la información disponible sobre riesgos es escasa; otros son apropiados cuando se puede obtener información sobre distribuciones de probabilidad. Todos ellos pueden utilizarse para comparar diferentes proyectos o para comparar alternativas dentro de un mismo proyecto.

Los métodos utilizados cuando la información que existe es limitada, pueden ser aplicados en los niveles de perfil de proyecto, análisis de prefactibilidad o factibilidad. Aquellos que usan información probabilística generalmente se aplican en estudios de factibilidad, pero también pueden usarse en la etapa de prefactibilidad. En todos los casos, los métodos deberían ser aplicados lo más tempranamente posible en el ciclo del proyecto.

### **(1) Criterios de Decisión con Información Limitada**

Existen cuatro métodos de evaluación de riesgo que compensan la falta de información necesaria: período de corte, ajuste de la tasa de descuento, teoría de juegos y análisis de sensibilidad.

**Período de corte.** Este es el procedimiento más duro para incorporar amenazas naturales en el análisis económico. Es utilizado principalmente por organismos privados de inversión, cuyo interés principal es el retorno de capital. Para ser factible económicamente bajo el método de período de corte, un proyecto debe alcanzar beneficios que excedan los costos en relativamente pocos años. Para proyectos de alto riesgo, tales como aquellos con alto riesgo de inundaciones o derrumbes, el período de corte podría ser de dos o tres años. La lógica de la regla del período de corte es que dada la incertidumbre de los costos y beneficios más allá de la fecha de corte, éstos deben ser ignorados al determinar la factibilidad del proyecto. Para determinar el período de corte en el análisis de prefactibilidad, debe buscarse una idea aproximada del grado de riesgo. El método es apropiado en situaciones donde están presentes tres condiciones: (1) hay poca disponibilidad de datos; (2) los posibles eventos son de comienzo rápido; y (3) existe un potencial de daños graves.

**Ajuste a la tasa de descuento.** Al agregarle un porcentaje adicional a la tasa de descuento por concepto de riesgo, se refleja incertidumbre en el análisis de proyecto. Una alternativa es agregarle un porcentaje a la tasa de descuento de los beneficios del proyecto y sustraer un porcentaje a los costos; esto sería un procedimiento consecuente con el hecho de que los riesgos disminuyen los beneficios y aumentan los costos. La introducción de estos porcentajes dentro de los cálculos de factibilidad le otorga menos importancia a la información sobre costos y beneficios futuros. Esto es consecuente con el comportamiento de un inversionista, quien requerirá retornos más elevados para proyectos de más riesgo. El analista que usa este método debe determinar un porcentaje arbitrario para agregar a la tasa de descuento. La misma clase de información que es útil para el método de período de corte, es aplicable para la tasa de descuento y este método es aplicable tanto a eventos de comienzo lento como rápido. También esta información debe obtenerse en la etapa de prefactibilidad de planificación del proyecto.

**Teoría de juegos.** Hay dos estrategias que parten de la teoría de juegos que se pueden utilizar para introducir una evaluación de riesgo dentro del análisis económico de los proyectos: "Máximin-gain" y el "Mínimax-regret". Ambas estrategias pueden ser aplicadas en las primeras etapas de la formulación de proyectos, mientras se va disponiendo de la información necesaria sobre los daños de los pasados eventos naturales. Con esta información es posible estimar los beneficios resultantes de proyectos alternativos equivalentes bajo diferentes grados de severidad de riesgos naturales. Los enfoques de la teoría de juegos



resultan más adecuados para eventos de corto plazo e impacto inmediato, los cuales pueden ser clasificados fácilmente en escenarios de menor/mayor daño.

Teniendo en cuenta los posibles beneficios netos acumulados bajo diferentes condiciones de riesgo, el enfoque de "maximin-gain" busca la alternativa de proyecto que brinde un mayor ingreso neto en el peor de los casos. En esta estrategia la selección de proyectos está basada únicamente en la seguridad, por lo que se la considera conservativa. La estrategia "minimax-regret" considera la suma total de las posibles pérdidas de cada proyecto, dadas las probabilidades de que ocurran eventos naturales. La alternativa que ofrezca las menores pérdidas posibles teniendo en cuenta todos los escenarios, será la seleccionada.

**Análisis de sensibilidad.** Usando este método, un analista prueba el efecto de los cambios en los valores de los parámetros claves (por ejemplo, cortando por la mitad los ingresos de cuotas de admisión o duplicando los costos de mantenimiento) para determinar sus efectos en el valor presente neto (VPN) y en los beneficios del proyecto. Para evaluar el impacto de las amenazas naturales, se cambian los valores de acuerdo con la información existente sobre eventos pasados, registros de daños, etc., de tal manera que se puedan cuantificar los efectos de un posible evento natural en la factibilidad económica del proyecto. Con este tipo de análisis es posible determinar cuanto puede cambiar un parámetro clave antes de que el proyecto se vuelva no viable económicamente. Este análisis también puede utilizarse para probar el efecto de las medidas de mitigación.

## (2) Criterios de Decisión con Información Probabilística

Se podrá llevar a cabo un análisis sobre riesgo más riguroso si se dispone de las distribuciones de probabilidad para las variables claves (tales como valor presente neto). Estas distribuciones pueden estar basadas en información histórica o en las evaluaciones subjetivas de los expertos y, de ser posible, incluirán información probabilística sobre eventos naturales. Las distribuciones probabilísticas del valor presente neto pueden estimarse manteniendo constante un número de variables y tomando repetidamente muestras de valores para otras variables, a fin de calcular un gran número de valores posibles que luego se usarán para aproximar la distribución de probabilidad del valor presente neto.

Una vez que las distribuciones de probabilidad del valor presente neto han sido preparadas para los proyectos propuestos, el valor medio de las distribuciones puede ser comparado. Sin embargo, al considerar solamente el promedio del valor presente neto, se ignora el riesgo relativo del proyecto. Para hacer mejor uso de la información sobre riesgos en una distribución de probabilidad, hay dos métodos disponibles: **análisis de varianza media** y **análisis de seguridad ante todo**. Como lo dice el nombre, el análisis de varianza media considera no sólo el indicador económico medio para cada proyecto, sino también el grado de dispersión (o varianza) en torno a la media. Por ejemplo, consideremos tres proyectos de desarrollo agrícola que se están evaluando para un área susceptible a inundaciones. Los proyectos A y C fueron diseñados sin medidas de mitigación, mientras que el proyecto B contempla la construcción y protección de cuencas afluentes a las obras de derivación, la canalización de los cursos de agua y la construcción de terrazas. Las distribuciones de probabilidad y el valor presente neto de los tres proyectos se representan en la Figura 8.

Los proyectos A y B tienen un valor presente neto que se estima en US\$ 5 millones. Sin embargo, el proyecto A es vulnerable a inundaciones, por lo tanto su valor presente neto podría ser cero. El proyecto B es menos susceptible a daños y tiene un valor presente neto entre US\$ 3 y US\$ 7 millones. Dado que la media del valor presente neto para ambos proyectos es la misma pero el costo del capital del proyecto B es mayor, la sociedad podría elegir el proyecto A. Por el contrario, la sociedad podría decidir que no

puede afrontar económicamente la inversión en un proyecto de gran escala que pueda no dar beneficios en años de inundación, motivo por el cual elegiría el proyecto B. La comparación entre los proyectos B y C es menos evidente. Digamos que el proyecto C tiene un valor presente neto de US\$ 8 millones (US\$ 3 millones más que el proyecto A), pero su varianza también es mayor. La ventaja comparativa entre los ingresos netos más altos y el mayor riesgo, o el valor presente neto más bajo y el menor riesgo, tendrá que ser considerada cuidadosamente por la persona responsable de tomar las decisiones.

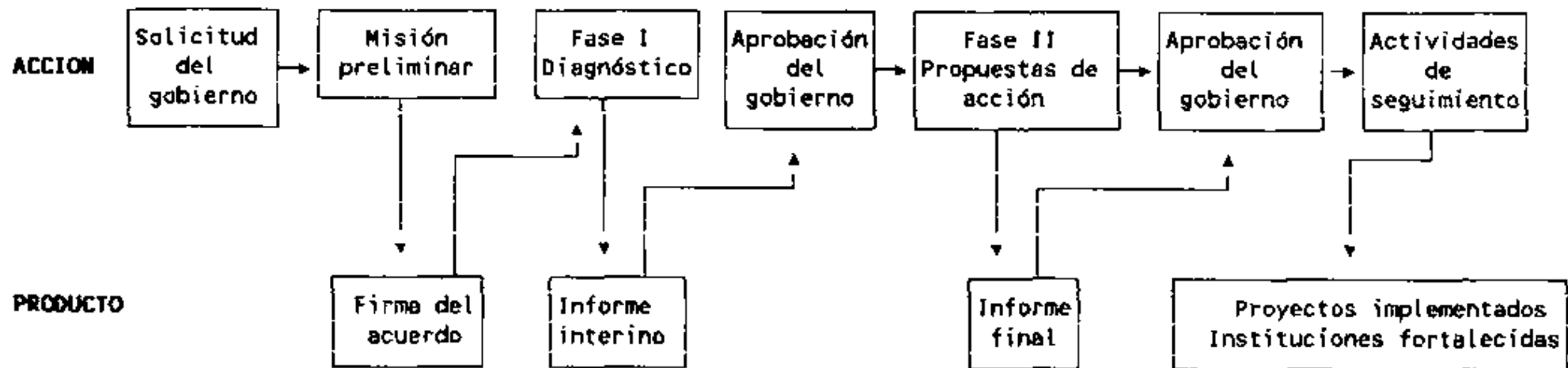
### **Figura 8 - Análisis de varianza media**

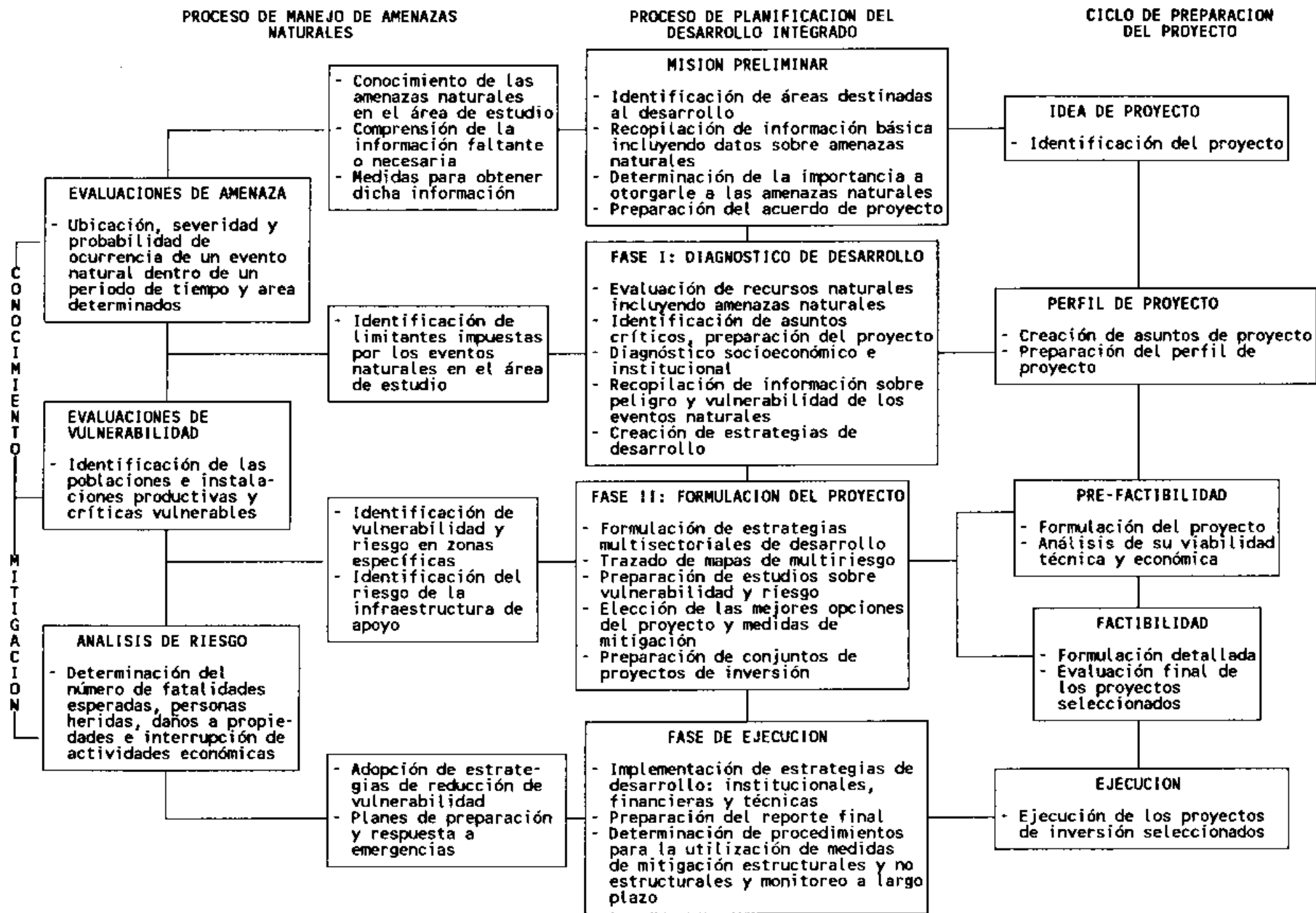
Fuente: OEA. Manual Sobre Manejo de Amenazas Naturales en la Planificación del Desarrollo Regional Integrado. (Washington, D.C.: en proceso de publicación, OEA).

El análisis de seguridad ante todo difiere con el análisis de varianza media, ya que busca maximizar el valor presente neto con la condición de que no caiga por debajo de un nivel crítico. Por ejemplo, el criterio utilizado para seleccionar proyectos podría quedar expresado de la siguiente manera: "Elija el proyecto cuyo valor presente neto sea el más alto, siempre y cuando la probabilidad de que caiga por debajo del US\$ 1 millón sea menor al 5 por ciento."

Se encontrará una explicación más detallada sobre cada uno de estos métodos, en el *Manual Sobre Manejo de Riesgos Naturales en la Planificación del Desarrollo Regional Integrado*.









---

# Estrategias para amenazas específicas

---

[1. Huracanes](#)

[2. Sequía y desertificación](#)

[3. Amenazas geológicas \(Terremotos, Erupciones Volcánicas, Tsunamis\)](#)

[4. Inundaciones](#)

[5. Deslizamientos](#)

---

Las amenazas naturales en la región que más preocupan a los planificadores son:

- Huracanes
- Sequías y desertificación
- Riesgos geológicos (terremotos, erupciones volcánicas, tsunamis)
- Inundaciones
- Deslizamientos

Si bien las amenazas se materializan frecuentemente como eventos inconexos, también pueden superponerse. Por ejemplo, los huracanes y los tsunamis pueden producir inundaciones; los terremotos pueden causar derrumbes; la erosión y la sedimentación son muchas veces el resultado de inundaciones, desertificación o de las malas prácticas de manejo de suelos, más que amenazas en sí. Estas amenazas naturales son las que más preocupan a los organismos de desarrollo, no sólo porque causan los mayores daños a la humanidad y a las propiedades, sino también porque pueden ser agravados por las actividades de desarrollo. Lo más importante de estas amenazas es que en la actualidad hay medios disponibles para reducir su impacto.

Al comienzo de un estudio de desarrollo, el planificador debe determinar, basándose en la información disponible, si en el área de estudio existe alguna amenaza natural en particular que constituya un problema. Si la información existente no es suficiente, el planificador generalmente decidirá no considerar la amenaza en cuestión.

Dada la disponibilidad de nuevas técnicas de evaluación de riesgos, ya no es necesario tomar este tipo de decisiones. La información necesaria para evaluar una amenaza natural puede obtenerse en muchos casos, como parte del proceso de planificación y es posible lograr que las evaluaciones de amenaza formen parte del estudio sin incurrir en costos desmedidos o sacrificando otros aspectos.

La disponibilidad de información determina la estrategia para tratar una amenaza natural en un estudio de desarrollo. La pregunta crucial es, si la información existente o disponible es suficiente para determinar si la amenaza impone un peligro significativo en el área de estudio. Si ésta no fuera suficiente, sería necesario generar información adicional de forma rápida y a bajo costo para que sea factible dentro de dicho estudio. En el caso de **huracanes, desertificación y riesgos geológicos la información disponible**

es **generalmente adecuada, pero en el caso de inundaciones y derrumbes generalmente no lo es** (ver el recuadro en la página siguiente).

# 1. Huracanes

En los países del Caribe los huracanes causan más daños y alteran la vida de más personas que cualquier otro riesgo natural. En México y América Central están en segundo lugar, después de los terremotos. Entre 1960 y 1989 los huracanes causaron 28.000 fatalidades, alteraron la vida de 6 millones de personas y destruyeron propiedades por un monto de US\$ 16 mil millones en la Cuenca del Gran Caribe (excluyendo los Estados Unidos y sus posesiones). Los países pequeños son especialmente vulnerables a huracanes, ya que pueden verse afectados en la totalidad de su área. Sus infraestructuras y actividades económicas principales pueden estropearse con la ocurrencia de un evento.

Sin embargo, lo más significativo es cómo se ha logrado reducir su impacto. La intensidad de los huracanes no ha disminuido, por lo tanto se esperaría que al aumentar la densidad de la población, hubiera aumentado el número de fatalidades, pero de hecho se ha reducido. En 1930, por cada tres personas afectadas por un huracán, una se moría. En 1989 esta relación pasó a ser de un muerto cada 100.000 afectados. La relación entre el valor efectivo de los daños y las fatalidades aumentó de US\$ 5.000 a US\$ 20 millones en el mismo período. La reducción de la tasa de mortalidad se debe principalmente a la mejora de los sistemas de alerta y preparación para emergencias. Se han logrado algunos progresos con respecto a la reducción de daños, pero esto es más difícil.

Se define a un huracán como una gran depresión tropical no frontal o ciclón, con vientos que sobrepasan los 119 km/hr (una tormenta tropical tiene vientos entre 63 y 119 km/hr). La temporada de huracanes en la Cuenca del Gran Caribe es entre los meses de junio y noviembre, y el 84 por ciento de las veces ocurren en agosto y septiembre. Los huracanes causan daños por la potencia de sus vientos, sus precipitaciones y las olas ciclónicas. Los vientos que alcanzan los 162 km/hr causan daños menores, como por ejemplo, rompen ventanas. Cuando sobrepasan esa velocidad, causan daños estructurales. Las precipitaciones fuertes pueden causar el desbordamiento de ríos, poniendo en peligro a todas las estructuras y medios de comunicación de los valles, así como también pueden provocar derrumbes.

## **ESTRATEGIAS PARA INCORPORAR CONSIDERACIONES DE AMENAZAS NATURALES EN LOS ESTUDIOS DE PLANIFICACION DEL DESARROLLO BASANDOSE EN INFORMACION DISPONIBLE**

**Huracanes.** Si se encuentra que los huracanes son una amenaza, el estudio puede considerar directamente estrategias para reducir la vulnerabilidad. En cuanto se descubre que el proyecto está en un área propensa a huracanes, se puede llevar a cabo acciones de mitigación usando técnicas ya establecidas estructurales y no estructurales, ya que no existe una manera práctica de relacionar las estrategias de mitigación con las diferentes intensidades de un huracán.

- La sección de huracanes discute cómo prepararse para tormentas de manera tal que se puedan reducir los daños que éstas causan, con énfasis en los procedimientos más adecuados para pequeñas ciudades y poblados.

**Desertificación.** La información disponible para la región es muy general, pero puede aumentarse para un área de estudio fácilmente y de manera poco costosa hasta el punto que sea necesario para la

orientación política y la identificación y formulación de proyectos. El potencial de desertificación debe pulirse en el contexto de un estudio de desarrollo, precisamente porque el grado de ese potencial está directamente relacionado con el impacto de las actividades de desarrollo en condiciones naturales.

- La sección de desertificación enumera los potenciales de desertificación de cada área sujeta a este riesgo, por división política (estado, departamento, provincia). Asimismo, da las pautas para preparar un análisis de desertificación utilizando solamente cuatro parámetros, disponibles mundialmente.

**Amenazas Geológicas.** La información disponible sobre terremotos, amenazas volcánicas y sobre tsunamis es suficiente para determinar en una misión preliminar si éstos constituyen una verdadera amenaza en el área de estudio. La reducción de vulnerabilidad es asunto específico de cada área con énfasis en micro-zonificación, determinación de la severidad y características probabilísticas. Estas determinaciones requieren técnicas relativamente elaboradas y costosas que son apropiadas sólo para estudios de factibilidad o de ingeniería.

- El apéndice contiene listados de las áreas por división política, sujetas a tsunamis y amenazas sísmicas y también menciona la ubicación y un breve historial de todos los volcanes activos en América Latina y en el Caribe. Los listados son suficientes para determinar si estas amenazas constituyen un peligro significativo en el área de estudio.

**Inundaciones y Derrumbes.** La información disponible es muy vaga o inexistente, pero con una combinación de estudios sobre eventos anteriores y nuevas técnicas de trazado de mapas, estas amenazas pueden ser evaluadas a costos y escalas apropiadas a la etapa correspondiente del estudio de desarrollo.

- La sección de inundaciones describe una técnica de trazado de mapas rápida para zonas propensas a inundaciones en escalas de hasta 1:50.000 por medio de interpretación de imágenes de satélite.

La sección de derrumbes describe métodos alternativos dependiendo en la clase de materiales que haya disponibles, para trazar mapas de derrumbes,

La ola ciclónica es una ascensión del nivel del mar causada por vientos dirigidos hacia la costa y por baja presión barométrica. Se han registrado olas ciclónicas de hasta 7,5 metros por encima del nivel del mar. Aquellas que sobrepasan los 3 metros de altura, están causadas comúnmente por fuertes huracanes. Las olas ciclónicas presentan la mayor amenaza para las comunidades costeras. El 90 por ciento de las fatalidades causadas por huracanes se debe al ahogamiento causado por olas ciclónicas. Si la ola está acompañada de fuertes precipitaciones y su llegada a tierra coincide con el pico más alto de la marea, las consecuencias pueden ser catastróficas. El exceso de aguas en el interior crea inundaciones fluviales y la simultánea crecida del nivel del mar bloquea el flujo de los ríos, dejando las aguas sin lugar para dirigirse.

Para evaluar las amenazas a fin de preparar un plan de mitigación de huracanes, el planificador debe primero determinar si el área de estudio se encuentra dentro del cinturón de ocurrencia de huracanes. Si está ubicada en el "pasillo del huracán" (ver Figura 9), el planificador estudia los registros de tormentas pasadas y los usos de la tierra, y los correlaciona con los usos de la tierra y los probables cambios de la población en el futuro. La mayoría de las ciudades en el Caribe se encuentran en zonas costeras bajas amenazadas por olas ciclónicas. La migración de la población hacia estas zonas aumenta su vulnerabilidad. Los sectores económicos más afectados por los huracanes son la agricultura y el turismo.

La banana, uno de los cultivos más importantes del Caribe, es particularmente vulnerable a huracanes. El sector turístico en el Caribe se muestra indiferente ante la amenaza de huracanes. Un hotel que se construye demasiado cerca del mar, no solamente está expuesto a los daños que puedan causar las olas ciclónicas, sino que también interfiere con los procesos normales de formación de playas y dunas, reduciendo la protección natural del ecosistema.

Una vez que los riesgos han sido definidos y cuantificados, los planificadores e ingenieros pueden diseñar los mecanismos de mitigación apropiados. Obviamente estos mecanismos son más eficaces en función de los costos cuando forman parte del plan o construcción original. Algunos ejemplos de medidas de mitigación son: evitar el desarrollo en áreas que puedan ser afectadas por olas ciclónicas o por inundaciones, aplicar estándares de construcción diseñados para resistir los huracanes y proteger a los cultivos de los vientos utilizando protectores. En algunos casos, a costos más altos, se pueden modificar los edificios existentes para hacer que sean más resistentes, pero una vez que un proyecto está construido en un área propensa a inundaciones, puede no ser factible trasladarlo a tierras más seguras.

En las tres últimas décadas, la capacidad de pronosticar y monitorear estas tormentas ha aumentado, lo cual es de gran ayuda para salvar vidas. Puede estimarse el momento y la ubicación de su llegada a tierra, así como el daño resultante. El Centro Nacional de Huracanes de los Estados Unidos utiliza esta información para pronosticar cada seis horas la trayectoria y la intensidad de las tormentas tropicales y de los huracanes en la región Atlántica/Caribe. La Administración Atmosférica y Oceanográfica Nacional de los Estados Unidos (NOAA), ha desarrollado el modelo *Sea Lake Overland Surge from hurricanes* (SLOSH) para simular los efectos de un huracán al aproximarse a la tierra. Esto permite determinar qué áreas deben ser abandonadas y planear rutas de evacuación de las mismas. El modelo SLOSH está disponible en los Estados Unidos y Puerto Rico, y está siendo desarrollado en las Islas Vírgenes. Su uso puede ser expandido a otros países del Caribe y de América Central.

A nivel nacional, las estrategias de mitigación no estructurales incluyen campañas de concientización pública sobre los servicios de alerta y medidas de protección, teniendo en cuenta que los ciudadanos mejor informados serán los que examinen el estado de sus estructuras. Estas campañas han tenido mucho éxito en Las Bahamas, Barbados y Jamaica. La sobrecarga impositiva sobre las inversiones en tierras de alto riesgo, es una estrategia potencialmente importante que aún no ha sido muy utilizada. Los pólizas de seguro también pueden estructurarse de tal manera, que alienten el uso adecuado de la tierra y las medidas estructurales de mitigación. Dentro de las medidas estructurales importantes se encuentran los códigos para el control del diseño y la construcción de edificios, y en obras públicas la construcción de rompeolas, canales de desviación y compuertas de control de olas ciclónicas y la plantación de líneas de árboles que sirvan de protección contra vientos.

Todos estos enfoques pueden ser efectivos en las grandes urbes donde las comunicaciones y la organización institucional son adecuadas. Pero, las oficinas nacionales de preparación para emergencias generalmente no cuentan con los recursos necesarios para funcionar eficientemente en zonas poco pobladas cuando se enfrentan con grandes catástrofes como los huracanes. Una alternativa es preparar a las pequeñas ciudades y poblados para que puedan reaccionar a las emergencias con sus propios medios. La iniciativa de la OEA en varios países del Caribe del Este, realizada en colaboración con el Proyecto Panamericano y Caribeño para la Preparación y Prevención de Desastres (PCDPPP), es capacitar a los gerentes de desastres y líderes de las comunidades locales, tanto en zonas rurales como urbanas, para que puedan organizar la evaluación y mitigación de amenazas naturales dentro de sus comunidades. Con este propósito se prepararon un manual de capacitación y un vídeo. Ambos se concentran en la red de



infraestructuras vitales (transporte, comunicación, agua, electricidad y saneamiento) y en las instalaciones críticas (centros de salud y educación, estaciones de policía y bomberos, instalaciones comunitarias y refugios de emergencia). La combinación entre los esfuerzos de preparación para desastres del programa PCDPPP y la prevención de los desastres mediante la planificación del desarrollo integrado de la OEA, muestra claramente la relación existente entre desastres y desarrollo.

El proceso de capacitación de líderes de la comunidad para que puedan enfrentarse con huracanes consiste de seis pasos:

- Preparar un inventario de las infraestructuras vitales e instalaciones críticas;
- Aprender la operación de estas infraestructuras e instalaciones y la posible interrupción que pueda causar un huracán;
- Verificar la vulnerabilidad de las infraestructuras vitales e instalaciones por medio de inspección e investigación de campo;
- Establecer una relación de trabajo efectiva con los organismos y empresas que administran las infraestructuras y los servicios de la comunidad;
- Inculcar una comprensión del riesgo total que enfrenta la comunidad;
- Formular una estrategia de mitigación.

### **Figura 9 - ocurrencia de tormentas tropicales y ciclones en el hemisferio occidental<sup>1/</sup>**

<sup>1/</sup> Potencia de vientos de 8 Beaufort y mayor

Fuente: Munchener Rock, Mapa Mundial de los Riesgos de la Naturaleza. (Munich, República Federal de Alemania, Munchener Ruckversicherungs: 1988)

Las comunidades pueden usar el manual de la OEA-PCDPPP y el video para autocapacitarse, pero generalmente les es más efectivo tener ayuda externa. La mejor solución es instalar una unidad de capacitación local dentro del gobierno nacional que viaje regularmente a cada poblado para capacitar a los líderes y luego para mantenerlos al día y dar sesiones de práctica.

## **2. Sequía y desertificación**

Las sequías son períodos secos prolongados en los ciclos climáticos naturales. En regiones áridas y semiáridas es común que haya períodos más secos o más húmedos que de costumbre y estas variaciones causan serios problemas. Cuando el período húmedo es más húmedo de lo normal, la gente que tiene ganado aumenta el número de cabezas y los agricultores extienden sus plantaciones a otras áreas que normalmente eran demasiado secas para la agricultura. Cuando llega el período seco, es necesario reducir estos usos, de lo contrario puede morir el tapiz vegetal y el suelo no protegido estará sujeto a la erosión rápida, la cual es un indicador de desertificación.

La desertificación es la expansión de condiciones de tipo desérticas, causada por las actividades humanas con la consiguiente disminución en la producción de biomasa. Se manifiesta como pérdida de suelos productivos, erosión hidráulica o eólica, creación y movimiento de dunas, anegamiento, reducción de la cantidad y calidad de aguas superficiales y subterráneas, y un rápido agotamiento del tapiz vegetal. La

Figura 10 clasifica el nivel de desertificación por país y por subdivisión política (provincia, departamento, estado) en América del Sur y México.

La desertificación es el resultado de la interrelación de varios fenómenos; con frecuencia, la erosión y salinización causadas por el hombre agravan la sequía natural. La erosión hidráulica ocurre en cualquier tipo de pendiente, pero puede acelerarse con el exceso de pastoreo, la deforestación, ciertas prácticas agrícolas, la construcción de carreteras y el desarrollo urbano. Las erosiones eólicas ocurren en tierras llanas que carecen de tapiz vegetal. La erosión trae como resultado la pérdida de nutrientes de suelos, daños río abajo causados por la deposición de sedimentos generados por la erosión y la disminución de la capacidad de almacenamiento de agua.

La salinización generalmente ocurre en tierras irrigadas, donde el control de las aguas es inadecuado. Las sales se acumulan debido a inundaciones en tierras bajas, evaporación de tierras hundidas que no tienen desagüe y crecimiento de aguas subterráneas a nivel de la superficie.

Muchos de los problemas asociados con la desertificación pueden evitarse con una buena planificación. Esto requiere información sobre las condiciones físicas y el contexto sociocultural del área. Si el área tiene potencial de desertificación (como por ejemplo las citadas en la Figura 10), debería hacerse una evaluación sobre la amenaza de desertificación al comienzo del estudio de planificación del desarrollo.

La OEA ha desarrollado un método simple y eficaz para realizar dichas evaluaciones, que puede ser aplicado en las primeras etapas de planificación. Este método utiliza cuatro variables: precipitación, textura del suelo, pendiente y la relación precipitación-evapo-transpiración. Los vientos y otras variables pueden ser importantes en algunas regiones, pero las cuatro aquí mencionadas son aquellas para las cuales hay más datos disponibles. El método define un máximo de 16 unidades para el trazado de mapas, como lo muestra la Figura 11. Cada unidad tiene un conjunto de características que indican los usos de la tierra y prácticas de manejo apropiadas e inapropiadas, y el tipo de problemas que pueden resultar por el uso inadecuado. El mapa resultante de la amenaza de desertificación puede utilizarse para diseñar y evaluar proyectos de desarrollo considerando la escasez de aguas y el potencial de desertificación. Este método, que utiliza datos generalmente disponibles, puede utilizarse en la misión preliminar para lograr una primera estimación del peligro, la cual puede pulirse más adelante en la Fase I.

Hay otros métodos disponibles. Por ejemplo, un estudio realizado por la OEA en el Chaco Paraguayo delineó cuatro grados de severidad del riesgo de desertificación según las características bioclimáticas, características del terreno y presión humana.<sup>2/</sup> Luego se utilizaron estas unidades para sugerir los métodos de manejo de suelos y de prevención que deberían ser incorporados en los proyectos de irrigación y ganadería propuestos.

<sup>2/</sup> Gobierno de la República del Paraguay y Departamento de Desarrollo Regional de la Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos. Desarrollo Regional Integrado del Chaco Paraguayo (Asunción, Paraguay: marzo, 1985).

Las siguientes son algunas medidas de mitigación para el sobrepastoreo, el cultivo de tierras de secano y la salinización. Para enfrentarse con el problema del sobrepastoreo primero hay que reconocer las necesidades de los ganaderos. La reducción del número de cabezas de ganado y la introducción de mejoras tales como cercos alambrados y bebederos puede ayudar. Las técnicas de manejo de pasturas deben satisfacer las necesidades del área, considerando el método más apropiado para terrenos aluviales y colinas arenosas, los tipos de animales que mejor se adapten a las condiciones del área, la estructura

social y el contexto cultural. Los ganaderos estarán mejor dispuestos a aceptar alternativas de manejo que requieran una menor inversión de capital, aunque requieran más tiempo para dar beneficios.

**Figura 10 AREAS CON POTENCIAL DE DESERTIFICACION EN AMERICA DEL SUR Y MEXICO<sup>a/</sup>**

PAIS	Región hiperárida	Suave	GRADO DE DESERTIFICACION		Muy severa
			Moderada	Severa	
ARGENTINA		Catamarca	Chubut	Catamarca	La Pampa
		Chaco	La Pampa	Córdoba	
		Chubut	Mendoza	Jujuy	
		Formosa	Neuquén	La Pampa	
		Jujuy	Río Negro	La Rioja	
		La Rioja		Mendoza	
		Mendoza		Salta	
		Neuquén		San Juan	
		Río Negro		San Luis	
		Salta		Santiago del	
		San Juan		Estero	
		Santa Cruz			
		Santiago del			
		Estero			
BOLIVIA		Cochabamba		Cochabamba	
		Chuquisaca		Chuquisaca	
		La Paz		La Paz	
		Oruro		Potosí	
		Potosí		Tarija	
		Santa Cruz			
		Tarija			
BRASIL			Alagoas		
			Bahia		
			Ceará		
			Paraíba		
			Pernambuco		
			Piauí		

			Río Grande do Norte		
			Sergipe		
COLOMBIA			Atlántico		
			Guajira		Magdalena
CHILE	Antofagasta	Antofagasta	Aconcagua	Antofagasta	
	Atacama	Atacama	Coquimbo	Atacama	
	Tarapacá	Tarapacá	Valparaíso		
ECUADOR		Esmeraldas			
		Guayas			
		Manabí			
MEXICO	Sonora	Baja California	Baja California	Aguascalientes	Chihuahua
		Norte	Norte	Baja California Norte	
		Baja California	Nuevo León	Chihuahua	
		Sur	Sinaloa	Coahuila	
		Sonora	Sonora	Durango	
				Guanajuato	
				Guerrero	
				Hidalgo	
				Michoacán	
				Nuevo León	
				Oaxaca	
				Puebla	
				Querétaro	
				San Luis Potosí	
				Sinaloa	
				Sonora	
				Tamaulipas	
			Zacatecas		
PARAGUAY		Boquerón			
		Chaco			

		Nueva Asunción			
PERU	Ancash	Ancash		Arequipa	
	Arequipa	Arequipa		Ayacucho	
	Ica	Ayacucho		Moquegua	
	La Libertad	Cajamarca		Puno	
	Lima	Huancavelica		Tacna	
	Moquegua	Ica			
	Tacna	La Libertad			
		Lambayeque			
		Lima			
		Moquegua			
		Piura			
		Puno			
		Tacna			
		Tumbes			
VENEZUELA			Falcón		
			Zulia		

<sup>a/</sup> Se define área como la mayor subdivisión política de cada país: provincia en Argentina, Chile y Ecuador; departamento en Bolivia, Colombia, Paraguay y Perú; y estado en Brasil, México y Venezuela. El hecho de que a cada área le corresponda un grado de desertificación no significa que toda el área se encuentre afectada. Más aún, dentro de cada área pueden encontrarse diferentes grados de desertificación cuando hay sectores afectados en diferente escala.

Fuente: Adaptado de: Dregne, H.E. Desertification of Arid Lands (New York, New York: Harwood Academic Publishers GmbH, 1983).

**Figura 11 CLASES DE DESERTIFICACION**

Nivel de Precipitación (mm)	P/ETPa/	Tipo de Textura (% de arena)	Tipo de Pendiente (% de pendiente)	Unidad de Desertificación
Más de 1500		Más de 50	Más de 10	1
			Menos de 10	2
		Menos de 50	Más de 10	3
			Menos de 10	4

Menos de 1500	1.0 o mayor	Más de 50	Más de 10	5
			Menos de 10	6
		Menos de 50	Más de 10	7
			Menos de 10	8
	0.76 - 0.99	Más de 50	Más de 10	9
			Menos de 10	10
		Menos de 50	Más de 10	11
			Menos de 10	12
	0.01 - 0.75	Más de 50	Más de 10	13
			Menos de 10	14
		Menos de 50	Más de 10	15
			Menos de 10	16

<sup>a/</sup> Relación entre precipitación y la evapotranspiración potencial.

Fuente: Organización de los Estados Americanos. Manual Sobre Manejo de Riesgos Naturales en la Planificación del Desarrollo Regional Integrado. (Washington, D.C.: en proceso de publicación).

Las dificultades que presenta la agricultura de secano incluyen precipitaciones escasas e inestables, vientos calientes y secos, dependencia en agricultura extensiva en vez de intensiva, pocas opciones de cultivos, suelos altamente susceptibles a la erosión eólica y cosechas que generalmente no son suficientes para justificar mayores inversiones en agroquímicos o en medidas de control de erosión. Por tal motivo, las perspectivas para mitigar los problemas que presenta la agricultura de secano, no son tan favorables como aquellas para terrenos variados. Los problemas más serios que presenta la agricultura de secano son la erosión eólica e hidráulica y la pérdida de fertilidad de los suelos por la absorción de los nutrientes.

La fertilidad puede mejorarse utilizando fertilizantes (que son costosos a corto plazo, pero la alternativa a largo plazo es la pérdida total de la producción). Los suelos arenosos y los suelos en terrenos de mucha pendiente son los más difíciles de mejorar.

Para mitigar la erosión pueden utilizarse una serie de prácticas muy conocidas de conservación de aguas y de suelos. Estas incluyen el uso de cultivos resistentes a sequías, períodos de barbecho y cubiertas protectoras de material vegetal, la instalación de terrazas de retención de aguas, el adecuado espaciamiento entre las filas de plantas y prácticas especiales, tales como la labranza mínima o cero labranza y dejar los residuos de los cultivos en su lugar después de la cosecha. Con cierta experimentación, es posible encontrar un conjunto de prácticas de manejo que el agricultor acepte y que le brinden mayores ganancias dentro de un corto período de tiempo.

La salinización puede mitigarse con tecnología actualmente disponible. La desalinización es un método práctico para remover los excesos de sales en los suelos, pero requiere un drenaje adecuado. Básicamente lo que es necesario son sistemas de irrigación bien diseñados y correctamente manejados. Para esto es necesario que como mínimo, se consideren las características naturales del suelo (por ejemplo, la

composición química de las aguas subterráneas, la salinidad de los suelos hasta la napa freática, las condiciones naturales de drenaje), que se instalen drenajes profundos para transportar el exceso de agua y evitar el riego excesivo. El exceso de riego es una consecuencia común de la tendencia a no cobrar el costo debido por el agua; ésto puede resultar en su uso constante, lo que producirá saturación hídrica y salinización de suelos.

### **3. Amenazas geológicas (Terremotos, Erupciones Volcánicas, Tsunamis)**

Las amenazas geológicas más destructivas son los terremotos, las erupciones volcánicas y los tsunamis (grandes olas, generalmente causadas por terremotos a las que erróneamente se denominan maremotos). Los derrumbes, que pueden ser provocados por terremotos o por otros mecanismos, están tratados en la Sección 5 de este capítulo.

Las amenazas geológicas se caracterizan por: (1) comienzo muy rápido; (2) impacto geográfico limitado (los fenómenos ocurren en zonas limitadas y claramente definidas de América Latina y el Caribe); (3) falta de predecibilidad, excepto en un sentido muy genérico; y (4) gran poder destructivo (a pesar de su relativa rareza los terremotos, los flujos piroclásticos y las corrientes de fango causadas por erupciones volcánicas, y las inundaciones causadas por tsunamis en áreas urbanas son las amenazas naturales más temidas y destructivas).

Dadas estas características, la mejor manera de enfrentarse a las amenazas geológicas es evitarlas, utilizando medidas de mitigación no estructurales. Como se ha recalado anteriormente, esta estrategia requiere información sobre la amenaza que presentan esos eventos lo antes posible en el proceso de planificación. La información necesaria al comienzo del proceso es muy general, pero en las etapas sucesivas se vuelve más explícita a fin de poder responder las siguientes interrogantes:

- ¿Impone el evento una amenaza en el área de estudio?
- ¿Es lo suficientemente importante el peligro como para justificar la mitigación?
- ¿Qué tipo de mecanismos de mitigación son apropiados?
- ¿Cuáles son los costos y los beneficios de una medida de mitigación en particular, en términos económicos y de calidad de vida?

Para las principales amenazas geológicas existen datos científicos que pueden ayudar a responder la primera pregunta en la mayoría de los países de América Latina y el Caribe, pero hasta ahora no han sido de fácil acceso. Uno de los servicios prestados por la OEA, ha sido recopilar esta información y disponerla de manera apropiada para que los planificadores la utilicen. Esta sección resume la información existente sobre terremotos, erupciones volcánicas y tsunamis.

#### **Terremotos**

Se necesitan dos clases de datos para evaluar el riesgo impuesto por los terremotos: la severidad potencial de los mismos y la probabilidad de que ocurran durante un período determinado. Cuando parte de esta información no existe, se puede hacer una evaluación parcial con la información disponible.

La severidad potencial generalmente se define en base a datos históricos, tomando al terremoto de mayor escala ocurrido en el área como el máximo potencial que pueda alcanzar un terremoto en el futuro en esa misma área. Se ha preparado un mapa de intensidades de terremotos en América del Sur, que delimita las zonas de acuerdo con la escala de Intensidad de Mercalli Modificada (IMM), que es una escala de 12 unidades de intensidades de temblor creciente. Por ejemplo, un terremoto de nivel IMM VI, se define de la siguiente manera: "Sentido por todos; muchos se asustan y corren hacia afuera; se caen chimeneas y revoques y techos; los daños son menores."<sup>3/</sup> Al nivel IMM X, que equivale aproximadamente a la magnitud 7 en la escala de Richter, se le define como: "La mayoría de las estructuras de mampostería y de madera se destruyen; la tierra se agrieta; las vías de tren se tuercen; hay derrumbes." Suponiendo que las medidas de mitigación son difíciles de justificar a nivel IMM VI o menor, es recomendable considerarlas para áreas de nivel IMM VII o mayor.

<sup>3/</sup> Centro Regional de Sismología para América del Sur (CERESIS). Mapa de Intensidades Máximas de América del Sur (Santiago, Chile: CERESIS, 1985).

El riesgo es serio. La Figura 12 muestra doce lugares en América Central y América del Sur con una probabilidad de 50 por ciento o mayor de que ocurra un terremoto de magnitud 7+ dentro de los próximos 20 años. La ocurrencia de temblores destructivos en Costa Rica y Ecuador es casi un hecho (tienen más del 90 por ciento de probabilidades). En el Cuadro A-1 (véase el Anexo A para los cuadros A-1 a A-6) se clasifican de acuerdo a la escala IMM todos los departamentos, provincias y estados en América del Sur que tienen un IMM de VI o mayor. El Cuadro A-2 muestra la probabilidad condicional de que ocurra un terremoto de gran escala en la costa oeste Sudamericana en los próximos 5, 10 ó 20 años, también a nivel departamental, así como la intensidad máxima probable de dicho temblor. Los Cuadros A-3 y A-4 brindan el mismo tipo de información para América Central. En el Manual Sobre Manejo de Riesgos Naturales en la Planificación del Desarrollo Regional Integrado se encontrarán datos similares para México y el Caribe.

Cabe decir que esta información es muy preliminar pero si por ejemplo, se sabe que un área de estudio tiene un 80 por ciento de probabilidad de ser afectada por un terremoto de escala IMM X dentro de los próximos 20 años, el planificador debe reconocer que esa realidad no se puede ignorar.

El trabajo de la OEA con amenazas geológicas se ha concentrado en gran parte en la planificación previa al evento y en medidas de mitigación no estructurales. Por ejemplo, el estudio para el desarrollo integrado de la cuenca de los ríos San Miguel y Putumayo en la frontera entre Colombia y Ecuador, incluyó una evaluación de todos los riesgos naturales que puedan afectar los proyectos identificados. Las zonas donde hay fallas activas - lugares con potencial de terremotos y con tierras inestables que no son apropiadas para infraestructuras - fueron uno de los elementos estudiados.

Las principales amenazas sísmicas son temblores de tierra, fallas en la superficie y propensión a la licuefacción (véase más abajo la sección sobre derrumbes). Una vez que se reconoce la propensidad de un área a terremotos, es importante trazar mapas para delimitar las zonas de alta amenaza. Para algunos países latinoamericanos y del Caribe hay mapas de amenaza ya trazados, pero en general no son muy confiables o útiles para ingenieros, funcionarios del gobierno o planificadores para el diseño de obras específicas. Algunos proyectos nacionales y regionales han comenzado a incorporar avances científicos y tecnológicos en el trazado de mapas de amenazas sísmicas, con lo cual la calidad del trabajo ha mejorado bastante. La disponibilidad de información existente y, en particular su calidad, debe determinarse para las áreas bajo amenaza sísmica y complementarse conforme sea necesario.



La ingeniería especializada en terremotos ha logrado técnicas y materiales de construcción resistentes a temblores de tierra, con excepción de los más fuertes. Las leyes de construcción estipulan el uso y la aplicación de dichas técnicas. La readaptación puede tener importantes beneficios económicos en el caso de edificios grandes e instalaciones públicas, así como también puede salvar la vida de millones de personas cuyas viviendas estén construidas a base de barro. Hay técnicas sencillas que pueden prolongar la resistencia de estas estructuras a temblores, por un tiempo suficiente como para permitir que sus habitantes las abandonen antes de que éstas se desmoronen. Con respecto a las fallas de la superficie, la mejor manera de enfrentarse a esta amenaza es evitando el uso de las zonas angostas propensas al movimiento a lo largo de ellas.

**Figura 12 - ZONAS DE MAYOR AMENAZA SISMICA: AREAS EN AMERICA LATINA CON MAS DEL 50 POR CIENTO DE PROBABILIDAD DE SUFRIR UN TERREMOTO DE MAGNITUD 7 + ENTRE LOS AÑOS 1989 - 2009**

Ubicación	Magnitud (Richter)	Probabilidad (Porcentaje)
Ometepec, México	7.3	74
Oaxaca Central, México	7.8	(72) <sup>a/</sup>
Oaxaca Zona Este, México	7.8	70
Oaxaca Zona Oeste, México	7.4	64
Colima, México	7.5	66
Guerrero Central, México	7.8	(52) <sup>a/</sup>
Sudeste de Guatemala	7.5	79
Guatemala Central	7.9	50
Nicoya, Costa Rica	7.4	93
Papagayo, Costa Rica	7.5	55
Jama, Ecuador	7.7	90
Sur de Valparaíso, Chile	7.5	61

<sup>a/</sup> Los valores de probabilidad expresados entre paréntesis reflejan estimativas menos confiables.

Fuente: Nishenko, S. P. Circum-Pacific Seismic Potential 1989-1999. National Earthquake Information Center, U.S. Geological Survey, Open File Report 89-86 (Reston, Virginia: U.S. Geological Survey, 1989).

## Erupciones Volcánicas

Las principales amenazas volcánicas son los flujos piroclásticos, las corrientes de fango (lahars), los desprendimientos de cenizas, los proyectiles y el flujo de lava. Estas amenazas generalmente no constituyen un problema muy serio en las áreas ubicadas a más de 30 km. del centro del evento, aunque en casos excepcionales un lanar o el desprendimiento de cenizas pueden causar daños hasta una distancia de 60 km. El Cuadro A-5 caracteriza a todos los volcanes "activos" en América Latina y el Caribe. Dado a que algunas de las erupciones más serias han sido causadas por volcanes considerados inactivos, se considera a un volcán "activo" cuando ha erupcionado en los últimos 10.000 años (la Época Holocénica

de tiempo geológico). El grado de amenaza de un volcán se calcula por su periodicidad, considerándose que los de corta periodicidad (intervalos entre erupciones de menos de 100 años) presentan una mayor amenaza que los de larga periodicidad. La información dada para cada volcán incluye su ubicación, periodicidad, última fecha de erupción, la mayor erupción sufrida y las amenazas asociadas a dichas erupciones.

Si un área de estudio está ubicada dentro de los 30 km. del centro de un volcán de corta periodicidad, se deberá preparar un mapa ubicando las amenazas volcánicas y mencionando la posibilidad de ocurrencia y severidad de cada evento cerca del volcán. Existen pocas medidas efectivas para resistir amenazas volcánicas como el flujo de lava o los flujos piroclásticos, a parte de evitar el uso de las zonas propensas a ellos. La adecuada inclinación de techos puede ayudar a reducir los daños.

## **Tsunamis**

Estas impresionantes olas de origen sísmico son causadas por fuertes y repentinos movimientos del fondo del mar, generalmente debido a terremotos. En América Latina constituyen una amenaza significativa en la costa oeste sudamericana, donde cada sismo mar adentro de magnitud mayor a 7.5 puede generar tsunamis. En el Caribe son muy poco frecuentes y causan pocos daños, lo cual hace difícil justificar económicamente medidas de mitigación. Aun en las zonas donde los tsunamis imponen una amenaza significativa, las medidas de mitigación sólo son factibles en centros altamente urbanizados. La construcción de paredes protectoras a lo largo de costas bajas, la plantación de franjas de árboles entre la orilla y las zonas construidas y la zonificación restrictiva son medidas útiles hasta cierto punto, pero la mejor defensa contra esta amenaza son los sistemas de alerta y evacuación.

El Cuadro A-6 presenta una estimación sobre la amenaza potencial de tsunamis en la costa oeste de América del Sur, mostrando la altura potencial de una ola frente a centros urbanos entre Colombia y Chile. Existe este mismo tipo de información para México y América Central.

## **4. Inundaciones**

Las inundaciones generalmente se categorizan de acuerdo a su frecuencia estadística. Por ejemplo, se denomina "planicie de inundación de 100 años" a aquellas planicies que bordean zonas de agua siempre que cuenten con un 1 por ciento de probabilidades de inundarse en un año determinado. Comúnmente se considera que una amenaza de esta magnitud, o mayor, es significativa.

Las prácticas de desarrollo pueden aumentar inconscientemente la amenaza de inundación, aumentando la cantidad de agua que debe ser transportada o disminuyendo el área disponible para absorberla. Los canales de drenaje y las acequias de irrigación, así como otras desviaciones de aguas, pueden alterar tanto la descarga hacia las planicies de inundación como la capacidad de un cauce de transportar dicha descarga. La deforestación o las prácticas de explotación forestal, pueden reducir la capacidad de absorción de agua de un bosque, aumentando la escorrentía en el área en cuestión. Las grandes represas afectan los canales, tanto río abajo como río arriba: el reservorio actúa como una trampa de sedimento y la corriente libre de sedimento que queda por debajo de la represa, socava el cauce. La urbanización de planicies de inundación o áreas adyacentes, resulta en la escorrentía ya que reduce la cantidad de superficie disponible para absorber las precipitaciones. En resumen, en la planificación del desarrollo integrado debe analizarse el efecto que puedan tener los cambios propuestos sobre las inundaciones, así como también se deben identificar las medidas de mitigación apropiadas a fin de incluirlas en los

proyectos de inversión.

El estudio de planificación debe comenzar por establecer las características de los cursos de agua y su propensión a inundaciones. Generalmente esto se hace aforando los ríos, midiendo directamente los niveles de inundación y los intervalos de repetición durante un período de varios años para determinar estadísticamente la probabilidad de eventos determinados. Sin contar con un registro de por lo menos veinte años, se hace difícil llevar a cabo dichas evaluaciones, pero en muchos países los registros de aforamientos son insuficientes o inexistentes. En estas situaciones pueden utilizarse datos de sensores remotos, registros de daños y observaciones en el lugar, a fin de localizar las áreas propensas a inundaciones de intervalo específico.

### **Técnicas de Sensoramiento Remoto para el Trazado de Mapas de Planicies de Inundación**

Los estudios de planificación de desarrollo integrado tradicionalmente no incluyen evaluaciones sobre la amenaza de inundación, sino que dependen de la información existente. Si se necesita información de este tipo, pero la misma no está disponible, se debe llevar a cabo una evaluación dentro del mismo estudio. Si las restricciones de tiempo y presupuesto del proyecto impiden una evaluación detallada y a gran escala, puede prepararse un mapa de planicies de inundación y una evaluación de la amenaza mediante el método foto-óptico, utilizando datos de Landsat y cualquier otra información que pueda encontrarse.

Las inundaciones y las construcciones en una planicie de inundación causan cambios en los cauces de los ríos, las características de sedimentación y los bordes de inundación. Una inundación aparece en la superficie como anomalías en la humedad del suelo, áreas empozadas, socavación de suelos, vegetación dañada y líneas de escombros por varios días o semanas después de que las aguas retroceden. Dado a que las imágenes de satélite pueden proporcionar un historial de estos cambios, las imágenes más actuales se pueden comparar con datos recopilados previamente a fin de determinar las alteraciones durante períodos de tiempo específicos. De manera similar, las áreas inundadas pueden compararse con un mapa de las mismas previo a la inundación.

Cabe señalar que la delimitación de planicies de inundación utilizando datos de sensoramiento remoto, no puede relacionarse por sí misma, directamente con las probabilidades de repetición. Sin embargo, cuando se usan estos datos conjuntamente con otra información (registros de precipitaciones, datos históricos sobre inundaciones), las planicies de inundación delineadas pueden relacionarse con las posibilidades de ocurrencia de un evento. Este método puede revelar el grado de propensión de un área a las inundaciones y puede brindar información útil para una evaluación de riesgo.

Por ejemplo, el Gobierno paraguayo le encomendó a la OEA que delinease las planicies de inundación y determinase la amenaza a lo largo del río Pilcomayo, dada la alta frecuencia de sus desbordamientos. El equipo de la OEA encontró datos de Landsat que mostraban al río en condiciones normales y de inundación, los cuales, después de su procesamiento e interpretación, permitieron trazar los límites de las planicies de inundación y de las zonas peligrosas de forma rápida y acertada. De las imágenes que se obtuvieron en tres momentos distintos, los analistas pudieron identificar las áreas de depósito de sedimentos (Figura 13) y también los cambios en el curso del río (Figura 14). Dado a que ésto fue solamente un análisis preliminar, el mapa se trazó sin verificar la información en el campo, disminuyendo de esta manera el costo. El mapa que abarca una superficie 60.000 km<sup>2</sup> a escala 1:500.000, fue trazado en un mes con un costo de US\$ 3.800.

Las características dinámicas de las inundaciones que pueden causar cambios, como por ejemplo los cambios en el cauce del río o en los límites de las planicies de inundación, pueden monitorearse observando repetidamente cualquier área con satélites de observación terrestre. Además, la distribución espacial de las características que hayan cambiado puede ser trazada en un mapa utilizando técnicas de análisis temporal, desarrolladas desde el lanzamiento del Landsat 1 en 1972.<sup>4/</sup> Se pueden proyectar diapositivas a cualquier escala, de escenas enteras o subdivididas. Las diapositivas pueden ser proyectadas en un mapa básico, en mapas temáticos y en fotografías ampliadas de imágenes de satélite en una banda, a fin de definir las áreas propensas a riesgos naturales para su análisis posterior.

<sup>4/</sup> Deutsch, M. "Optical Processing of ERTS Data for Determining Extent of the 1973 Mississippi River Flood" en R.C. Williams y W.D. Carter (eds.). ERTS 1 - A New Window on Our Planet, U.S. Geological Survey Professional Paper 929 (Reston, Virginia: U.S. Geological Survey, 1976); págs. 209-213.

---- y Ruggles, F.H. "Optical Data Processing and Projected Applications of the ERTS-1 Imagery Covering the 1973 Mississippi River Valley Floods" en Water Resources Bulletin, Vol. 10, No. 5 (1974): págs. 1023-1039.

----, Kruus, J., Hansen, P., y Ferguson, H. "Flood Applications of Satellite Imagery" en M. Deutsch, D. Wiesnet, y R. Rango (eds.). Satellite Hydrology, American Water Resources Association Proceedings from the Fifth Annual W.T. Pecora Memorial Symposium on Remote-Sensing (Sioux Falls, South Dakota: 10-15 June, 1979): págs. 292-301.

Mientras que el precio de la información varía de fuente a fuente y de país a país, el costo de adquisición y análisis de datos, y de preparación de productos analógicos, generalmente oscila entre cuatro y 20 centavos de dólar por km<sup>2</sup>. A un especialista en sensoramiento remoto con experiencia en sistemas de análisis multiespectrales foto-ópticos o computarizados, que cuente con otros estudios de planificación, información complementaria regional y apoyo logístico, le será posible llevar a cabo una evaluación de la amenaza de inundación y preparar un mapa de planicies de inundación que cubra un área de 30.000 a 90.000 km<sup>2</sup>, a una escala de hasta 1:50.000, en aproximadamente un mes.

## 5. Deslizamientos

El término "deslizamiento" evoca la imagen de una gran masa de rocas y desperdicios rodando cuesta abajo, cortando árboles, destruyendo poblados enteros y llevando consigo un viento aullador que destroza todas las estructuras existentes. Esta es una buena descripción para una avalancha, que es un tipo de movimientos masivos de tierra agrupados como deslizamientos. Hay también otros tipos de deslizamientos, algunos son menos dramáticos, pero sin embargo causan mucho daño.

### [Figura 13a - Utilización de imágenes de satélite para detectar el depósito de sedimentos](#)

#### **Leyenda:**

LANDSAT-1 MSS banda 5-negativa.

Subescena (trayectoria 245/fila 76) cubriendo una porción de la represa del río Pilcomayo.

Recopilada el 1 de septiembre de 1972.

### [Figura 13b - Utilización de imágenes de satélite para detectar el depósito de sedimentos](#)

**Leyenda:**

LANDSAT-2 MSS banda 5-negativa.

Subescena (trayectoria 245/fila 76) cubriendo la misma porción de la represa del río Pilcomayo como aparece arriba en "A".

Recopilada el 29 de marzo de 1976.

**Figura 13c - Utilización de imágenes de satélite para detectar el depósito de sedimentos**

**Leyenda:**

Compuesto temporal de las subescenas A y B.

Las flechas indican las áreas de depósito de sedimentos en el intervalo entre 1972 y 1976.

Fuente: DEA, Manual sobre el Manejo de Amenazas Naturales en la Planificación del Desarrollo Regional Integrado (Washington, D.C.: en proceso de publicación).

**Figura 14a - Utilización de imágenes de satélite para detectar cambios en el curso de los ríos**

**Leyenda:**

LANDSAT-2 MSS banda 7 subescena mostrando una extensión del río Pilcomayo.

Recopilada el 30 de marzo de 1976.

**Figura 14b - Utilización de imágenes de satélite para detectar cambios en el curso de los ríos**

**Leyenda:**

LANDSAT-4 MSS banda-7 subescena mostrando la misma extensión del río Pilcomayo como aparece en "A" más arriba.

Recopilada el 12 de octubre de 1982.

**Figura 14c - Utilización de imágenes de satélite para detectar cambios en el curso de los ríos**

**Leyenda:**

Compuesto temporal de las subescenas A y B.

Las flechas indican el cambio en el curso del río Pilcomayo entre 1976 y 1982.

Fuente: OEA. Manual sobre el Manejo de Amenazas Naturales en la Planificación del Desarrollo Regional Integrado (Washington, D.C.: en proceso de publicación).

Para el propósito de manejo de amenazas, se consideran tres tipos generales de movimientos masivos de tierra: (1) derrumbes y avalanchas, (2) flujos y deslizamientos laterales (fenómeno de licuefacción), y (3) desprendimientos de rocas. Los derrumbes y las avalanchas son movimientos muy rápidos de material coluvial a lo largo de pendientes sumamente empinadas bajo condiciones de mucha humedad. Ocurren frecuentemente y cada evento puede causar daños moderados o daños mayores, pero dada su frecuencia el total de los daños es muy grande. La licuefacción se refiere a movimientos rápidos y fluidos de materiales no consolidados en planicies o en pequeñas elevaciones. Estos movimientos terrestres ocurren comúnmente y pueden causar grandes daños. Los desprendimientos de rocas se caracterizan por rocas que caen libremente de acantilados y pendientes empinadas. Cada uno de estos eventos puede causar

pocos daños, pero dada su alta frecuencia en total causan muchos daños y fatalidades.

Los deslizamientos están frecuentemente provocados por terremotos. Sin embargo, también pueden estar causados por erupciones volcánicas, fuertes precipitaciones, crecimiento de aguas subterráneas, socavamiento de ríos y otros mecanismos, por lo que ocurren más frecuentemente que los terremotos.

Las mejores estrategias para mitigar los deslizamientos son evitar la construcción en áreas peligrosas y ciertos usos del suelo que puedan provocar movimientos masivos. A fin de incluir estas estrategias en la planificación del desarrollo se requiere información sobre la posibilidad de ocurrencia de un deslizamiento. Dicha información sólo debe compilarse para aquellas áreas donde en el uso de la tierra presente o futuro sea intenso, ya que la mitigación no es necesaria en áreas de usos no intensivos, tales como en tierras destinadas a pastoreo o a forestación.

A fin de hacer las recomendaciones sobre la intensidad del uso de la tierra, será adecuado contar con un mapa sobre el potencial de deslizamientos, pero para recomendar el manejo de la tierra se requiere información más explícita tal como la que puede brindar un mapa de zonificación de deslizamientos. A continuación se describen los métodos para preparar este tipo de evaluaciones sobre deslizamientos.

El mejor indicador del potencial de deslizamientos es la evidencia de ellos en el pasado. Datos tales como la ubicación, tamaño y estructura de los mismos pueden interpretarse utilizando imágenes tomadas a control remoto (fotografías aéreas e imágenes de satélite). Asimismo, se puede compilar un mapa aéreo mostrando su distribución y pueden interpretarse las zonas con diferentes potenciales de deslizamiento. Dado a que el mapa está basado únicamente en la frecuencia de ocurrencia de los deslizamientos y no en los factores que lo causan, su poder de predicción es limitado.

Los derrumbes y las avalanchas están relacionados con pendientes empinadas, con ciertos tipos y estructuras de roca de basamento y con condiciones hidrológicas particulares. Pueden prepararse mapas con estas características, así como también puede compilarse un mapa de zonificación de deslizamientos superponiendo los factores causantes. Muchos de los datos necesarios, tales como la geología de las rocas firmes y la topografía, pueden ya existir. Los demás datos pueden recopilarse utilizando imágenes de sensoramiento remoto. Los datos geológicos, de pendiente e hidrológicos pueden superponerse para compilar un mapa donde cada unidad sea una combinación de estas tres características. Las actividades de desarrollo (por ejemplo, la conversión de un bosque a tierras de pastoreo o de cultivo que aumenta la humedad del suelo), pueden aumentar la susceptibilidad a deslizamientos y las unidades de características naturales en los mapas pueden ajustarse para mostrar los efectos de estas actividades humanas. Cada una de las unidades resultantes pueden después caracterizarse según su potencial de deslizamiento a fin de proveer las bases para la preparación de un mapa de zonificación.

Puede seguirse el mismo proceso al evaluar el potencial de licuefacción, excepto que para este tipo de movimiento masivo de tierra los factores críticos son la presencia de sedimentos holocénicos no consolidados (arenas y sedimentos que tienen menos de 10.000 años) y una profundidad hasta la capa freática menor a 30 pies.

Un ejemplo es la evaluación de deslizamientos que preparó la OEA a solicitud del Gobierno de Dominica.<sup>5/</sup> El estudio encontró que el origen volcánico del país, causal de las pendientes empinadas y la inestabilidad de las rocas de basamento, juntamente con las abundantes precipitaciones crean condiciones que fácilmente generan derrumbes. Un 2 por ciento del territorio del país se enfrenta a deslizamientos existentes, de los cuales el tipo más común es el flujo de escombros. El equipo encargado de llevar a

cabo el análisis delineó en primera instancia todos los deslizamientos pasados en fotografías aéreas en blanco y negro a escala 1:20.000 y preparó un mapa de deslizamientos a escala 1:50.000. Después, se compiló con información existente un mapa de la geología de la superficie, el cual se superpuso al mapa de derrumbes para determinar qué unidades de roca de basamento estaban asociadas a los deslizamientos existentes. Se encontró que seis de las ocho unidades de roca de basamento estaban asociadas. Después se compiló un mapa de distintas clases de pendiente con la información ya existente. Se definieron cuatro clases que correspondían a los actuales usos de la tierra. Los factores hidrológicos fueron examinados, pero no se pudo establecer ninguna correlación entre la distribución de las precipitaciones o las zonas de vegetación y los deslizamientos. Finalmente se combinaron las unidades de roca de basamento y de pendiente, se compararon las unidades compuestas con el mapa de deslizamientos y se determinó la proporción de cada unidad compuesta sujeta a movimiento.

<sup>5/</sup> Organization of American States. Landslide Hazard on Dominica, West Indies (Washington, D.C.: OAS, February, 1987).

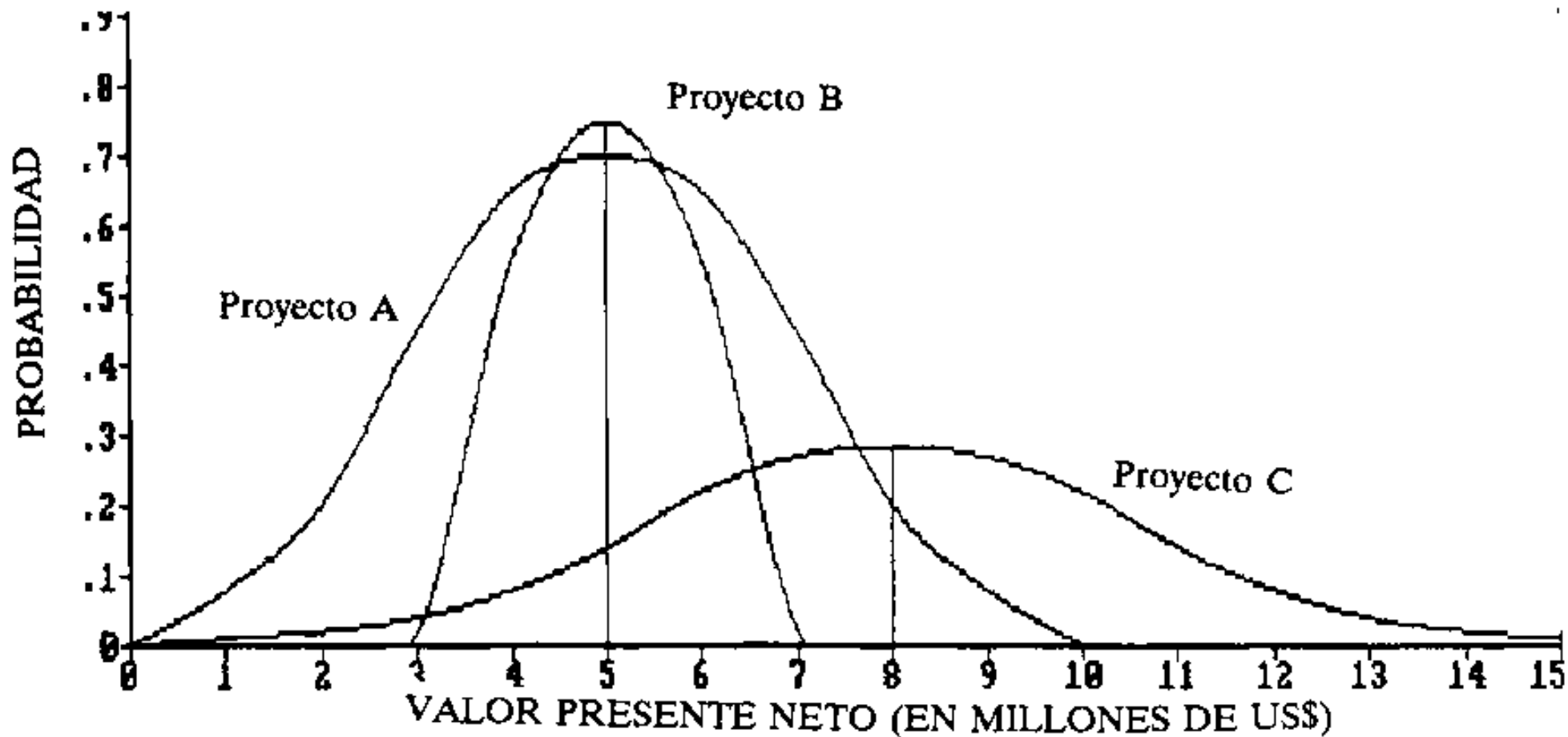
El mapa de amenaza de deslizamiento se utilizó para ubicar las áreas inadecuadas para el desarrollo. Sorpresivamente, también mostró un área de deslizamientos activos que podría embalsar un afluente del río Trois Pitons, amenazando las vidas de la población río abajo. El mapa del país de 290 m<sup>2</sup> de superficie, fue compilado en seis semanas a un costo total de US\$ 13.000.

Lo importante, es que con el uso de técnicas modernas de sensoramiento remoto se puede compilar un mapa de zonificación de amenaza de deslizamiento - que aumenta enormemente la capacidad de un planificador para tomar decisiones adecuadas sobre el uso futuro de la tierra - en uno o dos meses, solamente por el costo del tiempo del técnico y de la adquisición de imágenes.

Por más prudente que sea evitar las áreas peligrosas, no siempre es posible seguir esta estrategia. A menudo, la gente de bajos recursos se establece ilegalmente en las áreas de pendientes empinadas propensas a deslizamientos que rodean muchos centros urbanos en Latinoamérica. Los mecanismos de mitigación de deslizamientos tienden a ser muy costosos en estas circunstancias pero, por lo menos, se debería ayudar a estos segmentos de la población a que eviten establecerse en zonas donde han ocurrido deslizamientos en el pasado, así como debería evitarse recortar la base de una pendiente empinada para no aumentar el área de asentamiento. Estas áreas son más susceptibles a derrumbarse con fuertes precipitaciones, por lo que se deberían tomar medidas de preparación para posibles emergencias.

La licuefacción puede prevenirse con técnicas de estabilización de la tierra o puede acomodarse con diseños de ingeniería apropiados, pero ambas opciones son costosas. Como es el caso de todas las medidas de mitigación, estas propuestas son válidas solamente dentro de los límites de costo-beneficio. Los mecanismos para evitar los riesgos, casi invariablemente darán grandes beneficios en relación a los costos. Los resultados para otros mecanismos no son tan predecibles.









# Estrategias para determinados sectores económicos

- [1. Energía en Costa Rica](#)
- [2. Turismo en Jamaica](#)
- [3. Agricultura en Ecuador](#)
- [4. Estrategias surgidas de los estudios de casos](#)

Los gerentes de organismos sectoriales, tanto públicos como privados, se preocupan por la vulnerabilidad de sus sectores a eventos peligrosos: ¿Qué eventos amenazan cuáles servicios? ¿Cuáles son los puntos débiles? ¿Cuánto daño pueden causar? ¿Cómo afectará el daño las inversiones, los ingresos, el empleo y los ingresos en divisas del sector? ¿Cuál será el impacto de interrumpir  $x$  servicio en la ciudad  $y$  por  $z$  cantidad de días? ¿Qué inversión en mitigación resolvería ese problema? ¿Cuál es el costo-beneficio de dicha inversión? Basándose en la experiencia de la OEA, los sectores que más pueden beneficiarse con evaluaciones de vulnerabilidad son los de energía, transporte, turismo y agricultura, dado que los mismos son los más afectados cuando ocurre un desastre en los países en desarrollo.

A continuación se presentan estudios de casos de tres evaluaciones de riesgos para los sectores de energía, turismo y agropecuario. La sección finaliza con algunas estrategias para llevar a cabo dichas evaluaciones en ciertos sectores económicos.

## 1. Energía en Costa Rica

En 1989 la Dirección Sectorial de Energía de Costa Rica pidió la asistencia de la OEA para analizar la vulnerabilidad de ese sector a riesgos naturales. El estudio comenzó definiendo la naturaleza de los posibles impactos. Estos incluían:

- Destrucción de las infraestructuras; consecuentes pérdidas en inversiones
- Disminución de ingresos en el sector por pérdida de ventas de energía
- Efectos en la producción de bienes y servicios; consecuentes pérdidas de ingreso por empleo
- Pérdida de divisas extranjeras
- Impacto negativo en la calidad de vida.

Era claro que el estudio debía cubrir no solamente los subsectores de energía más importantes, sino también los sectores de servicios y producción que podían afectar o ser afectados por el suministro de energía. Por tal motivo, se incluyeron el sistema de energía eléctrica, el sistema de hidrocarburos, vías ferroviarias, carreteras, telecomunicaciones, el acueducto metropolitano y las principales instalaciones de producción económica. Se analizó la información existente sobre terremotos, erupciones volcánicas, deslizamientos, huracanes, inundaciones, sequías y erosión.

Para evaluar la vulnerabilidad de cada instalación, el estudio utilizó dos métodos simultáneamente: estudios de campo y preparación de un sistema de información geográfica para sobreponer cada riesgo con cada sistema de energía y de servicio. La Figura 15 muestra uno de los mapas generados por el sistema de información geográfica: la amenaza que imponen los derrumbes a las líneas de transmisión. Las matrices preparadas para mostrar estos impactos fueron clasificadas de la siguiente manera:

- Sin impacto
- Amenaza potencial, mayor o menor
- Amenaza presente, mayor o menor

Una rápida evaluación sobre las amenazas descubrió serios problemas. Los mayores impactos causados por cada evento en cada sector, se presentan en la Figura 16. Los problemas más importantes fueron analizados detalladamente y se recomendaron métodos para resolverlos. Algunos ejemplos son los siguientes:

- El peor evento sería un fuerte terremoto o erupción volcánica que abriera una brecha en la represa Arenal o que estropeará las plantas hidroeléctricas de Arenal y Corobici, cortando la mitad de la energía hidroeléctrica del país. La probabilidad de tal evento es baja, pero la magnitud de la posible catástrofe es tan grande que es necesario tenerla prevista. El informe recomendó planes de contingencia para la generación de energía en caso de emergencia y el establecimiento de nuevas plantas de energía fuera del sistema Arenal.
- Hay dos subestaciones críticas y dos líneas de transmisión que están amenazadas por posibles terremotos, derrumbes, erupciones volcánicas, inundaciones y fuertes tormentas de viento. Esta variedad de amenazas hace que la probabilidad de ocurrencia sea moderada, pero la pérdida de cualquiera de estos componentes cortaría el suministro de energía desde el sistema Arenal hasta la región central. El informe recomendó la construcción de una línea alternativa de transmisión que evite los cuatro componentes.
- Periódicamente los deslizamientos dañan un tramo de la vía férrea que transporta productos pesados derivados del petróleo, entre la refinería de la costa Atlántica y una subestación crítica en San José. Como una interrupción prolongada del servicio de la subestación sería una gran catástrofe para la región, y cambiar de lugar las vías sería muy costoso, el estudio recomendó que se construyan instalaciones en un puerto en la costa oeste desde donde se pueda abastecer a San José por tierra.

El gobierno encontró que las recomendaciones eran válidas y está buscando financiamiento para llevar a cabo estudios de factibilidad para los problemas más críticos. Vale destacar la cantidad de problemas serios que se identificaron en un estudio de tres meses y, más importante aún, que varios podrían ser mitigados con inversiones relativamente módicas.

## 2. Turismo en Jamaica

Las condiciones geográficas y climáticas del Caribe y la ubicación de proyectos turísticos sobre o cerca de la playa, hacen que el turismo en esta región sea especialmente vulnerable a desastres naturales. En las islas del Caribe los huracanes presentan la amenaza más seria, pero las inundaciones, derrumbes, terremotos e incendios también causan grandes daños.

Los daños directos causados por el huracán Gilbert a las propiedades y equipo de la industria turística de Jamaica, alcanzaron la suma de US\$ 85 millones. El daño indirecto fue mucho mayor. Solamente en divisas, el costo entre septiembre y diciembre de 1988 fue de US\$ 90 millones, pérdida especialmente penosa ya que se necesitaban las divisas para financiar los programas de rehabilitación. El cierre temporario de los hoteles por reparaciones resultó en menos visitantes a la isla, causando otros efectos indirectos como una pérdida en los ingresos para la compañía aérea nacional y una reducción en los empleos y en la compra de productos y servicios nacionales.

La vulnerabilidad de la industria turística no está limitada a sus propios bienes de capital, como fue demostrado en la experiencia vivida en Jamaica. Los daños a las carreteras, servicios públicos, aeropuertos, puertos y centros comerciales también afectaron la industria. El Gobierno de Jamaica, consciente de la necesidad de reducir los daños de futuros eventos, solicitó a la OEA su cooperación técnica para preparar una evaluación de la vulnerabilidad del sector turístico a las amenazas naturales y recomendar acciones de mitigación.

La evaluación reveló que muchos de los daños sufridos por instalaciones turísticas, así como por otros edificios, fueron causados por fallas en la construcción y mantenimiento de los edificios, particularmente en los techos. Las láminas de los techos estaban mal enganchadas y los techos no estaban bien atados. Las cabezas de los clavos estaban oxidadas. La

fortaleza de las maderas estaba reducida por las termitas y la de los metales por la corrosión. Muchos vidrios volaron innecesariamente debido a su mala instalación y a los malos criterios utilizados en el diseño, pero también porque las ventanas no estaban protegidas contra los escombros arrastrados por el viento. Los desagües obstruidos con escombros forzaron el agua a correr por la superficie, causando erosión y socavación alrededor de los edificios. Hubo escasez de agua porque, debido a la falta de generadores de energía auxiliares, no podía bombearse. Pero, las fallas en la construcción y mantenimiento de los edificios, por más que hayan causado la mayor parte de los daños, son fáciles de corregir: se calculó que prestándole la debida atención a estos asuntos, el aumento en el costo de la construcción habría sido menor a un uno por ciento.

### **Figura 15 - Costa Rica: vulnerabilidad del sector energía a los deslizamientos**

Fuente: Adaptado del Departamento de Desarrollo Regional/Organización de los Estados Americanos (OEA), y de la Dirección Sectorial de Energía/Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas de Costa Rica (MIRENEM). Amenazas Naturales y la Infraestructura Energética de Costa Rica (San José, Costa Rica: informe no publicado, 1989).

### **Figura 16 - NUMERO DE IMPACTOS SIGNIFICATIVOS CAUSADOS POR EVENTOS NATURALES SOBRE INSTALACIONES DE ENERGIA EN COSTA RICA**

	Subsector de Energía Eléctrica				Subsector de Gas y Petróleo <sup>a/</sup>		Sector Transporte	
	Plantas hidroeléctricas	Plantas térmicas	Líneas de transmisión	Subestaciones	Refinerías	Tuberías	Vía ferroviaria	Caminos
Terremotos	-	-	-	15	-	1	-	3
Derrumbes <sup>b/</sup>	-	15	-	8	-	4	6	15
Huracanes								
Inundaciones	-	1	4	4	-	-	4	-
Viento	-	4		2	1	-	4	-
Desbordamiento de ríos	1	1	4	2	-	-	7	1
Erosión	-	-	-	-	-	-	2	-

<sup>a/</sup> Impactos de importancia no confirmados en puertos y subestaciones

<sup>b/</sup> Causados por terremotos, erupciones volcánicas, inundaciones, huracanes

Fuente: Adaptado del Departamento de Desarrollo Regional/Organización de los Estados Americanos (OEA), y Dirección Sectorial de Energía/Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas de Costa Rica (MIRENEM). Amenazas Naturales y la Infraestructura Energética de Costa Rica (San José, Costa Rica: reporte no publicado, 1989).

También se identificaron medidas de mitigación a largo plazo. El estudio recomendó la protección de la vegetación en las playas, la protección de dunas, manglares y arrecifes de coral, los cuales protegen la tierra de la acción de las olas y del viento. La vulnerabilidad a los desastres naturales de las nuevas zonas de construcción debería ser evaluada. Asimismo, deberían hacerse cumplir las reglamentaciones sobre la distancia entre las construcciones y la costa y debería regularse la calidad de las aguas residuales vertidas en el mar para proteger los corales vivos.

En resumen, el estudio preliminar llevado a cabo en un mes, identificó una serie de posibles acciones que podrían reducir considerablemente el impacto de futuros huracanes y otras amenazas naturales. El análisis preliminar indicó que la relación costo-beneficio de muchas de estas acciones sería alta. Concluido el estudio, el Gobierno de Jamaica solicitó el financiamiento del BID para llevar a cabo los análisis de factibilidad de estas propuestas, y para implementarlas. El objetivo final de este trabajo es que el sector turístico alcance una estrategia y un programa que sean prácticos y efectivos para reducir las pérdidas que imponen los desastres naturales.

### 3. Agricultura en Ecuador

En Ecuador, como en la mayoría de los países de América Latina y el Caribe, la agricultura es una de las principales fuentes de ingreso, empleo, inversión y divisas. Sin embargo, es quizá el sector más vulnerable y menos definido en términos de infraestructura y apoyo institucional para enfrentarse a las amenazas naturales. Por ejemplo, en las inundaciones causadas por el fenómeno de El Niño en 1982-83, el sector agrícola sufrió un 48% del daño total de US\$ 232 millones. Más aún, además de generar presiones inflacionarias sobre los precios del mercado interno, el desastre tuvo un gran impacto en la balanza de pagos causado por la pérdida de ingresos de exportación agrícola y la necesidad de importar alimentos básicos para compensar la pérdida sufrida en la producción interna.<sup>6/</sup>

<sup>6/</sup> United Nations Economic Commission for Latin América and the Caribbean (ECLAC). Ecuador: Evaluation of the Effects of the 1982/83 Floods on Economic and Social Development (New York: ECLAC, 1983).

En 1990 el Ministerio de Agricultura de Ecuador solicitó a la OEA asistencia para evaluar la vulnerabilidad de ese sector a las amenazas naturales e identificar estrategias de mitigación adecuadas para reducirla a un nivel aceptable. Estas estrategias serían identificadas como ideas o perfiles de proyecto, algunas de las cuales serían seleccionadas por las autoridades locales para ser estudiadas y evaluadas más profundamente a fin de determinar su factibilidad económica y técnica.

El estudio, realizado a nivel nacional, primero definió 14 de los cultivos más importantes y los agrupó en tres categorías: cultivos básicos destinados a la alimentación, cultivos estratégicos y cultivos de exportación. También se definieron y se localizaron geográficamente los elementos claves que apoyan la producción, procesamiento, almacenamiento, transporte y distribución de los productos agrícolas. Esta información fue superpuesta en un sistema de información geográfica (SIG; véase la próxima sección) con información sobre sequías, erosión, inundaciones, deslizamientos, erupciones volcánicas y amenazas sísmicas.

Al relacionar los datos socioeconómicos a nivel provincial con las áreas propensas a amenazas, el estudio pudo determinar los impactos de los eventos en términos de ingreso sectorial, empleo, inversión, ingreso de divisas y seguridad alimenticia nacional. En base a estos criterios, se seleccionaron las 49 situaciones más críticas. Por ejemplo, se encontró que en el mediano y largo plazo la erosión en la provincia de Carchi podría afectar 11.750 ha de cultivo de papa, que constituye más del 43% de la producción nacional y el 40% y 80% respectivamente, de los empleos e ingresos generados por el sector en esta provincia.

Se identificaron los problemas más serios según los cinco criterios seleccionados y se establecieron las diferentes políticas que alcanzarían los mejores resultados. Por ejemplo, se determinó que las políticas orientadas a evitar el desempleo deben mitigar las inundaciones en la provincia de Guayas y la erosión en la provincia de Tungurahua. Para proteger el ingreso de divisas las acciones más efectivas serían proteger la producción de banana en la provincia de El Oro contra sequías y mitigar los riesgos de inundación en la provincia de Guayas, especialmente en áreas utilizadas para la producción de café y banana.

También se identificaron en el estudio posibles estrategias de mitigación, así como programas y proyectos ya planeados o encaminados dentro del Ministerio de Agricultura y otras instituciones, que serían adecuados para llevar a cabo estas estrategias y estudios más detallados. Un informe con las conclusiones más importantes fue preparado y remitido al gobierno para su consideración. Basándose en las recomendaciones del estudio, el gobierno preparó una propuesta de cooperación técnica para actividades de mitigación de riesgos en el sector por un monto de US\$ 317.000, la cual será presentada ante distintos organismos externos para su financiamiento.

### 4. Estrategias surgidas de los estudios de casos

Las siguientes observaciones son comunes a estos sectores, pero existen otras estrategias aplicables a la evaluación de sectores en forma individual:

**Los sectores son unidades útiles de análisis para examinar temas de evaluación de riesgos y reducción de vulnerabilidad.** Los sectores son reconocibles y legítimos como objetos de un programa. Los bancos basan sus préstamos en ellos. El enfoque sectorial encaja dentro del organigrama de los organismos internacionales financieros y de los gobiernos nacionales. El conocimiento y experiencia de la mayoría de los profesionales técnicos están basados en el enfoque sectorial. La información para llevar a cabo el diagnóstico (Fase I) de un proyecto de planificación del desarrollo integrado, se recopila y analiza en forma sectorial. Los estudios sectoriales no tienen, necesariamente, que limitarse a los sectores económicos ya que tanto los sectores urbanos como rurales y los sectores de bajos ingresos de la población son unidades válidas para el estudio.

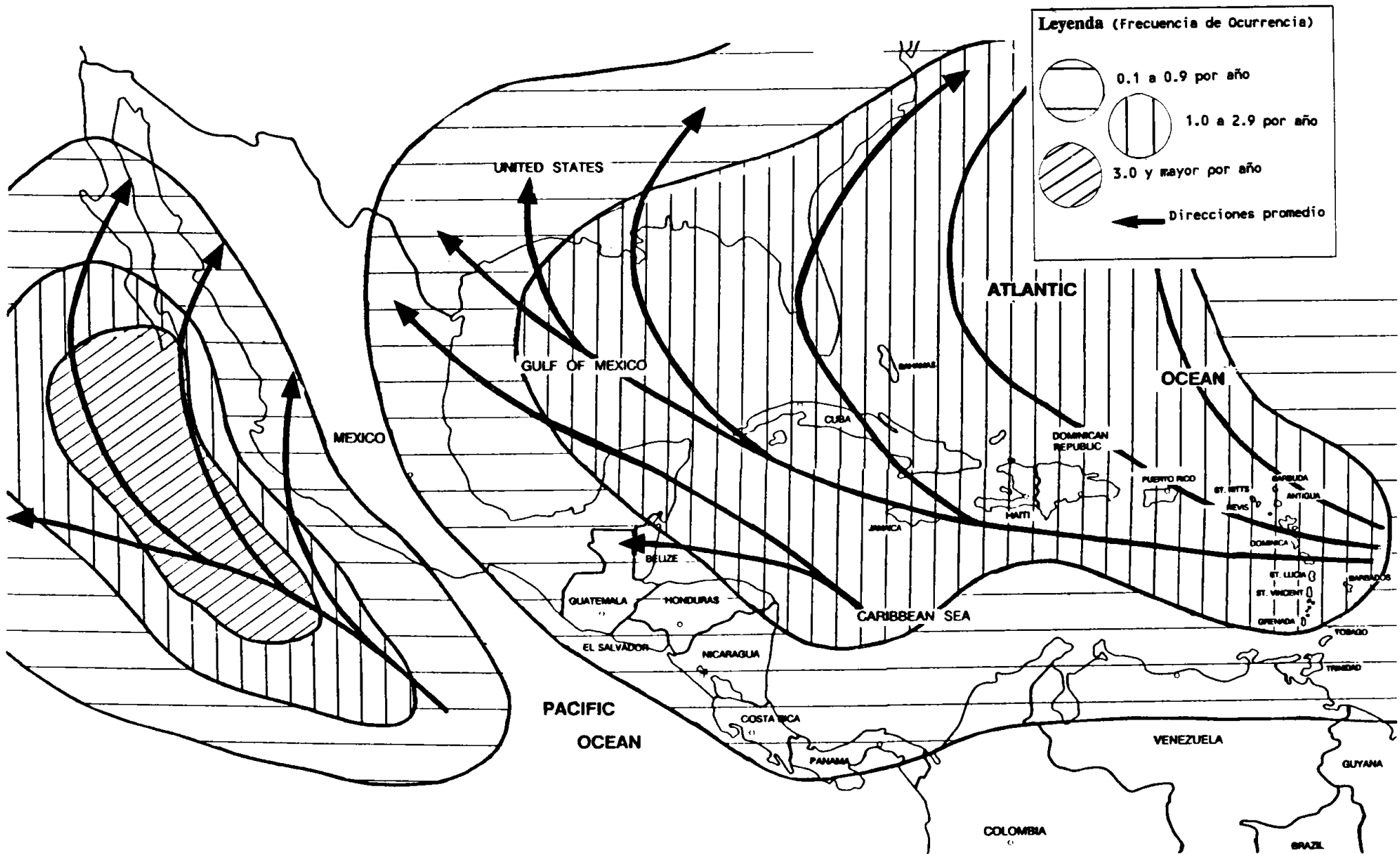
**Las medidas de reducción de vulnerabilidad pueden ser efectivas en función de los costos como proyectos en sí mismos o, lo que es más usual, como componentes de un programa de desarrollo sectorial.** La inclusión de esas medidas puede mejorar la relación costo-beneficio en los proyectos de inversión.

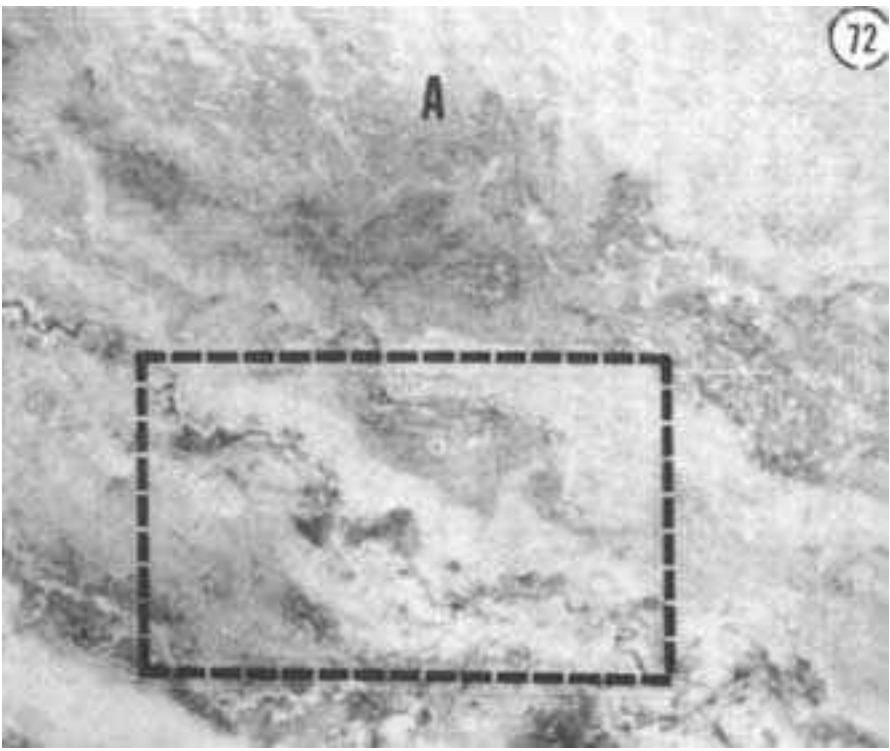
**Los estudios de vulnerabilidad sectorial constituyen un nuevo enfoque que puede considerarse para su inclusión en el diagnóstico (Fase I) de los estudios de desarrollo.** Los estudios iniciales a nivel nacional permiten una evaluación rápida y poco costosa de políticas y proyectos a un nivel de perfil que puede ser examinado más detalladamente en el futuro.

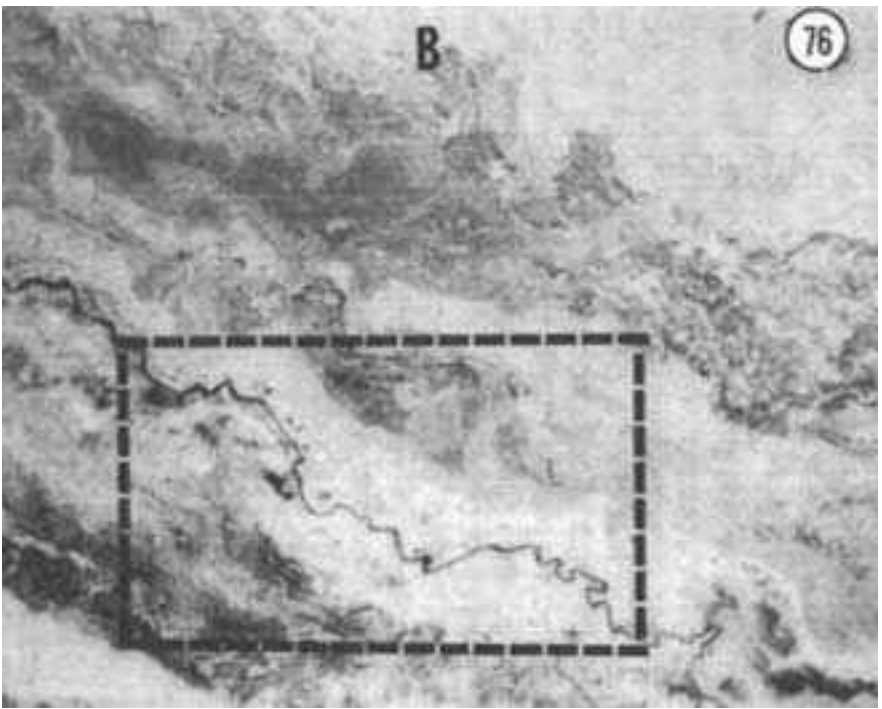
**Los estudios sectoriales revelan vínculos previamente desconocidos entre los desastres y las actividades de desarrollo.** Con frecuencia un sector no es consciente del papel que desempeña dentro de la red de instalaciones críticas. En muchos casos no cuenta con las estrategias adecuadas para enfrentarse a situaciones fuera de lo común causadas por un evento ajeno. La complejidad de las interrelaciones entre los componentes de algunos sectores hace difícil enfrentarse con el impacto de un evento natural. Esto es particularmente cierto cuando el sector está más dedicado a algunos componentes, por ejemplo la producción o generación de energía, que a otros, como su transmisión y almacenamiento. Además, normalmente los sectores no tienen una idea global del efecto que puede causar en otros sectores la reducción o interrupción de un servicio.

**Es posible que un sector tenga que elegir entre objetivos conflictivos para lograr una estrategia de reducción de vulnerabilidad.** Los criterios que definen dichos objetivos incluyen la inversión en el sector, el flujo de ingresos, el ingreso por exportaciones, el empleo y la seguridad del sector. El costo de un componente puede ser desproporcionado comparado con la pérdida que puede causar, medido el impacto por uno de los criterios mencionados.

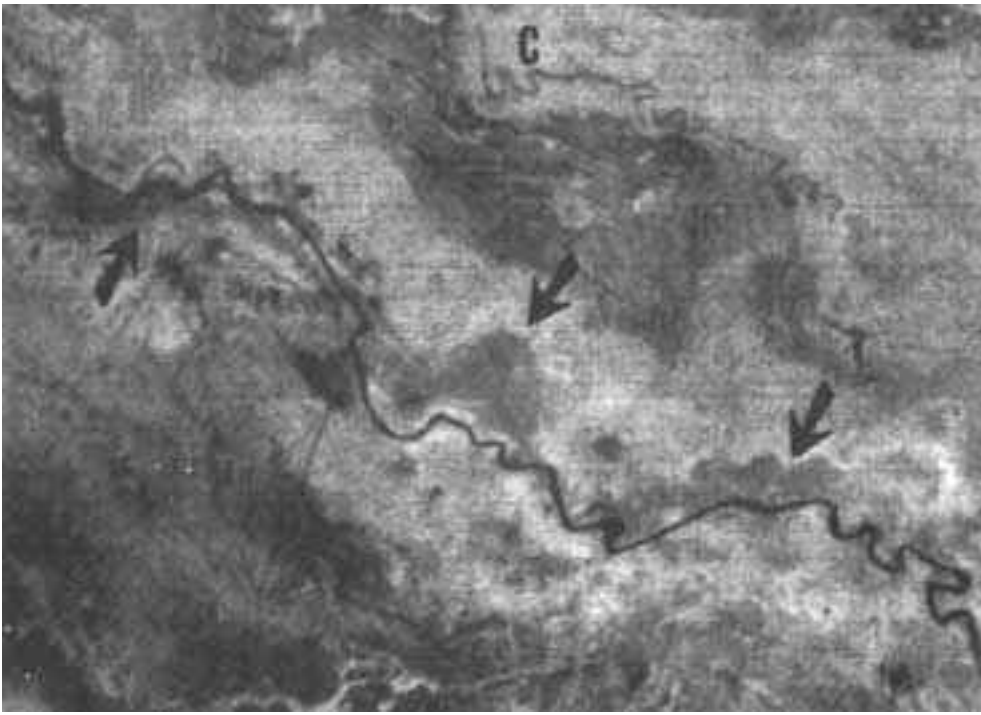


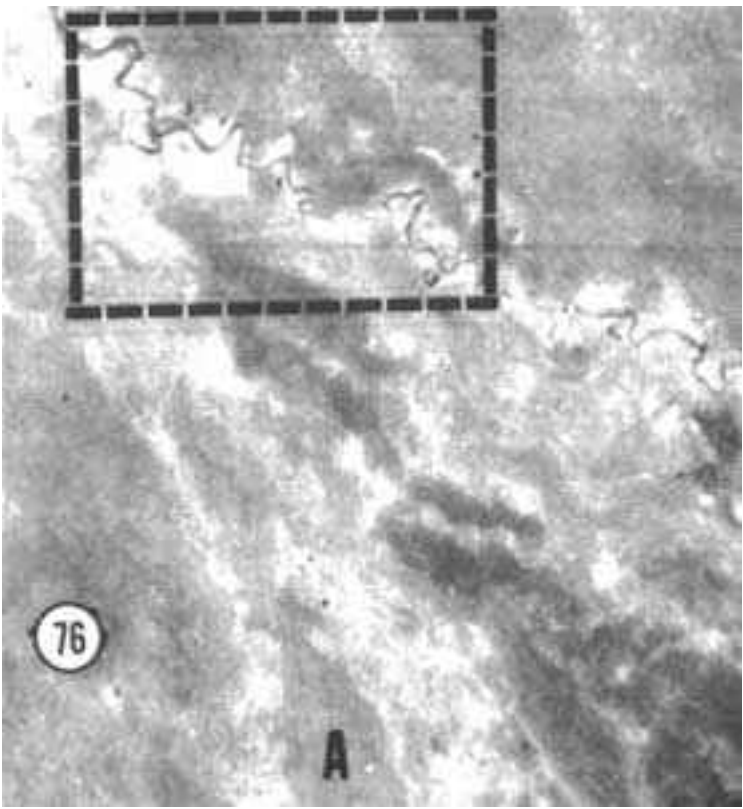


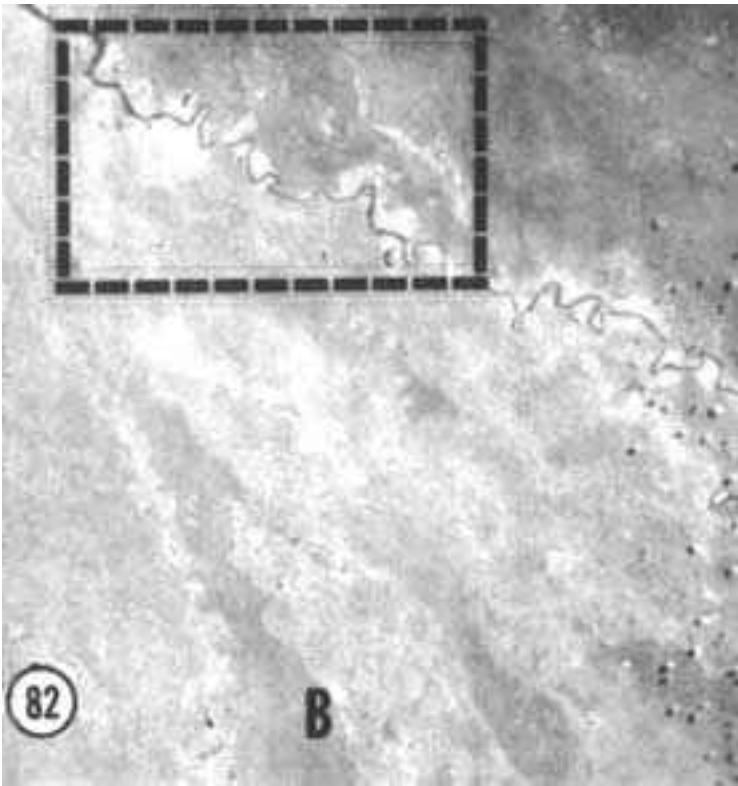


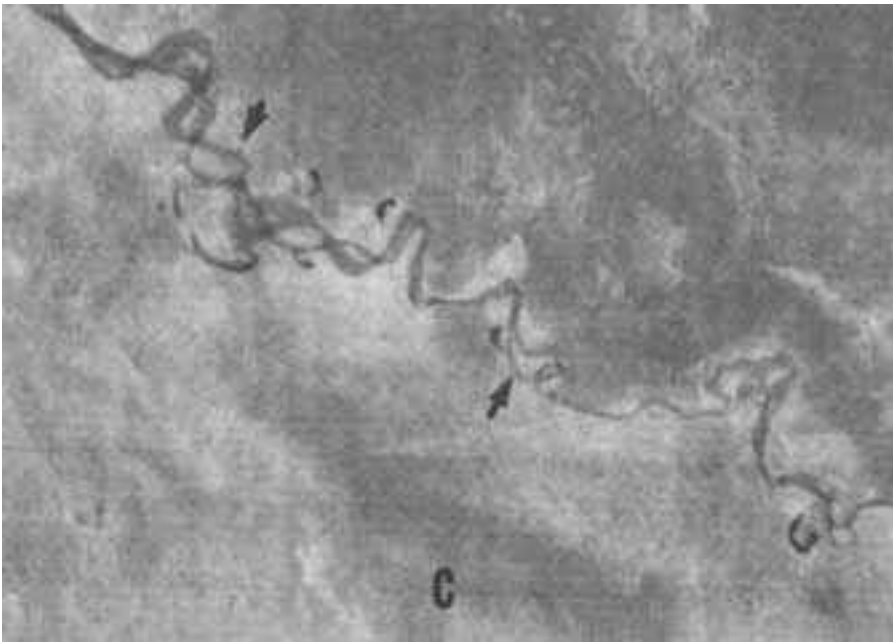














---

# Instrumentos y técnicas para la evaluación de amenazas naturales

---

- [1. Sistemas de información geográfica](#)
  - [2. Uso de sensores remotos en evaluaciones de amenazas naturales](#)
  - [3. Técnicas especiales para el trazado de mapas](#)
- 

## 1. Sistemas de información geográfica

Cada día hay más organismos de planificación en la región que intentan emprender la mitigación de riesgos naturales mediante estudios de planificación del desarrollo. Sin embargo, aunque existan los conocimientos y los datos básicos en forma de mapas, documentos y estadísticas, a menudo falta un enfoque sistemático. La cantidad de información necesaria para el manejo de riesgos naturales, especialmente en el contexto de la planificación del desarrollo integrado, sobrepasa la capacidad de los métodos manuales y hace casi obligatorio el uso de técnicas computarizadas.

Los sistemas de información geográfica (SIG), pueden desempeñar un papel importante en este proceso, actuando como una herramienta para recolectar, organizar, analizar y presentar datos. El SIG es un medio sistemático para recolectar varios trozos de información sobre una unidad de espacio geográfico. El concepto es similar a varias casillas de correo, cada una de las cuales representa un área específica. A medida que se identifica cada dato sobre un aspecto en particular (suelo, lluvia, población), puede ubicarse en la casilla correspondiente. Como teóricamente la capacidad de almacenamiento de información de cada casilla no tiene límite, pueden compilarse grandes volúmenes de datos de manera ordenada, trazando un mapa con aquella información que revele las relaciones espaciales entre los distintos atributos, por ejemplo, desastres naturales, recursos naturales y fenómenos socioeconómicos, y consecuentemente puede ayudar a los planificadores a evaluar el impacto de los eventos naturales sobre actividades de desarrollo existentes o propuestas.

El uso de los SIG ofrece varias ventajas:

- Puede ser sorprendentemente barato; seleccionando correctamente el sistema y sus aplicaciones, evita el uso de equipos y expertos muy costosos. Típicamente, la mayor limitante no es la falta de fondos sino la falta de personal capacitado.
- Puede aumentar la productividad de un técnico.
- Puede brindar resultados de mejor calidad que los obtenidos manualmente, no importando su costo.

- Puede facilitar la toma de decisiones y mejorar la coordinación entre organismos donde la eficiencia es de suma importancia.

La información a ser incluida en un SIG para el manejo de riesgos, se determinará de acuerdo a su nivel de aplicación (nacional, regional o local) y a su utilización: evaluaciones de amenazas, evaluaciones de vulnerabilidad, preparación y respuesta a desastres o actividades de auxilio y reconstrucción después de un desastre. Por lo general existen tres categorías de información diferentes:

- Información sobre amenazas naturales, que señala la presencia y efecto de fenómenos naturales. Esta información debería incluir la ubicación, severidad, frecuencia y probabilidad de ocurrencia de un evento. Para los planificadores, la ubicación es la información más fácil de encontrar; el resto puede obtenerse a menudo en organismos sectoriales, centros de investigación y monitoreo de eventos naturales y, cada día más frecuentemente, en estudios de planificación del desarrollo integrado.
- Información sobre ecosistemas naturales (por ejemplo, las pendientes y su estabilidad, el caudal de los ríos, la cubierta vegetal), que proporciona la base para estimar el efecto que los eventos naturales pueden tener sobre los bienes y servicios que estos sistemas ofrecen, y que también determina los factores o condiciones que crean, modifican, aceleran y/o retardan la ocurrencia de un fenómeno natural.
- Información sobre la población e infraestructuras, que es la base para cuantificar el impacto potencial que tiene el evento natural sobre las actividades de desarrollo ya existentes o planeadas. Por ejemplo, los datos sobre infraestructuras vitales y asentamientos humanos son elementos críticos para preparar evaluaciones de vulnerabilidad y para iniciar las actividades de preparación y respuesta a un desastre. La mayor parte de estos datos están disponibles en la región.

El SIG puede usarse para el manejo de riesgos en diferentes niveles de la planificación del desarrollo. A nivel nacional, puede dar a los planificadores una idea general del área de estudio y de la situación con respecto a amenazas. A nivel regional, puede usarse al evaluar las amenazas para el análisis de recursos y la identificación de proyectos. A nivel local, puede utilizarse para formular proyectos de inversión y estrategias específicas de mitigación. En la siguiente sección se describirá la versatilidad de estos sistemas.

### **Usos a Nivel Nacional**

A nivel nacional, los planificadores pueden utilizar los SIG para categorizar el terreno de acuerdo con las amenazas naturales y determinar hasta qué punto estos fenómenos naturales imponen un peligro significativo. A este nivel, basta conocer la ubicación para hacer una primera estimación sobre la situación general de las amenazas. Las distintas categorías son las siguientes:

- Areas que no presentan amenazas, aptas para actividades de desarrollo;
- Areas propensas a eventos naturales severos, en las cuales deben evitarse las actividades de desarrollo;
- Areas peligrosas ya desarrolladas que necesitan medidas para reducir la vulnerabilidad;
- Areas que requieren más evaluación sobre amenazas.

En las áreas propensas a eventos, los SIG pueden utilizarse para superponer la información sobre amenazas con los datos socioeconómicos o de infraestructuras (datos sobre densidad de población, ubicación de zonas urbanas, puertos, aeropuertos, carreteras, redes eléctricas), con el propósito de hacer una evaluación preliminar sobre la cantidad de personas y propiedades que están en peligro. Esto puede proveer los elementos necesarios para identificar las medidas de mitigación estructurales y no estructurales que sean necesarias y que puedan ser incorporadas en proyectos de desarrollo sectorial integrado o en una estrategia nacional para reducir la vulnerabilidad.

La identificación de las instalaciones críticas, infraestructuras y poblaciones en áreas de alto peligro, también constituye el primer paso en una evaluación de vulnerabilidad para la preparación y respuesta a desastres.

## **Usos a Nivel Regional**

A nivel regional, los SIG pueden utilizarse para el estudio más detallado de áreas específicas en lo que se refiere a su potencial de desarrollo y sus limitantes relacionadas con amenazas. Típicamente, la información a nivel nacional se complementa con información regional, mapas comprensivos y datos tabulares, incluyendo:

- Evaluaciones sobre amenazas utilizando información obtenida con técnicas de sensoramiento remoto (por ejemplo, fotografías aéreas e imágenes de satélite);
- Mapas indicando los límites de las planicies de inundación, áreas de deslizamientos, zonas sísmicas, áreas susceptibles a tsunamis, etc.;
- Suelos, topografía, usos de la tierra, recursos hidráulicos, infraestructuras vitales y densidad de población, y estructuras.

Con este tipo de información es posible hacer un análisis más profundo que relacione las amenazas naturales con las actividades de desarrollo ya existentes o planeadas. Al igual que a nivel nacional, puede determinarse la vulnerabilidad de los segmentos más críticos de las instalaciones de producción, las infraestructuras y los asentamientos humanos, a fin de dar a la mitigación y preparación para desastres la adecuada prioridad dentro de la planificación del desarrollo.

Algunos ejemplos de los usos de un SIG a nivel regional son:

- Identificación de proyectos de inversión y preparación de perfiles de proyecto que muestren dónde deben tomarse en cuenta medidas de mitigación (protección contra inundaciones, estructuras resistentes a terremotos, etc.) dentro del diseño del proyecto;
- Preparación de proyectos de mitigación de riesgos para reducir el peligro de las tierras ya ocupadas;
- Pautas para los usos y la intensidad de uso de la tierra.

En el caso de estas aplicaciones, como así también de otras, se puede aprovechar la flexibilidad de escala de un SIG. Se pueden utilizar escalas pequeñas y medianas para el inventario de recursos y la identificación de proyectos; escalas medianas para perfiles de proyecto y estudios de prefactibilidad; y grandes escalas para estudios de factibilidad, trazado de mapas de zonas peligrosas y estudios de mitigación de riesgos. La información utilizada originalmente en una escala para un propósito determinado, puede usarse en el futuro en otra escala con diferente propósito.

Un SIG puede también utilizarse en este nivel para generar información sobre amenazas que no se encuentra disponible de manera inmediata. Por ejemplo, si se aplica a información sobre pendientes, precipitaciones y caudal de ríos, el SIG puede determinar los niveles máximos de inundación y precipitación. Los datos sobre deslizamientos pueden combinarse con datos de pendientes, material parental e hidrológicos a fin de determinar la probabilidad de ocurrencia de un deslizamiento. Esta síntesis puede ayudar a los planificadores a decidir dónde construir una represa o un embalse en el futuro a fin de prevenir los daños que pueda causar una inundación, o para determinar dónde sería más conveniente en lugar de hacer mayores inversiones de capital o situar obras grandes, llevar a cabo actividades menos susceptibles a deslizamientos.

### **Usos a Nivel Local**

Los planificadores pueden utilizar un SIG a nivel local para formular proyectos en las etapas de prefactibilidad y factibilidad, y para ubicar los elementos vulnerables de las infraestructuras vitales a fin de poner en práctica actividades de preparación y respuesta a emergencias. La presencia de una amenaza debería afectar la selección del lugar, el diseño de ingeniería y la factibilidad económica de los proyectos de inversión.

Las infraestructuras vitales son los elementos más críticos de un área. Deben ser lo menos vulnerables al daño como sea posible y deben ser reconocidas como prioritarias en la rehabilitación y reconstrucción de un desastre. En América Latina y el Caribe, muy pocos planificadores encontrarán mapas ya preparados de las infraestructuras vitales individuales o en conjunto. Donde éstos no existen, un SIG puede utilizarse para prepararlos. Algunos de los componentes que típicamente están incluidos son:

- Puertos y aeropuertos (primarios y secundarios, internacionales, nacionales y regionales, tanto privados como públicos);
- Hospitales, centros de salud y puestos médicos Estaciones de policía y bomberos;
- Escuelas, universidades, auditorios, centros de convenciones;
- Infraestructuras de energía y sistemas de suministro de la misma, incluyendo tuberías y líneas de transmisión;
- Red de carreteras (autopistas, rutas primarias y secundarias, puentes, túneles y vías ferroviarias);
- Instalaciones para atención de emergencias;
- Instalaciones de telecomunicaciones.

Una vez que el mapa de infraestructuras vitales ha sido preparado, puede combinarse con la información sobre amenazas para determinar cuáles son los segmentos más vulnerables e identificar las medidas de mitigación y actividades de preparación adecuadas.

### **Pautas para la Adquisición de un SIG**

Por más tentador que parezca, un SIG no siempre es aplicable a una situación determinada y puede no ser redituable. Los planificadores necesitan evaluar meticulosamente las necesidades de un SIG en términos de objetivos y aplicaciones específicas antes de decidir adquirirlo. Estas son algunas de las preguntas



básicas que deben hacerse:

- ¿Qué actividades de planificación van a ser apoyadas por el SIG propuesto?
- ¿Para cuántas y para qué tipo de decisiones debe servir?
- ¿Cómo mejorará las actividades de planificación y la toma de decisiones?
- ¿Cuánta información, tiempo y capacitación se necesitarán para obtener los resultados esperados?
- ¿Es factible?
- ¿Cómo se implementarán los resultados obtenidos a nivel de instrucciones locales? Qué dificultades se pueden prever entre los administradores locales y los directivos?

Si después de hacerse estas preguntas se llega a una conclusión positiva, el próximo paso lógico es determinar qué SIG debe adquirirse y qué tipo de programas y equipos de computación van a utilizarse. En general, la experiencia de la región demuestra que los SIG compatibles con computadores personales son los más prácticos para los planificadores que analizan asuntos de amenazas naturales en los proyectos de desarrollo integrado. Si bien no producen mapas de gran calidad cartográfica o lo suficientemente detallados para diseños de ingeniería, son capaces de generar mapas a diferentes escalas e información tabular, útiles para varios análisis, diseños de proyectos y para la toma de decisiones, y son más económicos y relativamente simples de usar.

Entre los SIG compatibles con computadores personales existen innumerables posibilidades de combinar equipos y sistemas de computación. El sistema a elegirse debe ser simple y debe encajar en el presupuesto y las limitaciones técnicas del organismo. Los sistemas sofisticados (y por ende caros), requieren más habilidades técnicas, pueden ser más difíciles de mantener y reparar localmente, y para el análisis de mapas y manejo de amenazas específicamente, su capacidad extra puede no valer el costo adicional. Dadas las limitantes financieras y técnicas de la región, sería adecuado comenzar utilizando un sistema modesto y luego expandirse de acuerdo a las necesidades del organismo.

## **2. Uso de sensores remotos en evaluaciones de amenazas naturales**

El sensoramiento remoto es el proceso de grabar información por medio de sensores ubicados en un avión o en satélites. La técnica es aplicable al manejo de riesgos naturales ya que casi todos los fenómenos geológicos, hidrológicos y atmosféricos son eventos o procesos recurrentes que dejan huellas de los episodios anteriores. Al revelar la ubicación de previos eventos y/o distinguir las condiciones en las que hay posibilidad de que éstos ocurran, la técnica permite identificar áreas que puedan ser expuestas a eventos naturales, de manera que se pueden incluir dentro del proceso de planificación las medidas necesarias para reducir el impacto social y económico de los desastres.

El sensoramiento remoto aéreo es útil en el manejo de amenazas naturales para enfocar las áreas prioritarias, verificar la interpretación de datos a pequeña escala y revelar características que son muy pequeñas para ser detectadas por las imágenes de satélite. Entre los sistemas aéreos disponibles, los más útiles para la evaluación de amenazas naturales y la planificación del desarrollo integrado son las

fotografías aéreas, radares aéreos y "scanners" térmicos infrarrojos. Cada uno tiene sus ventajas y sus limitaciones:

- La fotografía aérea es lo más parecido a lo que puede captar el ojo humano. La película puede ser blanco y negro (que es lo más económico), en color convencional o en color infrarrojo. Su uso está limitado por la cantidad de luz que haya y por las condiciones climáticas, pero sus imágenes son bastante más detalladas que las de un radar a la misma escala;
- Los radares aéreos son sensores activos que producen su propia luz y cuyas imágenes son como fotografías en blanco y negro. Generalmente necesitan alguien especializado que las interprete. Los radares pueden usarse a cualquier hora y en cualquier tipo de clima, y permiten estudiar un área con mayor rapidez y medir la distancia más precisamente que las fotografías aéreas;
- Los "scanners" térmicos infrarrojos utilizan un semiconductor sensible a la parte térmica infrarroja del espectro para producir imágenes que definan las características térmicas del terreno. La capacidad de las imágenes térmicas es inmejorable, pero dado que el sistema aéreo sólo puede utilizarse en bajas altitudes (por debajo de 3.000 m), las áreas que cubre son más pequeñas que las de los radares o la fotografía aérea. Además, su técnica de grabación produce distorsiones inherentes en las imágenes finales.

A pesar de su gran utilidad, los estudios aéreos muy extensos son poco frecuentes, ya que generalmente exceden los límites de presupuesto de los estudios de planificación y pueden proveer más información de la necesaria, particularmente en las primeras etapas.

Las técnicas de sensoramiento remoto por satélite son cada día más importantes desde el satisfactorio lanzamiento del Landsat 1 en 1972. Las mismas proveen el punto de vista sinóptico requerido por los estudios de planificación del desarrollo integrado.

Dada la gama de elementos disponibles para el sensoramiento remoto aéreo y por satélite, la aplicación de los mismos varía de acuerdo a las ventajas y limitaciones de cada uno. En los párrafos siguientes se discute su uso para evaluar las mayores amenazas naturales.

## **Inundaciones**

La prueba más obvia del potencial de inundación de un área, aparte de los datos históricos, es la identificación de planicies de inundación y de áreas propensas a inundaciones. Estas áreas son generalmente reconocibles en imágenes de sensoramiento remoto. En consecuencia, la aplicación del sensoramiento remoto más valiosa para la evaluación del riesgo de inundación, es el trazado de mapas de áreas susceptibles y la cobertura por satélite de un área de estudio es el medio más práctico - en términos de costo y tiempo - para definir las planicies de inundación. Dichos mapas pueden ayudar a definir las áreas potencialmente propensas a inundaciones, donde el nivel de inundación definido excede los límites de pérdida aceptables. Cuando no han ocurrido inundaciones durante el período de sensoramiento, pueden utilizarse indicadores indirectos de susceptibilidad a inundaciones para determinar dichos niveles.

Sin embargo, las nubes o la neblina pueden ocultar las imágenes de satélite de grandes porciones de los ecosistemas húmedos tropicales. En algunos casos, la vegetación tropical muy densa enmascara muchas características geomórficas que serían obvias en climas secos. En estos casos es recomendable el uso de

imágenes de radar ya existentes, tomadas desde satélites o aeronaves. Las imágenes tomadas por radar penetran la capa de nubes y definen muchas características de las planicies de inundación. La humedad de la tierra afecta notoriamente las imágenes que envía el radar, y ésto, junto con las variaciones de textura enfatizadas por el sensor, hace que el radar sea una alternativa adecuada para el trazado de mapas de inundaciones.

## **Huracanes**

Las áreas litorales o tierra adentro que están expuestas a inundaciones pueden predecirse usando mapas topográficos a escalas de hasta 1:12.500. Cuando no se dispone de este tipo de mapas, pueden utilizarse técnicas de sensoramiento remoto. En áreas cuyas estaciones secas y húmedas están bien definidas, puede obtenerse información sobre la estación húmeda por medio de imágenes de satélite de alta resolución, a fin de identificar las áreas saturadas por la humedad susceptibles a inundaciones y las tierras más altas y más secas que podrían utilizarse para la evacuación.

Si se obtienen con cualquier tipo de sensor imágenes de áreas cubiertas por inundaciones, huracanes u otras tormentas inmediatamente después del evento, éstas deben usarse sin importar su resolución, dado que la delimitación de las áreas más problemáticas va a ser más exacta que cualquier interpretación de datos de mayor resolución obtenidos en un período sin inundaciones.

## **Terremotos**

En la mayoría de las áreas donde hay terremotos se dispone de algún tipo de información sísmica, aunque puede no ser suficiente para la planificación. Las técnicas de sensoramiento remoto y los datos obtenidos por su intermedio, pueden ayudar a proveer la información adicional necesaria.

Los radares aéreos han resultado útiles para localizar zonas de fallas, identificar depósitos de materiales no consolidados (donde la mayoría de los daños ocurren) y delinear las áreas donde un terremoto pueda causar derrumbes. La fotografía aérea convencional en blanco y negro o color, puede también ser útil.

Pueden utilizarse imágenes en color infrarrojo producidas por satélites en escalas de hasta 1:100.000 para definir zonas de fallas activas en la superficie. Serían más apropiadas imágenes de radar, pero la cobertura disponible es muy limitada y el costo de radares aéreos es generalmente prohibitivo. Los datos más prácticos son las imágenes de satélites enviadas por Landsat, simplemente porque están disponibles para su uso y porque proveen suficiente resolución para los estudios de planificación regional.

## **Erupciones Volcánicas y Amenazas Relacionadas**

Predecir el comportamiento de un volcán es sumamente difícil. Para conocer la frecuencia y severidad del mismo, la mejor evidencia son los datos históricos sobre sus erupciones. La interpretación de datos obtenidos por medio del sensoramiento remoto puede ayudar a reconocer los eventos catastróficos anteriores relacionados con volcanes activos recientemente. Esta información puede complementarse con los datos históricos disponibles.

Debido a la diversa naturaleza y tamaño de las amenazas volcánicas, se requiere el uso de sensores tanto de satélites como aéreos. Como el área de peligro de un volcán es relativamente pequeña, es recomendable el uso de la fotografía aérea para el estudio de las mismas. La cobertura aérea en blanco y negro a escalas entre 1:25.000 y 1:60.000 generalmente es adecuada para reconocer y trazar mapas geomórficos sobre la actividad reciente y las amenazas asociadas. La fotografía aérea en color y en

infrarrojo puede ser útil para determinar los posibles efectos de la actividad volcánica en la vegetación cercana, pero por la baja velocidad, poca resolución y altos costos de las películas, sus ventajas se ven disminuidas.

Probablemente el "scanner" térmico infrarrojo sea la mejor herramienta para estudiar el estado geotérmico de un volcán. El calor dentro y subyacente a un volcán y su movimiento pueden detectarse, y es posible que muchos volcanes que se creían extinguidos tengan que ser reclasificados si los estudios aéreos infrarrojos descubren emisiones infrarrojas anormales emitidas desde los cráteres de la cumbre o de las laderas. Sin embargo, dado que la resolución disminuye rápidamente a mayores alturas (más o menos 2m por cada 1.000-m), los estudios deben llevarse a cabo en altitudes menores a los 3.000m.

## **Deslizamientos**

En un área con potencial de deslizamientos, generalmente hay evidencia de eventos previos o datos históricos. Las marcas de los deslizamientos más grandes son evidentes, y aún cuando los rasgos de deslizamientos pequeños no sean discernibles individualmente, la apariencia áspera de una pendiente determinada puede indicar que ha sufrido un gran movimiento.

La resolución espacial requerida para el reconocimiento de la mayoría de las grandes características de los deslizamientos, es de aproximadamente 10 m.<sup>7/</sup> En la mayoría de los casos esto impide el uso de imágenes tomadas desde un satélite, si bien los derrumbes de grandes bloques pueden ser detectados desde el Landsat. El reconocimiento depende en gran parte de la habilidad y experiencia del intérprete y está realzado por la disponibilidad de cobertura estereoscópica, la cual puede ser costosa.

<sup>7/</sup> Richards, P.B. The Utility of Landsat-D and Other Satellite Imaging Systems in Disaster Management, Final Report. NASA Goddard Space Flight Center Disaster Management Workshop, NASA DPR S-70677 (Washington, D.C.: Naval Research Laboratory, March 29 and 30, 1982).

El mejor sistema de sensoramiento para detectar deslizamientos grandes - o pequeños, en la medida en que se puedan encontrar - es la fotografía aérea, y pueden usarse escalas fotográficas de hasta 1:60.000. Las películas pancromáticas en blanco y negro o las películas infrarrojas son adecuadas en la mayoría de los casos, pero las infrarrojas pueden ser más útiles en ciertas circunstancias dado que atraviesan la niebla en los trópicos húmedos.

Otras técnicas que pueden ser aplicables incluyen los "scanners" térmicos infrarrojos y radares. La utilización de los detectores térmicos infrarrojos es particularmente importante para ubicar áreas de filtración que lubrican los deslizamientos, pero su uso generalmente está excluido debido a la baja altitud que se requiere para lograr una resolución razonable, la gran cantidad de vuelos requeridos en un área extensa y las distorsiones geométricas inherentes al sistema. Los radares pueden ser de cierta utilidad, por su capacidad de definir algunas texturas grandes relacionadas con deslizamientos, y pueden ser el único sensor capaz de proveer información clara en ambientes nublados.

## **Desertificación**

Ambas técnicas de sensoramiento, espaciales y aéreas, proveen herramientas muy valiosas para evaluar áreas sujetas a desertificación. Se pueden usar diapositivas, fotografías e imágenes digitales para ubicar, evaluar y monitorear la deterioración de las condiciones naturales de un área específica. La información sobre estas condiciones puede obtenerse con medidas directas o puede inferirse de

indicadores.

La fotografía aérea a gran escala provee una buena cantidad de detalles para los estudios sobre desertificación. Vuelos sistemáticos de reconocimiento pueden usarse para el monitoreo del medio ambiente y para la evaluación de recursos. Los sensores por radar y los dispositivos infrarrojos pueden usarse para monitorear la humedad del suelo y otros indicadores de desertificación. Sin embargo, la adquisición de este tipo de datos es costosa y consume mucho tiempo. El uso de imágenes provenientes de satélites es recomendable durante las primeras etapas de un estudio detallado sobre desertificación, ya que ofrecen un pantallazo general de toda la región.

Como es el caso de cualquier otro tipo de estudio relacionado con amenazas naturales, los datos obtenidos por intermedio de sensoramiento remoto espacial y aéreo deben combinarse con datos recolectados en tierra. Esta combinación de datos puede proveer las bases para realizar una evaluación.

### 3. Técnicas especiales para el trazado de mapas

El uso de mapas para sintetizar datos sobre amenazas naturales y para combinarlos con datos socioeconómicos, facilita el análisis y mejora la comunicación entre los participantes en el proceso de manejo de amenazas y entre los planificadores y el personal directivo. Dos técnicas importantes son el trazado de mapas de múltiples amenazas y de instalaciones críticas. Los siguientes puntos tratan la preparación de estos mapas, sus diferentes aplicaciones y los beneficios que se obtienen al combinar ambos tipos.

#### Mapas de Amenazas Múltiples

Se puede encontrar información valiosa sobre amenazas naturales en un área de estudio determinada en mapas con distintas escalas, coberturas y detalles, pero es difícil utilizar este tipo de mapas para hacer un análisis de riesgo o decidir cuáles son las técnicas de mitigación apropiadas. La información que se obtiene con varios de estos mapas puede combinarse para obtener una imagen compuesta sobre la magnitud, frecuencia y área de efecto de todos las amenazas naturales (ver Figura 17).

El mapa de amenazas múltiples (MAM; también llamado mapa compuesto, de síntesis o de superposición de amenazas) es una herramienta excelente para fomentar la concientización sobre amenazas naturales y para analizar la vulnerabilidad y el riesgo, especialmente cuando está combinado con el mapa de instalaciones críticas. Los beneficios que este tipo de mapa otorga, son los siguientes:

- Pueden sintetizarse de diferentes fuentes, y ubicarse en un solo mapa las características de los fenómenos naturales y sus posibles impactos;
- Puede mostrar amenazas que puedan ocasionar otros (por ejemplo un terremoto o una erupción volcánica pueden causar un derrumbe), o exacerbar sus efectos;
- Puede obtenerse una idea más precisa sobre los efectos de los fenómenos naturales en un área determinada. Pueden recomendarse técnicas de mitigación comunes para una misma porción del área de estudio;
- Puede identificar subáreas que requieran más información, evaluación o técnicas específicas de reducción de amenazas;

- Pueden basarse las decisiones sobre el uso de la tierra en todas las consideraciones de amenazas simultáneamente.

El uso de un mapa de amenazas múltiples incide en la planificación de preparación para emergencias:

- Provee bases más equitativas para asignar los fondos destinados a la planificación de desastres;
- Estimula el uso de procedimientos más eficientes e integrados en la preparación para emergencias;
- Promueve la creación de acuerdos cooperativos que involucren a todos los organismos pertinentes y grupos interesados.

El primer aspecto que debe considerarse es cuál es el mapa básico donde se va a colocar toda la información. Esta elección generalmente se hace en la misión preliminar. Si es posible, lo mejor es usar un mapa ya existente y no entrar en el complejo proceso de crear un mapa básico de cero.

La escala utilizada en un MAM depende de la información sobre amenazas que se quiera incluir y de la escala del mapa básico. Si hay varias opciones de escala, entonces deben considerarse los siguientes factores:

- Número de amenazas que deban mostrarse;
- Elementos de amenaza que deban mostrarse;
- Rango de la severidad relativa de las amenazas que deban mostrarse;
- Área a ser cubierta;
- Usos propuestos del mapa.

En muchos casos la información sobre amenazas no va a aparecer en forma de mapas ni tampoco va a ser comprensible para cualquier persona. Será necesario "traducirla" a un nivel comprensible para planificadores y directivos, y colocarla en mapas. La información debería explicar cómo una amenaza puede afectar adversamente la vida, propiedades y actividades socioeconómicas, por lo que deberá incluir la ubicación, probabilidad de ocurrencia (período de retorno) y severidad de un evento. Si parte de esta información no estuviera disponible, el equipo de planificadores deberá decidir si es viable o no recopilarla. Deben señalarse las decisiones sobre desarrollo e inversiones tomadas sin estos datos.

### **Figura 17 - Mapa de amenazas naturales en el chaco paraguayo**

Fuente: Adaptado de la OEA. Proyecto de Desarrollo Urbano Paraguayo, Mapa de Riesgos Naturales del Chaco Paraguayo, Área de Programa 4-C. (Washington, D.C.: Organización de los Estados Americanos, 1985).

Dejando de lado la importancia de los MAM en el proceso de planificación del desarrollo integrado, los planificadores y directivos deben recordar que la credibilidad, exactitud y contenido de un MAM no son mejores que la información sobre amenazas individuales que sirvió de base para el mapa. Más aún, como no contiene nueva información, - siendo simplemente una presentación más clara de información previamente compilada -, la claridad y simplicidad del mapa son claves para de su utilidad.

### **Mapas de Instalaciones Críticas**

El término "instalaciones críticas" significa todas las estructuras u otros adelantos hechos por el hombre

que debido a su función, tamaño, área de servicio o singularidad pueden causar serios daños al ser humano o a las propiedades, o pueden transtornar las actividades socioeconómicas vitales si se destruyen o sufren daños, o si sus servicios son interrumpidos en repetidas ocasiones.

El principal propósito de un mapa de instalaciones críticas (MIC) es brindarle información, clara y precisa a los planificadores y directivos sobre la ubicación, capacidad y área de servicio de las instalaciones críticas. Pueden presentarse un gran número de instalaciones al mismo tiempo. Además, cuando se combina con un MAM puede mostrar cuáles son las áreas sobre las que se requiere más información, diferentes técnicas de reducción de amenazas o atención inmediata cuando ocurre un evento peligroso. Algunos de los beneficios de los MIC son:

- Que se puede identificar la falta de redundancia de las instalaciones o la singularidad del servicio que prestan;
- Que se pueden identificar las instalaciones que es necesario mejorar o ampliar;
- Que se puede evaluar antes de implementar un proyecto el impacto que pueda tener el desarrollo potencial en las infraestructuras existentes;
- Que se volverá evidente la necesidad de realizar más o mejores evaluaciones.

### **Combinación de Mapas de Instalaciones Críticas con Mapas de Amenazas Múltiples**

Son muchas las ventajas que se obtienen al hacer un MIC y compararlo o combinarlo con un MAM e integrar ambos en el proceso de planificación del desarrollo. Por ejemplo, si se encuentra que una instalación crítica está ubicada en un área peligrosa, se alerta a los planificadores y directivos sobre los serios problemas que ésta pueda enfrentar en el futuro. En base a ésto podrán analizarse sus equipos, su uso y su condición a fin de evaluar su vulnerabilidad.

Si se incorporan las técnicas apropiadas para reducir la vulnerabilidad en cada etapa del proceso de planificación, pueden evitarse o disminuirse significativamente los desastres sociales y económicos. Puede lograrse que las nuevas instalaciones críticas sean menos vulnerables, evitando las áreas peligrosas o construyéndolas de manera que sean resistentes a desastres o exponiéndolas lo menos posible a ellos. Las estrategias para las instalaciones críticas ya existentes incluyen reubicación, reforzamiento, readaptación de las estructuras, revisión de sus operaciones y adopción de programas de preparación, respuesta y recuperación de emergencias.

Los beneficios que se obtienen al combinar un MIC y un MAM incluyen:

- Poner al tanto a planificadores y directivos sobre las amenazas que enfrentan las instalaciones críticas existentes o propuestas antes de implementar un proyecto;
- Poder determinar hasta qué punto podría verse afectado el desarrollo por la falla o interrupción de las instalaciones críticas como consecuencia de un evento natural;
- Poder calcular la relación costo-beneficio de forma más realista para nuevas actividades de desarrollo;
- Poder identificar las subáreas que requieren diferentes evaluaciones, métodos de preparación para emergencias, recuperación inmediata o técnicas de reducción de vulnerabilidad específicas.

La combinación de los MIC y los MAM puede ser utilizada por los organismos encargados de planificación del uso de la tierra, preparación y respuesta a un desastre, servicios públicos incluyendo energía, transporte y comunicación, y seguridad nacional y comunitaria. Esta combinación también es importante cuando se preparan proyectos de inversión para solicitar financiamiento bancario a nivel nacional e internacional. A continuación se resumen los diferentes usos de esta combinación.

**Planificación del uso de la tierra.** La planificación del uso de la tierra es uno de los medios más efectivos para evitar o reducir el desarrollo en áreas peligrosas. En un condado del estado de California (EE.UU.) propenso a sismos, se combinaron en un MAM todas las amenazas potenciales de terremoto - licuefacción, temblor de tierra, dispersiones laterales, asentamiento del terreno, desplazamiento de la superficie, deslizamiento e inundaciones causadas por fallas de diques - y se marcaron tres zonas que indicaban la necesidad de diferentes grados de investigación en el lugar. Después las urbes, transporte, servicios a la comunidad e instalaciones de emergencia fueron superpuestas. Esta presentación gráfica hizo que los habitantes, planificadores y directivos fueran conscientes de los daños potenciales en las distintas áreas en peligro. Además, los mapas a gran escala pueden mostrar las amenazas potenciales en relación a los límites de las propiedades.

**Regulaciones sobre desarrollo.** En ciertas ocasiones se podrán encontrar en mapas seleccionados con propósitos regulatorios, instalaciones críticas e información sobre amenazas. Por ejemplo, desde 1972 hay una ley en California que protege la seguridad pública restringiendo el desarrollo en zonas donde la superficie tiene fallas. Se ha provisto a todos los condados y ciudades afectados con copias de mapas pertinentes que muestran numerosas instalaciones críticas.

**Información en la transferencia de títulos de propiedad de la tierra.** Frecuentemente se utiliza la combinación de un MIC y un MAM para orientar a los compradores de tierras. Las autoridades locales podrían requerir que los prestamistas o vendedores de propiedades informen al comprador si la propiedad está ubicada en un área propensa a eventos. Para facilitar el cumplimiento de estas leyes, las asociaciones locales de agentes inmobiliarios pueden preparar mapas ordenados por calles que muestren las zonas que presentan amenazas.

**Conocimiento público.** A menudo el conocimiento público no solamente de las amenazas, sino también de las instalaciones críticas que pueden verse afectadas por éstos, es indispensable para obtener apoyo para la planificación del desarrollo integrado y la reducción de riesgos. A nivel de ejemplo, se trazaron mapas de más de 1.100 millas de la costa pacífica de California separadas en tres zonas de amenaza que reflejaban la combinación de erosión costera, acantilados formados por olas, caídas verticales, retracción de acantilados, derrumbes, deslizamientos, desprendimientos de rocas y olas de tempestad.<sup>8/</sup> El propósito de dichos estudios es ayudar a los planificadores, inversionistas y directivos a tomar decisiones mejor fundamentadas sobre cómo construir, comprar y habitar áreas propensas a eventos.

<sup>8/</sup> Griggs, G., y L. Savoy (eds.). Living with the California Coast (Durham, North Carolina: Duke University Press, 1985).

**Planificación de preparación para emergencias.** Pueden prepararse mapas que muestren qué instalaciones críticas - autopistas, aeropuertos, vías ferroviarias, muelles, líneas de comunicación, sistemas de abastecimiento de agua y alcantarillados, energía eléctrica, gas natural, tuberías de petróleo - requerirían respuesta de emergencia ante un evento natural dañino. Por ejemplo, en el mapa de telecomunicaciones se puede evaluar el funcionamiento del sistema telefónico después de un terremoto. De manera similar, los mapas de instalaciones de abastecimiento de agua y alcantarillado pueden mostrar



la ubicación y estimar el daño a las instalaciones. Pueden identificarse la mayoría de las infraestructuras vitales susceptibles a daños significativos y planearse las medidas necesarias.

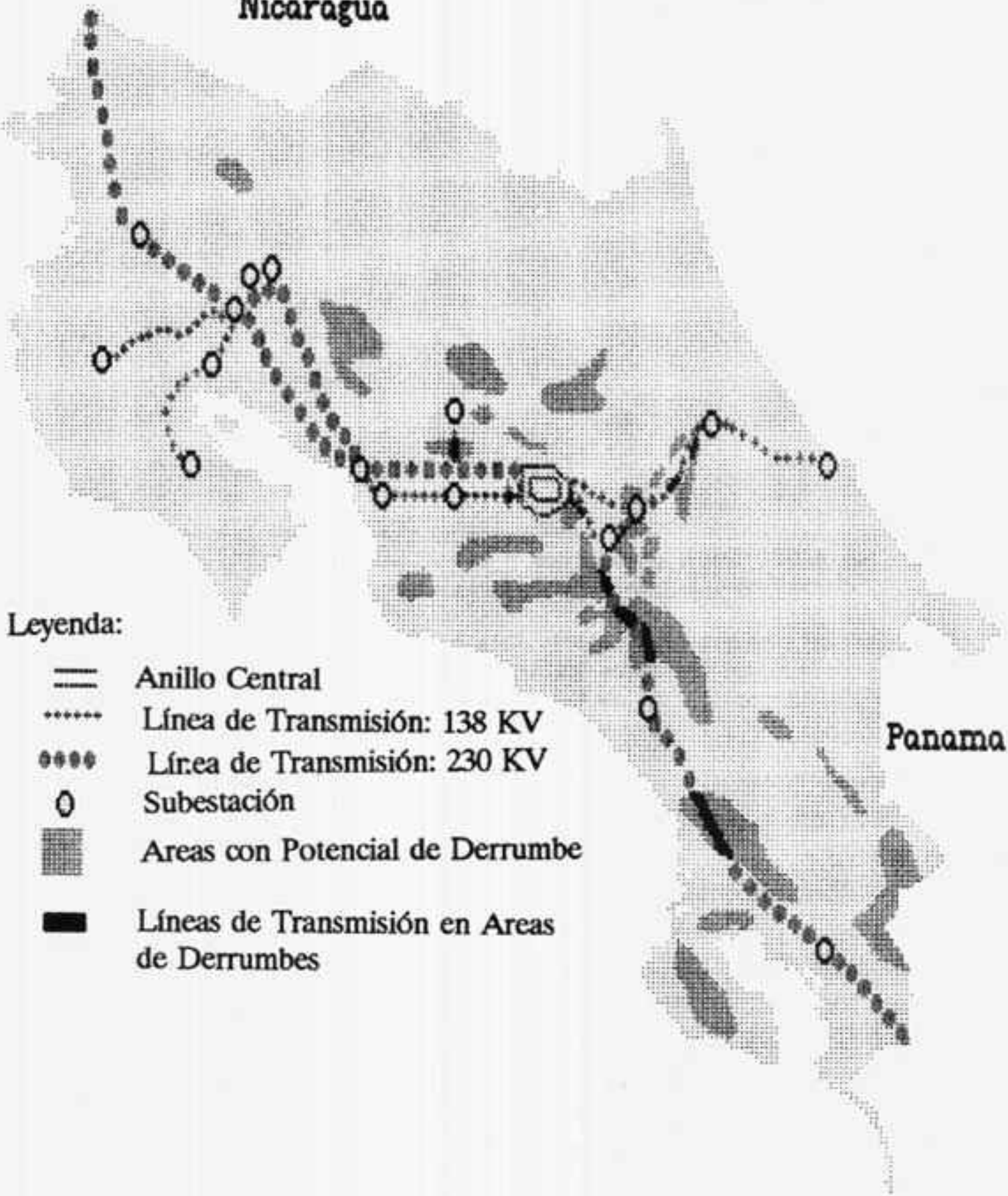
***Selección del lugar.*** A menudo la probabilidad, ubicación y severidad de las amenazas naturales, se usan como criterios al seleccionar el lugar donde se construirá una instalación crítica. Por ejemplo, en un estudio que identificó las áreas que merecían estudios más profundos para ser utilizadas como basurales de desechos peligrosos, se recomendó que estos lugares y sus instalaciones fueran ubicados de manera tal que no tuvieran efectos adversos en la salud y seguridad del ser humano, en la calidad del aire y del agua, en la fauna silvestre, en los recursos naturales más críticos y en las áreas urbanizadas.<sup>9/</sup> Los lugares que podrían estar sujetos a inundaciones, fallas de la superficie, licuefacción, derrumbes o erosión acelerada, fueron calificados como inaceptables.

<sup>9/</sup> Perkins, J.B. Identification of Possible Class I Site Areas, Solid Waste Management Plan. Technical Memorandum 7 (Berkeley, California: Association of Bay Area Governments, 1978).







De la misma manera, la ubicación y evaluación de las amenazas naturales ha sido clave al elegir los lugares para la construcción de estructuras fuera de la línea costera, centrales generadoras de energía, represas hidroeléctricas, tuberías de agua, terminales de gas natural licuado, escuelas y otras instalaciones críticas.



Nicaragua



Leyenda:

-  Anillo Central
-  Línea de Transmisión: 138 KV
-  Línea de Transmisión: 230 KV
-  Subestación
-  Areas con Potencial de Derrumbe
-  Líneas de Transmisión en Areas de Derrumbes

Panama



---

# Estrategias para los organismos de asistencia al desarrollo<sup>10/</sup>

<sup>10/</sup> El contenido de esta sección ha sido extraído en gran parte de un documento anterior de la OEA, "Incorporating Natural Hazard Assessment and Mitigation into Project Preparation", publicado por el Comité de Instituciones Internacionales de Desarrollo sobre el Medio Ambiente (CIDIE) en 1989.

---

- [1. Agencias de cooperación técnica](#)
  - [2. ¿Como persuadir a los organismos financieros?](#)
- 

Cada uno de los diferentes tipos de organismos de asistencia para el desarrollo (organismos de cooperación técnica, organismos crediticios y donantes bilaterales y multilaterales) tiene un papel potencial en apoyo a la evaluación y mitigación de las amenazas naturales. Los organismos de cooperación técnica como la OEA, apoyan el fortalecimiento de instituciones, la investigación, planificación y formulación de proyectos según sea requerido. Su impacto financiero y su influencia política o técnica son limitados, pero su contribución a la evaluación y mitigación de amenazas naturales dentro de la planificación regional y sectorial, la identificación de proyectos y los estudios de prefactibilidad, es importante.

Los organismos bilaterales tales como el USAID, la CIDA de Canadá y los miembros del Comité de Asistencia para el Desarrollo del OCDE, proporcionan fondos para proyectos y cooperación técnica. La mayoría de los fondos bilaterales son concesionarios y el rendimiento financiero es menos importante para estos organismos que para los bancos de desarrollo. Estos organismos pueden ejercer una influencia considerable en los proyectos que financian.

Los bancos multilaterales de desarrollo, principalmente el Banco Mundial y los bancos regionales, financian proyectos de desarrollo y cada día se involucran más en políticas sectoriales, fortalecimiento institucional, préstamos para programas y ajustes estructurales. Los factores principales que determinan sus programas de préstamos son la solidez financiera y económica de una inversión y la solvencia de las instituciones que solicitan el crédito. Dentro de estos parámetros pueden influir significativamente en asuntos de mitigación de amenazas naturales.

Las condiciones para aumentar la atención nacional e internacional a las cuestiones de mitigación de desastres son las siguientes:

- Cuanto más desarrolladas sean las instituciones y los procesos de planificación de un país, más fácil será la evaluación y adopción de medidas de mitigación de amenazas naturales;
- Cuanta más experiencia tenga un país en evaluar amenazas específicas (obtenida a menudo

después de ocurrido un gran desastre natural) más posibilidades hay de que solicite asistencia para continuar dichas evaluaciones;

- Cuanta más información científica, de ingeniería y de prevención de desastres esté a disposición de los países y entidades financieras, más fácil será aplicar la evaluación y mitigación de las amenazas naturales dentro de programas y proyectos individuales;

- Cuanta más experiencia tengan los gobiernos y las entidades financieras sobre los tipos de medidas de mitigación que sean más viables y efectivas en relación con su costo, menos reacios serán a incorporar dichas medidas en los proyectos;

- Cuanta más experiencia y confianza se tenga en evaluar medidas de mitigación en los varios puntos de decisión dentro del ciclo de un proyecto, mayor será la probabilidad de que el personal de los organismos nacionales y de asistencia esté dispuesto a llevar a cabo el análisis.

# 1. Agencias de cooperación técnica

Las actividades que deben incluir los organismos de cooperación técnica, tales como la OEA, en una estrategia para promover la evaluación y mitigación de las amenazas naturales, son:

- ***Apoyo a las instituciones nacionales de planificación.*** A menos que tengan la capacidad institucional para incorporar información sobre amenazas naturales en el proceso de planificación de manera intersectorial, los gobiernos generalmente no se entusiasmarán por considerar proyectos de inversión individuales desde este punto de vista.

- ***Apoyo a proyectos piloto.*** Al hacer evaluaciones sobre amenazas naturales en proyectos piloto, es posible demostrar cómo hacerlas y cuáles son las medidas de mitigación que pueden proponerse, y generar así una mayor demanda cuando los gobiernos soliciten financiación de proyectos a los organismos.

- ***Apoyo a la creación de una base de información.*** Una vez que la información necesaria para hacer una evaluación de amenazas naturales está disponible, sus implicaciones para proyectos individuales de inversión son difíciles de ignorar.

- ***Vinculación con los esfuerzos de auxilio y reconstrucción.*** Después de ocurrido un desastre es más fácil interesar a los gobiernos y a los organismos de asistencia para el desarrollo en la evaluación y mitigación de amenazas naturales.

- ***Evaluación de amenazas dentro de la planificación sectorial.*** Al incorporar la evaluación de amenazas naturales en la planificación de los sectores agrícola, energía, vivienda, turismo, transporte y otros, debería ser posible considerar las amenazas naturales en relación con varios tipos de proyectos antes de identificar inversiones específicas.

- ***Inclusión de aspectos financieros y económicos de riesgos en los métodos de preparación de proyectos.*** Al estimar los beneficios que se obtendrían evitando las pérdidas directas causadas por un evento natural, y los costos de utilizar las medidas de mitigación no estructurales apropiadas, será más fácil examinar la verdadera importancia que éstas tienen en proyectos de inversión individuales. El conocimiento de las pérdidas de inversiones y los

costos de reparación en que incurren tanto el gobierno como el sector privado, y la distribución de estos costos y daños, aumentaría la conciencia sobre el tema entre todos aquellos interesados.

- *Estudios de casos de principios o componentes dirigidos a la mitigación de amenazas naturales en el diseño de proyectos.* Con ejemplos de experiencias pertinentes a amenazas naturales, se puede demostrar cómo la financiación puede responder más a los riesgos. Dentro de estas experiencias están sistemas de seguros y responsabilidad para inversiones, derechos de propiedad diseñados para incentivar la mitigación de riesgos, subsidios para medidas de mitigación, responsabilidad institucional de coordinar el auxilio después de la ocurrencia de un desastre con la evaluación y mitigación de riesgos, etc.

La OEA ha comenzado programas dentro de todas estas áreas, mediante la cooperación técnica directa, capacitación, investigación aplicada y participación en conferencias y seminarios internacionales. Pero la necesidad de dichas actividades es mucho mayor a lo que permiten los recursos actuales. Los organismos de financiación deberían participar más.

## 2. ¿Como persuadir a los organismos financieros?

Una estrategia para promover la evaluación y mitigación de riesgos también debe encontrar la forma de convencer a los organismos que en definitiva financian los proyectos de inversión. **Hay tres elementos que pueden ser convincentes:** (1) **un cambio en el contexto en el cual los organismos de financiación perciben cómo los gobiernos y organismos de cooperación técnica enfocan la evaluación y mitigación de los riesgos;** (2) **incentivos para el análisis;** y (3) **la asignación de responsabilidad por las pérdidas.**

### Un Cambio en el Contexto

El cambiar el contexto en el cual los organismos de financiación perciben cómo están enfocadas la evaluación y mitigación de riesgos, incluye casi todas las actividades que la OEA ya está promoviendo: asistencia a los gobiernos en la planificación regional, evaluaciones piloto de amenazas naturales, asistencia para sistemas de información, mejoramiento en la calidad de identificación de proyectos e inclusión de medidas de mitigación apropiadas dentro de las actividades previas a la inversión. El futuro desarrollo de estas actividades trae consigo tres preguntas estratégicas: ¿Qué puede hacerse que sea efectivo en función al costo, para mejorar tanto el compromiso como la capacidad técnica e institucional para llevar a cabo evaluaciones de riesgo en un país? ¿Qué tipo de productos se pueden generar para atraer a las instituciones crediticias y, por ende, llenar el vacío que existe entre la evaluación de riesgos y la preparación de proyectos? ¿Qué mecanismos de cooperación es posible crear entre los organismos de asistencia técnica y los organismos donantes que ayuden a alcanzar las dos primeras metas?

Para responder la primera pregunta, parece necesario aplicar las siguientes ideas:

- *Concentrarse en los riesgos prioritarios.* Los esfuerzos deberían concentrarse en evaluar los riesgos que son lo suficientemente urgentes como para generar la cooperación necesaria. Habría que encontrar un balance entre la necesidad de información específica y los intereses de investigación.

- *Concentrarse en los sectores prioritarios.* A nivel de gobierno e intereses económicos las

pérdidas que puedan sufrir algunos sectores serán de mayor importancia que las sufridas por otros. Parece prudente tratar de fomentar el apoyo institucional a dichos sectores.

- ***Elegir un sistema de recopilación de información y análisis que sea simple y práctico.*** La recolección y manejo de datos a menudo consumen toda la capacidad y los recursos técnicos e institucionales disponibles, no dejando nada para la toma y ejecución de decisiones. Los sistemas de información deberían reflejar las prioridades reales en lo que se refiere a riesgos y actividades de desarrollo afectadas. Para la segunda pregunta, se deben seguir las siguientes pautas:

- ***Identificar e incorporar en el inicio de los proyectos asuntos de mitigación de riesgos.*** Las medidas de mitigación de riesgos tienen más posibilidades de ser correctamente consideradas si se las incluye en las primeras etapas de preparación de los proyectos de desarrollo.

- ***Buscar soluciones que sean prácticas y efectivas en función a los costos, y que se puedan utilizar en repetidas ocasiones.*** Para cierto tipo de proyectos es más probable que las soluciones sean aceptadas de buena gana si se prueba que pueden aplicarse en situaciones que son frecuentes.

- ***Lograr un compromiso para su aplicación.*** La confianza en las medidas de mitigación de riesgos es mayor si los gobiernos se muestran comprometidos a llevarlas a cabo.

Con respecto a la tercera pregunta, se sugieren las siguientes ideas:

- ***Reunir recursos.*** Los organismos donantes y de asistencia técnica deberían poner a disposición sus profesionales para llevar a cabo misiones conjuntas en distintas etapas del ciclo de un proyecto.

- ***Intercambiar experiencias.*** Los representantes de los organismos de asistencia técnica deberían presentar periódicamente estudios de casos y otros materiales de capacitación obtenidos directamente de experiencias de campo para el diseño y la ejecución de técnicas de evaluación y mitigación de riesgos en la formulación de proyectos. A su vez, el personal de los organismos donantes, al aumentar su capacidad en el área, debería presentar sus políticas, programas y criterios de evaluación de proyectos.

- ***Apoyo institucional a los gobiernos.*** La evaluación y mitigación de riesgos debería ser incluida sistemáticamente en los programas de desarrollo y capacitación de personal, conjuntamente con la formulación de proyectos.

## **Incentivos para el Análisis**

El personal de proyectos de un organismo de financiamiento para el desarrollo se resistirá a incorporar asuntos sobre amenazas naturales en la preparación y análisis de proyectos, a menos que encaje dentro de los mecanismos existentes de análisis y evaluación. Hay varios medios para promover esta concordancia:

- ***Proveer información reutilizable.*** Los organismos deberían establecer pautas para alertar a su personal ante riesgos específicos, y darles ejemplos de medidas de mitigación y requisitos de aplicación adecuados. Este enfoque depende de la institución de mecanismos que aseguren que dichas pautas son respetadas rutinariamente. *Integrar los asuntos sobre*

*riesgos en los mecanismos de análisis existentes, tales como misiones de programación, informes de identificación de proyectos, estudios de reconocimiento y evaluaciones de proyectos.* Los riesgos serán inevitablemente uno de muchos factores a considerar en la preparación y análisis de proyectos, y se corre el peligro de que se los pase por alto si estos no forman parte del formato normal.

**- Promover medidas de mitigación ya probadas en relación con tipos específicos de proyectos.** Ejemplos de estas medidas son estándares de diseño, sistemas de seguros y diversificación de cultivos, factibilidad de cultivos o diseños resistentes a amenazas. El personal de proyectos se entusiasmará más por posibilidades reales de proyectos que por mecanismos de revisión.

**- Incorporar los costos y beneficios obtenidos al mitigar los riesgos en de la evaluación económica.** Esto tiene sentido en la medida en que las decisiones se tomen basándose en el rendimiento económico, en que la información en la cual se basen los cálculos económicos esté disponible y el análisis esté dirigido a mejorar el diseño del proyecto. Es difícil lograr el apoyo para una nueva actividad a menos que pueda ser justificada económica y financieramente. Desde este punto de vista, es conveniente poder demostrar que la mitigación de riesgos puede disminuir los costos financieros y económicos dentro del contexto convencional de relación costo-beneficio.

**- Sensibilizar al personal de proyectos.** Esto es especialmente importante con respecto al personal de proyectos en regiones propensas a amenazas y a los asesores sectoriales responsables de los sectores sensibles a las amenazas. La capacitación, cooperación y publicidad pueden contribuir a lograr una mayor concientización del asunto entre el personal de proyectos. Esto, probablemente más que ningún otro factor, puede compensar la resistencia institucional y financiera hacia la evaluación y mitigación de riesgos por parte de los gobiernos y de los organismos de financiamiento para el desarrollo.

## **Asignación de Responsabilidad por Pérdidas**

El interés de los organismos de financiamiento para el desarrollo en la evaluación y mitigación de los riesgos, depende de hasta qué grado los proyectos que ayudan a planear o financiar sufren pérdidas causadas por desastres naturales. Hay varios medios para asignar la responsabilidad por pérdidas:

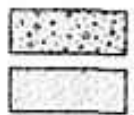
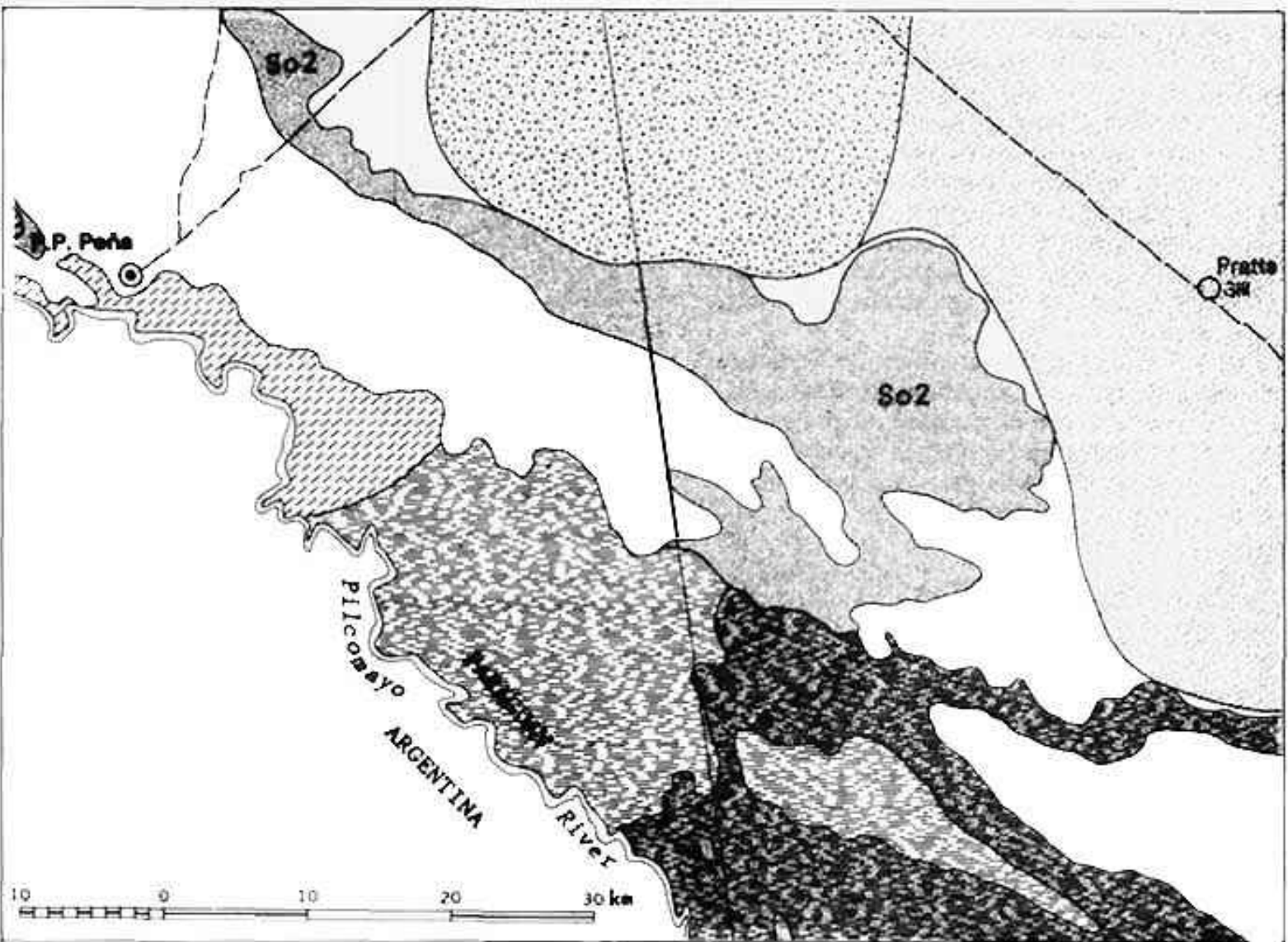
- Evaluar las pérdidas de los desastres naturales no sólo dentro del contexto de la capacidad crediticia del gobierno o sector individual, sino también del área programática de la entidad financiera y de sus resultados en términos de diseño de proyectos y devolución de préstamos.

- Estudiar, discutir y publicar evaluaciones en aquellas instancias en que se ha incurrido en pérdidas en proyectos que no tuvieron en cuenta o no evaluaron las medidas de mitigación.

- Estimular la adopción de normas profesionales que incluyan la evaluación y mitigación de riesgos para los diversos profesionales responsables de la planificación y ejecución de proyectos de desarrollo.







Alta amenaza

Amenaza moderada

#### AREAS SUJETAS A DESERTIFICACION

Se identifica la alta y moderada amenaza de desertificación por un factor de análisis de la presión humana, el clima y los recursos de tierra.



Muy alta amenaza

Alta amenaza

#### AREAS SUJETAS A INUNDACIONES

Se identifica la alta y moderada amenaza de inundación por medio de datos Landsat (MSS), fotografía aérea y mapas de suelo, vegetación, fluviales, uso de la tierra, precipitación y amenaza de desertificación.



Muy alta amenaza

#### AREAS SUJETAS A DEGRADACION DE SUELOS

Las áreas delineadas son zonas de muy alta amenaza de salinización y alcalinización. Las áreas con alta amenaza de erosión también fueron identificadas.



# Apéndice A - Amenazas geológicas en América Latina y El Caribe

[Cuadro A-1 - Distribución geográfica de las máximas intensidades sísmicas en América del Sur](#)

[Cuadro A-2 - Máxima intensidad sísmica y probabilidad condicional de ocurrencia de un terremoto de gran escala para localidades costeras en América del Sur](#)

[Cuadro A-3 - Distribución geográfica de las máximas intensidades sísmicas en América Central](#)

[Cuadro A-4 - Máxima intensidad sísmica y probabilidad condicional de ocurrencia de un terremoto de gran escala para determinadas localidades en América Central](#)

[Cuadro A-5 - Volcanes activos, amenazas volcánicas y periodicidad de erupciones volcánicas en América Latina y El Caribe durante los últimos 10.000 años](#)

[Cuadro A-6 Amenaza de Tsunami para centros de población en América del Sur](#)

## Cuadro A-1 - Distribución geográfica de las máximas intensidades sísmicas en América del Sur

	Máxima Intensidad Sísmica					
	VI	VII	VIII	IX	X	XI
<b>ARGENTINA</b>						
<u>Provincia</u>						
Catamarca	X	X				
Chaco	X					
Chubut	X					
Córdoba	X	X				
Corrientes	X					
Entre Ríos	X					
Jujuy	X	X	X			

La Rioja	x	x	x			
Mendoza	x	x	x	x		
Neuquén	x	x				
Río Negro	x					
Salta	x	x	x	x		
San Juan		x	x	x		
San Luis	x	x	x			
Santa Cruz	x					
Santiago del						
Estero	x					
Tierra del Fuego	x					

**BOLIVIA**

**Departamento**

Cochabamba	x	x				
Chuquisaca	x	x	x			
La Paz	x	x	x			
Oruro	x	x				
Potosí	x	x	x			
Santa Cruz	x	x				
Tarija	x	x	x	x		

**BRASIL**

**Estado**

Ceará	x					
Santa Catarina	x					

**CHILE**

**Provincia**

Aisén	x					
Aconcagua		x	x	x	x	
Antofagasta	x	x	x			
Arauco			x			

Atacama	X	X	X	X		
Bío Bío	X	X	X			
Cautín	X	X	X			
Chiloé	X	X	X			
Colchagua	X	X	X			
Concepción		X	X			
Coquimbo		X	X	X		
Curicó	X	X	X			
Linares	X	X	X	X		
Llanquihue	X	X	X			
Magallanes	X	X				
Malleco	X	X	X			
Maule		X	X			
Ñuble	X	X	X	X		
O'Higgins	X	X	X			
Osorno	X	X	X			
Santiago		X	X	X		
Talca	X	X	X	X		
Tarapacá		X	X	X		
Valdivia	X	X	X			
Valparaíso			X	X	X	

**COLOMBIA**

Departamento

Antioquia	X	X	X			
Arauca	X	X	X			
Atlántico	X	X				
Bolívar	X	X				
Boyaca	X	X	X			

Caldas			X	X		
Caquetá	X	X	X			
Cauca	X	X	X	X		
Chocó		X	X	X		
Córdoba	X	X	X			
Cundinamarca		X	X	X		
Guajira	X	X	X			
Huila		X	X	X	X	
Magdalena	X	X	X			
Meta	X	X	X	X		
Nariño		X	X	X	X	
Norte de Santander		X	X	X	X	
Putumayo	X	X				
Santander	X	X	X	X		
Tolima		X	X	X		
Valle del						
Cauca		X	X	X		
Vaupés	X					
Vichada	X					

**ECUADOR**

**Provincia**

Azuay		X	X			
Bolívar			X	X		
Cañar	X					
Carchi	X	X	X			
Chimborazo		X	X	X		
Cotopaxi	X	X	X	X		
El Oro		X				
Esmeraldas	X	X	X	X		

Guayas	X	X	X			
Imbabura	X	X	X			
Los Ríos		X	X			
Loja	X	X	X			
Manabí			X	X		
Morona Santiago	X	X	X			
Napo	X	X	X			
Pastaza	X	X				
Pichincha		X	X	X		
Tungurahua		X	X	X	X	
Zamora- Chinchipe	X	X				
<u>GUYANA</u>	X	X				

PERU

Departamento

Amazonas	X	X	X	X		
Ancash	X	X	X	X		
Apurímac		X	X			
Arequipa		X	X	X	X	
Ayacucho	X	X	X	X		
Cajamarca	X	X				
Cuzco	X	X	X	X		
Huancavelica	X	X	X			
Huánuco	X	X	X			
Ica		X	X	X		
Junín	X	X	X	X		
La Libertad	X	X	X	X		
Lambayeque	X	X	X			
Lima	X	X	X	X		
Loreto	X	X	X	X	X	

Madre de Dios	x	x				
Moquegua		x	x	x		
Pasco	x	x	x			
Piura		x	x	x		
Puno	x	x	x			
San Martín	x	x	x	x		x
Tacna		x	x	x		
Tumbes			x	x		

URUGUAY

Departamento					x	
Artigas	x					

VENEZUELA

Estados

Delta Amacuro	x	x	x	x		
Amazonas	x					
Apure	x	x	x			
Aragua		x	x	x		
Anzoátegui	x	x	x	x		
Barinas		x	x	x		
Bolívar	x	x				
Carabobo		x	x			
Cojedes		x	x			
Dist. Federal				x		
Falcón		x	x			
Guarico	x	x	x			
Lara				x		x
Mérida				x		x
Miranda			x	x		x
Monagas			x	x		

Portuguesa		X	X	X		
Sucre				X		X
Táchira			X	X		X
Trujillo			X	X		
Yaracuy			X	X		
Zulia		X	X	X		

Fuente: Adaptado del Centro Regional de Sismología para América del Sur (CERESIS).  
 Mapa de Intensidades Máximas de América del Sur. (Santiago, Chile: CERESIS, 1985).

## Cuadro A-2 - Máxima intensidad sísmica y probabilidad condicional de ocurrencia de un terremoto de gran escala para localidades costeras en América del Sur

Ubicación	Máxima Intensidad Sísmica Probable	Probabilidad Condicional <sup>a/</sup>		
		1989-1994	1989-1999	1989-2009
		(%)	(%)	(%)
<b>COLOMBIA</b>				
<u>Departamento</u>				
Cauca	X	≤1	≤1	≤1
Chocó	IX	?	?	?
<u>Nariño</u>				
Norte	X	≤1	≤1	≤1
Sur	X	8	19	6
Valle	IX	≤1	≤1	≤1
<b>CHILE</b>				
<u>Provincia</u>				
Aconcagua	X	≤1	≤1	≤1
<u>Aisén</u>				
Norte	VI	≤1	≤1	≤1



Sur	VI	?	?	?
Antofagasta				
Norte	VIII	(10)	(20)	(39)
Sur	VIII	<1	≤1	15
Arauco	VIII	1	3	12
Atacama				
Norte	IX	<1	≤1	15
Sur	IX	2	4	10
Cautín	VIII	1	3	12
Chiloé	VIII			
Colchagua				
Norte	VIII	≤1	≤1	≤1
Sur	VIII	17	33	59
Concepción	IX	1	3	12
Coquimbo				
Norte	IX	2	4	10
Sur	IX	11	24	49
Curicó	VIII	≤17	≤33	≤59
Llanquihue	VIII	≤1	≤1	≤1
Magallanes				
Norte	VII	?	?	?
Sur	VII	4	11	29
Maule	IX	1	3	12
Nuble	IX	1	3	12
Osorno	VIII	≤1	≤1	≤1
Santiago	IX	≤1	≤1	≤1
Talca	IX	1	3	12
Tarapacá	IX	10	20	39

Valdivia				
Norte	VIII	1	3	2
Sur	VIII	≤1	≤1	≤1
Valparaíso	X	≤1	≤1	≤1

**ECUADOR**

<u>Provincia</u>				
El Oro	VIII	?	?	?
Esmeraldas	X	(41)	(66)	(90)
Guayas	IX	?	?	?
Manabí				
Norte	IX	(41)	(66)	(90)
Sur	IX	?	?	?

**PERU**

<u>Departamento</u>				
Ancash				
Norte	IX	?	?	?
Sur	IX	≤1-3	≤1-8	1-24
Arequipa				
Norte	X	(≤1)	(≤1)	(≤1)
Centro	X	6	13	29
Sur	X	(≤1-12)	(≤1-23)	(≤1-43)
Ica				
Norte	IX	(14)	(27)	(47)
Sur	IX	(≤1)	(≤1)	(≤1)
La Libertad	IX	?	?	?
Lambayeque	VIII	?	?	?
Lima				
Norte	IX	≤1-3	≤1-8	1-24
Sur	IX	≤1	≤1	≤1

Moquegua	IX	(≤1-12)	(≤1-23)	(≤1-43)
Piura	VIII	?	?	?
Tacna				
Norte	IX	(≤1-12)	(≤1-23)	(≤1-43)
Sur	IX	4	11	29
Tumbes	IX	?	?	?

<sup>a/</sup> El término probabilidad condicional se refiere principalmente a terremotos causados por movimientos de las placas tectónicas

? Información no disponible

() Los valores entre paréntesis representan estimativos menos confiables.

Fuente: Adaptado del Centro Regional de Sismología para América del Sur (CERESIS). Mapa de Intensidades Máximas de América del Sur. (Santiago, Chile: CERESIS, 1985); y Nishenko, S.P. Summary of Circum-Pacific Probability Estimates (cuadro no publicado). (Golden, Colorado: U.S. Geological Survey, 1989).

## Cuadro A-3 - Distribución geográfica de las máximas intensidades sísmicas en América Central

Ubicación	Máxima Intensidad Sísmica				
	VI	VII	VIII	IX	X
<b>BELIZE</b>					
<u>Distrito</u>					
Stann Creek	x				
Toledo	x	x			
<b>COSTA RICA</b>					
<u>Provincia</u>					
Alajuela	x	x	x		
Cartago		x	x		
Guanacaste		x	x		
Heredia	x	x	x		
Limón	x	x	x		

Puntarenas	X	X	X		
San José	X	X	X		

**EL SALVADOR**

Departamento

Ahuachapán		X	X		
Cabañas	X	X			
Chalatenango	X	X			
Cuscatlán	X	X			
La Libertad		X	X		
La Paz		X	X		
La Unión	X	X	X		
Morazán		X	X		
San Miguel	X	X	X		
San Salvador	X	X	X		
San Vicente		X	X		
Santa Ana	X	X	X		
Sonsonate		X	X		
Usulután		X	X		

**GUATEMALA**

Departamento

Alta Verapaz	X	X	X		
Baja Verapaz		X	X		
Chimaltenango		X	X		
Chiquimula		X	X		
El Petén	X				
El Progreso	X	X	X		
El Quiché	X	X	X		
Escuintla		X	X		
Guatemala		X	X	X	

Huehuetenango		X	X	X	
Izabal		X	X		
Jalapa	X	X			
Jutiapa		X	X		
Quezaltenango		X	X	X	
Retalhuleu		X	X		
Sacatepéquez			X		
San Marcos			X	X	
Santa Rosa		X	X	X	
Sololá		X	X		
Suchitepéquez		X	X		
Totonicapán		X	X		
Zacapa		X	X		

HONDURAS

Departamento

Atlántida	X	X	X		
Choluteca	X	X			
Colón	X	X			
Comayagua	X	X	X		
Copán	X	X	X		
Cortes	X	X	X		
Distrito Central	X				
El Paraíso	X				
Feo. Morazán	X				
Gracias a Dios	X				
Intibuca	X	X	X		
La Paz	X				
Lempira	X	X	X		
Ocatepeque	X	X	X		

Olancho	x				
Santa Bárbara	x	x	x		
Valle	x	x			
Yoro	x				

**NICARAGUA**

**Departamento**

Boaco	x				
Carazo		x			
Chinandega	x	x	x		
Chontales	x				
Granada		x	x		
León	x	x	x		
Managua	x	x	x		
Masaya		x	x		
Matagalpa	x				
Río San Juan	x				
Rivas		x			

Fuente: Adaptado de White, R.A. Maximum Earthquake Intensities in Central America (mapa no publicado). (Menlo Park, California: U.S. Geological Survey, 1988).

## **Cuadro A-4 - Máxima intensidad sísmica y probabilidad condicional de ocurrencia de un terremoto de gran escala para determinadas localidades en América Central**

Ubicación	Máxima Intensidad Sísmica Probable	Probabilidad Condicional <sup>a/</sup>		
		1989-1994	1989-1999	1989-2009
		(%)	(%)	(%)

**COSTA RICA**

<u>Provincia</u>				
Alajuela				
Oeste	VIII	9	43	93
Centro y Este	VIII	≤1-3	≤1-8	4-25
Guanacaste				
Oeste	VIII	16	31	55
Este	VIII	9	43	93
Heredia (Oeste)	VIII	≤1	≤1	≤4
Puntarenas				
Norte	VIII	3-9	8-43	25-93
Centro	VIII	≤1	≤1	≤4
San José (Oeste)	VIII	≤1	≤1	≤4

**EL SALVADOR**

<u>Departamento</u>				
Ahuachapán	VIII	29	51	79
Cabañas	VII	≤1	≤1	≤1
Cuscatlán	VII	29	51	79
La Libertad	VIII	29	51	79
La Paz				
Oeste	VIII	29	51	79
Este	VIII	≤1	≤1	≤1
San Miguel (Oeste)	VIII	≤1	≤1	≤1
San Salvador	VIII	29	51	79
San Vicente	VIII	≤1	≤1	≤1
Santa Ana	VIII	29	51	79
Sonsonate	VIII	29	51	79
Usulután	VIII	≤1	≤1	≤1

**GUATEMALA**

<u>Departamento</u>				
---------------------	--	--	--	--

Alta Verapaz	VIII	(4)	(8)	(15)
Baja Verapaz	VIII	(4)	(8)	(15)
Chimaltenango	VIII	10	23	50
Chiquimula	VIII	29	51	79
El Progreso	VIII	29	51	79
Escuintla	VIII	10	23	50
Guatemala	X	10-29	23-51	50-79
Departamento				
Huehuetenango				
Este	X	(4)	(8)	(15)
Oeste	X	5	13	34
Izabal				
Este	VIII	≤1	≤1	≤1
Oeste	VIII	(4)	(8)	(15)
Jalapa	VII	29	51	79
Jutiapa	VIII	29	51	79
Quezaltenango	IX	5	13	34
Quiché	VIII	(4)	(8)	(15)
Retalhuleu	VIII	5	13	34
Sacatepéquez	VIII	10	23	50
San Marcos	IX	5	13	34
Santa Rosa	IX	10-29	23-51	50-79
Sololá	VIII	10	23	50
Suchitepéquez	VIII	10	23	50
Totonicapán	VIII	10	23	50
Zacapa	VIII	(4)	(8)	(15)

**HONDURAS**

<u>Departamento</u>



Comayagua	VIII	?	?	?
Copan				
Este	VII	≤1	≤1	≤1
Oeste	VIII	(4)	(8)	(15)
Intibuca	VIII	?	?	?
Lempira	VIII	?	?	?
Ocotepeque				
Este	VII	≤1	≤1	≤1
Oeste	VIII	(4)	(8)	(15)
Santa Bárbara (Oeste)	VIII	≤1	≤1	≤1
<b>NICARAGUA</b>	VIII	?	?	?

<sup>a/</sup> El término probabilidad condicional se refiere principalmente a terremotos causados por el movimiento de las placas tectónicas.

? Información no disponible.

() Los valores entre paréntesis representan estimativos menos confiables.

Fuente: Adaptado de White, R.A. Maximum Earthquake Intensities in Central América (mapa no publicado). (Menlo Park, California: U.S. Geological Survey); y Nishenko, S.P. Summary of Circum-Pacific Probability Estimates (cuadro no publicado). (Golden, Colorado: U.S. Geological Survey, 1989).

## **Cuadro A-5 - Volcanes activos, amenazas volcánicas y periodicidad de erupciones volcánicas en América Latina y El Caribe durante los últimos 10.000 años**

[Cuadro A-5](#)

[Cuadro A-5\(cont\)](#)

[Cuadro A-5\(cont\)](#)

[Cuadro A-5\(cont\)](#)

[Cuadro A-5\(cont\)](#)

## Cuadro A-5(cont)

### Notas:

1. Fuente de información para nombre del volcán, ubicación, periodicidad, fecha de última erupción, efectos y amenazas volcánicas: Simkin, T. et al. Volcanoes of the World. (Stroudsburg, Pennsylvania: Hutchinson Ross Publishing Company, 1981). Los volcanes de corta periodicidad están escritos en mayúsculas. Se define como volcán de corta periodicidad a aquellos con periodicidad de erupción de 100 años o menos y/o a aquellos que han erupcionado después del año 1800.
2. La fecha de última erupción ha sido simplificada de Volcanoes of the World utilizando tres categorías: (1) "Histórica" - fecha real de erupción, algunas veces clasificada como "?" cuando los datos son cuestionables. (2) "Holoceno" - incluyendo las siguientes subcategorías: (a) erupciones fechadas por Carbono 14, datos hidrofónicos, dendrocronología, conteo de varvas, evidencia antropológica, liquenometría, magnetismo, tefrocronología, capa de hidratación o análisis de fisión; (b) volcanes que actualmente presentan actividad fumarólica o solfatárica y que muestran clara evidencia de haber erupcionado recientemente, no obstante no se dispone de fecha exacta; (c) volcanes que indudablemente han erupcionado en tiempos post-glaciates, aún cuando no hay presencia de productos fechados ni de características termales. (3) "Incierto" - denotando posible actividad Holocénica pero documentación cuestionable.
3. Fatalidades ocasionadas por una o más erupciones.
4. Destrucción de tierras agrícolas u otros daños a la propiedad ocasionados por una o más erupciones.
5. Una o más erupciones fueron explosivas.
6. Flujos piroclásticos o marejadas y/o explosiones lateralmente dirigidas que fueron asociadas con una o más erupciones.
7. Explosión freática asociada con una o más erupciones.
8. Flujo de lava, domos de lava o agujas asociadas con una o más erupciones.
9. Torrentes de fango destructivos asociados con una o más erupciones.
10. IEV = Índice de Explosividad Volcánica: el tamaño o "grandeza" de una erupción volcánica. El IEV combina el volumen total de productos, altura de nube eruptiva, duración de erupción, inyección troposférica, inyección estratosférica y algunos términos descriptivos para producir el siguiente índice de explosividad: 0-no explosivo, 1-pequeña, 2-moderada, 3-moderadamente larga, 4-larga, 5-muy larga, 6 a 8-cataclísmica.
11. Número de volcán de acuerdo a la referencia encontrada en: Centro Regional de Sismología para América del Sur (CERESIS). Mapa Neotectónico Preliminar de América del Sur. (Santiago, Chile: CERESIS, 1985).

# Cuadro A-6 Amenaza de Tsunami para centros de población en América del Sur

País			
Departamento o Provincia	Ubicación de la Altura de Ola Cal Calculada y/o Registrada		
	2-3m	3-5m	Mayor a 5m
<b><u>COLOMBIA</u></b>			
Cauca	Guapi (h)		
Nariño	San Jose (c)	Pizarro (h)	
	Majagual (c)	La Chorrera (h)	
	San Juan (c)	Chagui (h)	
		Trapiche (h)	
		Tumaco (h)	
	Papayal (h)		
<b><u>ECUADOR</u></b>			
Esmeraldas	Muisne (c)	Esmeraldas (h)	
Manabí	Pedernales (c)	Isla Salango (c)	
		Bahía de Caraquez (c)	
		Manta (c)	
Guayas	Guayaquil (h)	Isla Puna (c)	
El Oro	Machala (c)		
<b><u>PERU</u></b>			
Tumbes	Pto. Pizarro	(c)	
Piura	Paita (c)	San Pedro (c)	
	Bayóvar (c)	Balneario Leguía (c)	
		Sechura (c)	
Lambayeque		San Jose (c)	Pimentel (b)
			Santa Rosa (c)
			Puerto de Etén (b)
La Libertad		Trujillo (h)	Pacasmayo (c)
		Tambo (h)	Puerto Chicama (c)

			Santiago de Cao (c)
			Huanchaco (c)
			Víctor Larco Herrera (c)
			Salaverry (c)
Ancash	Chimbote (h)	Santa (h)	Santa (c)
		Samancos (h)	Chimbote (c)
		Casma (h)	Samancos (c)
		Caleta Tortuga(h)	Caleta Tortuga (c)
			Casma (c)
			Culebras (c)
			Huarmey (c)
Lima			Pativilca (c) Ancón (c)
			Barranca (c) Callao (a)
			Supe (b) Lima (c)
			Huaura (c) Lurín (c)
			Huacho (c) Pucusana
			Hualmay (c) Chilca (c)
			Salinas (b) Mala (c)
			Chancay (c) San Vicén
Ica		Pisco (h)	Tambo de Mora (c)
			Pisco (c)
			San Andrés (c)
			Paracas (c)
			Pto. Caballos (c)
			San Juan (c)
Arequipa	Lomas (h)	Mollendo (h)	Lomas (c) Quilca (c)
			Yauca (c) Matarani (c)
			Chala (b) Islay (b)
			Atico (c) Mollendo (c)

			Camaná (c) Mejía (c)
Moquegua			Ilo (b)
Tacna			Los Baños (c)
			La Yarada (c)
			Pascana del Hueso (c)
<b>CHILE</b>			
Tarapacá			Arica (b)
			Pisagua (b)
			Iquique (b)
			Chanabaya (h)
			Caleta Pabellón de Pica (h)
			Punta Lobos (b)
			Guanillo del Norte (h)
Antofagasta			Tocopilla (b)
			Cobija (h)
			Mejillones (b)
			Antofagasta (b)
			Taltal (c)
Atacama		Huasco (h)	Chanaral (b)
			Caldera (b)
			Carrizal Bajo (c)
			Huasco (c)
Coquimbo	Tongoy (c)	La Serena (c)	Coquimbo (h)
		Coquimbo (c)	
		Los Vilos (c)	
Aconcagua		Papudo (c)	
		Zapallar (c)	
Valparaíso		Quintero (c)	Juan Fernandez Is. (h)
		Valparaíso (h)	Concón (c)
			Viña del Mar (c)

			Valparaíso (c)
			Laguna Verde (c)
			Algarrobo (c)
			El Quisco (c)
Santiago			El Tabo (c)
			Las Cruces (c)
			Cartagena (c)
			San Antonio (c)
			Llolleo (c)
Colchagua			Pichilemu (c)
Curicó			Iloca (c)
Maule		Chanco (c)	Constitución (b)
			Curanipe (c)
Nuble			Buchupureo (c)
			Coloquecura (c)
Concepción	Laraquete (c)	Dichato (c)	Coelemu (h)
		Tomé (b)	Cerro Verde (c)
		Coronel (h)	Penco (c)
			Talcahuano (b)
			Concepción (b)
			Coronel (c)
			Schwager (c)
			Lota (c)
Arauco	Arauco (c)	Lebu (b)	
		Pto. Tirna (h)	
Cautín		Pto. Saavedra (c)	Isla Mocha (h)
		Nahuentue (c)	Mehuín (b)
			Tolten (c)
			Pto. Saavedra (h)

Valdivia	Mancera Is.(h)	Niebla (c)	Corral (h)
		Corral (c)	Valdivia (h)
Osorno			Mansa River (h)
Chiloe	Pindo Is. (h)		Ancud (h)
			Chiloé Is. (h)
			Guafo (h)
Aisén	Puerto Aisén (h)		

## Leyenda:

- c: Altura de ola calculada
- h: Registro histórico de altura de ola
- b: c y h

## Fuente:

Basado en Hebenstreid, Gerald T. Assessment of Tsunami Hazards Presented by Possible Seismic Events: Near Shore Effects. (McLean, Virginia: Science Applications Inc., 1981); y Lockridge, Patricia A. Report SE-39 -Tsunamis en Perú-Chile. (Boulder, Colorado: World Data Center A for Solid Earth Geophysics, 1985).

## LA ORGANIZACION DE LOS ESTADOS AMERICANOS

La Organización de los Estados Americanos (OEA) es el organismo regional más antiguo del mundo, pues su origen se remonta a la Primera Conferencia Internacional Americana, celebrada en Washington, D.C.. En esta reunión se aprobó, el 14 de abril de 1890, la creación de la Unión Internacional de las Repúblicas Americanas. La Carta de la OEA fue suscrita en Bogotá en 1948 y entró en vigor el 13 de diciembre de 1951. Posteriormente, la Carta fue reformada por el Protocolo de Buenos Aires suscrito en 1967, el cual entró en vigor el 27 de febrero de 1970 y por el Protocolo de Cartagena de Indias suscrito en 1985, que entró en vigor el 16 de noviembre de 1988. La OEA cuenta hoy con 35 Estados miembros. Además, la Organización ha concedido el *status* de Observador Permanente a 27 Estados de Europa, Africa y Asia, así como a la Santa Sede y a la Comunidad Económica Europea.

Los propósitos esenciales de la OEA son los siguientes: afianzar la paz y la seguridad del Continente; promover y consolidar la democracia representativa dentro del respeto al principio de no intervención; prevenir las posibles causas de dificultades y asegurar la solución pacífica de las controversias que surjan entre los Estados miembros; organizar la acción solidaria de éstos en caso de agresión; procurar la solución de los problemas políticos, jurídicos y económicos que se susciten entre ellos; promover, por medio de la acción cooperativa, su desarrollo económico, social y cultural, y alcanzar una efectiva limitación de armamentos convencionales que permita dedicar el mayor número de recursos al desarrollo económico y social de los Estados miembros.

La OEA realiza sus fines por medio de los siguientes órganos: la Asamblea General; la Reunión de Consulta de Ministros de Relaciones Exteriores; los Consejos (el Consejo Permanente, el Consejo Interamericano Económico y Social y el Consejo Interamericano para la Educación, la Ciencia y la

Cultura); el Comité Jurídico Interamericano; la Comisión Interamericana de Derechos Humanos; la Secretaría General; las Conferencias Especializadas; los Organismos Especializados, y otras entidades establecidas por la Asamblea General.

La Asamblea General celebra períodos ordinarios de sesiones una vez por año. En circunstancias especiales se reúne en períodos extraordinarios de sesiones. La Reunión de Consulta se convoca con el fin de considerar asuntos de carácter urgente y de interés común, y para servir de Órgano de Consulta en la aplicación del Tratado Interamericano de Asistencia Recíproca (TIAR), que es el principal instrumento para la acción solidaria en caso de agresión. El Consejo Permanente conoce de los asuntos que le encomienda la Asamblea General o la Reunión de Consulta y ejecuta las decisiones de ambas cuando su cumplimiento no haya sido encomendado a otra entidad; vela por el mantenimiento de las relaciones de amistad entre los Estados miembros así como por la observancia de las normas que regulan el funcionamiento de la Secretaría General, y además, actúa provisionalmente como Órgano de Consulta para la aplicación del TIAR. Los otros dos Consejos tienen como finalidad promover la cooperación entre los Estados miembros en sus respectivas áreas de competencia. Estos Consejos celebran una reunión anual; se reúnen asimismo en períodos extraordinarios de sesiones cuando fueren convocados de acuerdo con los procedimientos previstos en la Carta. La Secretaría General es el órgano central y permanente de la OEA. La Sede tanto del Consejo Permanente como de la Secretaría General está ubicada en Washington, D.C.

**ESTADOS MIEMBROS: Antigua y Barbuda, Argentina, Bahamas (*Commonwealth de las*), Barbados, Belice, Bolivia, Brasil, Canadá, Colombia, Costa Rica, Cuba, Chile, Dominica (*Commonwealth de*), Ecuador, El Salvador, Estados Unidos, Grenada, Guatemala, Guyana, Haití, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Santa Lucía, San Vicente y las Granadinas, St. Kitts y Nevis, Suriname, Trinidad y Tobago, Uruguay y Venezuela.**

**ISBN 0-8270-3007-S**

**\$25.00**





Cuadro A-5

**VOLCANES ACTIVOS, AMENAZAS VOLCANICAS Y PERIODICIDAD DE ERUPCIONES VOLCANICAS EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE DURANTE LOS ULTIMOS 10.000 AÑOS**

País, Volcán, Periodicidad (1)	Ubicación		Fecha Última Erupción (2)	Efectos		Amenazas Volcánicas					Volcán Nº. (11)	Comentarios
	Lat.	Long.		Fat	Prop	Exp	Piro	ExpFr	Lava	TF		
			(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)		
<b>México</b>												
Pinacate, Picos	31.75N	113.50W	Holoceno									
San Quintín, Campo Volcánico	30.48N	116.03W	Holoceno									
San Luis, Isla	29.97N	114.43W	Holoceno									
Jaraquay, Campo Volcánico	29.33N	114.50W	Holoceno									
Tortuga, Isla	27.39N	111.86W	Holoceno									
TRES VIRGENES, VOLCAN DE LAS	27.47N	112.58W	185??									
BARCENA (ISLA REVILLAGIGEDO)	19.27N	110.80W	1952			x	x		x		2	
SOCORRO (ISLA REVILLAGIGEDO)	18.75N	110.95W	1951								2	
CEBORUCO, VOLCAN	21.15N	104.50W	1870			x	x		x		3	
Brenat	24.15N	104.45W	Holoceno									
SANGANGUEY	21.45N	104.98W	1859									
COLIMA, y EL VOLCANCITO	19.42N	103.72W	1977	x	x	x	x		x		1-4	
PARICUTIN, CAMPO VOLCANICO	19.48N	102.25	1943	x	x				x		3	
Jorullo	19.03N	101.67W	1759	x	x	x			x	x	4	
Zacapu, Campo Volcánico	19.80N	101.80W	Incierto									
Valle de Santiago	20.38N	101.22W	Holoceno			x			x			
Sin nombre	19.10N	099.50W	Holoceno			x			x		4	
Xitli	19.25N	099.22W	Holoceno						x		0?	
Chichinautzin, Sierra del	19.08N	099.13W	Holoceno									
Santa Catarina Sierra	19.20	098.97W	Holoceno									
Gordo, Cerro	19.75N	098.82W	Holoceno									
Pitos, Sierra de las	19.92N	098.73W	Holoceno									
POPOCATEPETL	19.02N	098.62W	1943			x					1-3	
ORIZABA, PICO DE	19.03N	097.28W	1687			x			x		3	
SAN MARTIN, VOLCAN DE	18.58N	095.17W	1838			x			x		2-4	
Catemaco, Lago	18.42N	095.07W	Incierto									
Santa Marta, Volcán	18.30N	095.00W	Holoceno									
CHICHÓN, EL	17.33N	093.20W	1985									
TACANA	15.13N	092.10W	1878?								1	En la frontera de Guatemala. Amenazó erupcionar en 1985 y en 1986.
<b>Guatemala</b>												
TAJUMULCO	15.043N	091.898W	1863?			x					2	
Siete Orejas	14.82N	091.62W	Holoceno									
SANTA MARIA	14.758N	091.548W	1990	x	x	x	x		x	x	2-6	Muy alto IEV. Incluye el domo de Santiaguillo (SE del ala de Santa María)
QUEMADO, CERRO	14.798N	091.52W	1823?	x	x				x		2	
Oro, Cerro de	14.88N	091.38W	Holoceno									

**Cuadro A-5 (cont.)**

País, Volcán, Periodicidad (1)	Ubicación		Fecha Última Erupción (2)	Efectos		Amenazas Volcánicas					Volcán Ni. (11)	Comentarios
	Lat.	Long.		Fat1	Prop	Exp	Piro	ExpFr	Lava	TF		
			(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)		
<b>Guatemala (continuación)</b>												
ATITLAN	14.588N	091.182W	1856?		x	x				x		2-3
Tolimán	14.614N	091.117W	Holoceno									
ACATENANGO	14.503N	090.873W	1972			x		x				1-3
FUEGO	14.482N	090.882W	1977	x	x	x	x		x	x		0-4
Agua	14.47N	090.742W	Holoceno									
PACAYA	14.38N	090.603W	1989		x	x				x		0-3
13 Volcanes menores al este de la Ciudad de Guatemala	14.03- 14.83N	089.35- 090.45W	Holoceno									
<b>El Salvador</b>												
Ahuachapán Campo Geotérmico	13.90N	089.82W	1980	x	x	x						
3 Volcanes menores	13.90- 14.27N	089.47- 089.77W	Holoceno									
SANTA ANA	13.853	089.630W	1920		x	x						2-3
IZALCO	13.815N	089.635W	1966	x	x	x	x			x		0-3
SAN MARCELINO	13.807N	089.577W	1722		x					x		0
Cuatepeque Caldera	13.87N	089.55W	Holoceno									
SAN SALVADOR	13.738N	089.288W	1917	x	x	x				x		0-4
Guazapa	13.90N	089.12W	Holoceno									
ILOPANGO	13.672N	089.053W	1879	x	x	x	x			x		3-6? Muy alto IEV
6 volcanes menores alrededor de San Vicente	13.42- 13.623N	088.32- 088.852W	Holoceno									
SAN MIGUEL	13.437N	088.272W	1976		x	x		x		x		1-3
Conchagua	13.227N	087.853W	Incierto									
CONCHAGUITA	13.22N	087.765W	1892			x						2
<b>Nicaragua</b>												
COSIGUINA	12.98N	087.57W	1852		x	x	x					2-5
SAN CRISTOBAL	12.70N	087.00W	1977			x		x				1-3
Casita	12.70N	086.97W	1550									
TELICA	12.60N	086.85W	1976			x		x		x		1-3
Rota	12.55N	086.75W	Holoceno									
NEGRO, CERRO	12.50N	086.70W	1971		x	x			x	x		1-3
PILAS, LAS	12.50N	086.68W	1954			x		x				1
MOMOTOMBO	12.42N	086.53W	1905		x	x				x		2-3
Apoyeque	12.242N	086.342W	Holoceno									
MASAYA, NINDIRI, SANTIAGO, y SAN PEDRO	11.98N	086.15W	1974		x	x				x		0-3
Apoyo	11.92N	086.03W	Holoceno									
MOMBACHO	11.83N	085.98W	1850?			x						2-3

Zapatera Isla	11.73N	085.62W	holoceno			
CONCEPCION	11.53N	085.62W	1978	x	x	2
Madera, La	11.45N	085.52W	Incierto			
3 Volcanes menores	12.30-	085.73-	Holoceno			
	12.53N	086.138				

**Cuadro A-5 (cont.)**

País, Volcán, Periodicidad (1)	Ubicación		Fecha Última Erupción (2)	Efectos		Amenazas Volcánicas						Volcán Ni. (11)	Comentarios
	Lat.	Long.		Fat?	Prop	Exp	Piro	ExpFr	Lava	TF	IEV		
				(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)		
<b>Costa Rica</b>													
OROSI	10.98N	085.47W	1849			x						2	
RINCON DE LA VIEJA	10.83N	085.33W	1970		x	x		x				2-3	
Miravalles	10.75N	085.15W	Holoceno										
Tenorio	10.67N	085.02W	Incierto										
ARENAL	10.47N	084.73W	1968	x	x	x	x	x	x	x		3-4	
Poco Sol, Cerro	10.320N	084.660W	Incierto										
Platanar, Cerro	10.299N	084.366W	Holoceno										
POAS	10.20N	084.22W	1980			x		x				1-3	
BARBA	10.13N	084.08W	1867			x						2	
IRAZU	09.98N	083.85W	1974	x	x	x		x	x	x		1-3	
TURRIALBA	10.03N	083.77W	1866			x						2-3	
<b>Honduras</b>													
Yojna, Lago	14.98N	087.98W	Holoceno										
Utila Isla	16.10N	086.90W	Holoceno										
<b>Panamá</b>													
Barú	08.80N	082.558W	1550?		x	x							
<b>Colombia</b>													
RUIZ	04.88N	075.37W	1985	x	x	x			x	x		2-4	2
Mesa Nevada de Hervey	05.30N	075.47W	Holoceno										
TOLIMA	04.65N	075.37W	1943			x						2	1
Machin	04.15N	075.37W	Holoceno										
Huila	03.00N	075.98W	Holoceno										
PURACE	02.37N	076.38W	1977	x	x	x			x	x		2-4	3
Sotara	02.22N	076.62W	Holoceno										
Petacas	01.57N	076.78W	Incierto										
DOÑA JUANA	01.52N	076.93W	1897	x		x	x		x	x		4	4
GALERAS	01.22N	077.30W	1974			x			x			2-4	5
Azufrañ de Tuquerres	01.08N	077.73W	Holoceno										
CUMBAL	00.98N	077.88W	1926			x						2	6
Negro de Mayasquer, Cerro	00.80N	077.95W	Holoceno			x						2	7
<b>Ecuador</b>													
REVENTADOR	00.08S	077.67W	1976			x	x		x	x		2-3	8
Cuicocha	00.30N	078.37W	Holoceno										
Pululagua	00.05N	078.48W	Holoceno			x	x						

País, Volcán, Periodicidad (1)	Ubicación		Fecha Última Erupción (2)	Efectos		Amenazas Volcánicas					Volcán Ni. (11)	Comentarios
	Lat.	Long.		Fat1 (3)	Prop (4)	Exp (5)	Piro (6)	ExpFr (7)	Lava TF (8) (9)	IEV (10)		
<b>Ecuador (continuación)</b>												
GUAGUA PICHINCHA	00.17S	078.60W	1881			x	x			2-4	9	
ANTISANA	00.48S	078.73W	1801			x		x		0-2	10	
SUMACO	00.57S	077.65W	1933?			x				2-3?	11	
COTOPAXI	00.65S	078.43W	1942	x	x	x	x	x	x	0-4	12	
QUILTOA	00.85S	078.90W	1759?			x				2-4?	13	
TUNGURAHUA	1.47S	078.45W	1944		x	x	x	x	x	2-4	14	
SANGAY	02.03S	078.33W	1976	x	x	x	x	x	x	2-3+	15	
FERNANDINA (GALAPAGOS)	00.37S	091.55W	1978			x		x	x	0-4		
6 VOLCANES EN ISLA ISABELA	00.02N- 00.90S	091.12- 091.55W	Holoceno- 1979	x		x		x	x	0-3		
9 VOLCANES EN ISLAS GALAPAGOS	00.58N- 00.88S	089.50- 090.77W	Holoceno- 1958						x	0		
<b>Perú</b>												
4 Volcanes menores	14.37- 15.80S	071.17- 072.70W	1990.									Volcán Sabancaya
MISTI, EL	16.302S	071.414W	1870?		x	x				2-3	16	
UBINAS	16.355S	070.903W	1969		x	x				2-3?	17	
HUAYNAPUTINA	16.584S	070.87W	1667	x	x	x	x		x	2-4	18	
Ticsani	16.77S	070.60W	Holoceno									
YUPUPACA	17.025S	070.358W	1902			x				2-3	19	
Yucamani	17.18S	070.20W	1787								20	
<b>Norte de Chile y Bolivia</b>												
Chupiquina, Nevado Tacora	17.67S	069.80W	Holoceno									
6 Volcanes menores	17.72S 17.92- 18.42S	069.78W 068.53- 069.80W	Holoceno Holoceno									En la frontera de Chile y Bolivia
GUALLATIRI	18.42S	069.10W	1960			x				2	21	
6 Volcanes menores	18.38- 19.15S	068.08- 069.47W	Holoceno									En la frontera de Chile y Bolivia
ISLUGA	19.15S	068.83W	1950		x	x			x	2	22	
11 VOLCANES MENORES	20.73- 21.78S	066.50- 068.47W	Holoceno- 1865									En la frontera de Chile y Bolivia; una erupción en 1865. El volcán No. 23 es uno de estos 11 volcanes.
SAN PEDRO	21.88S	068.40W	1960?		x	x			x	2	24	
11 VOLCANES MENORES	21.92- 23.13S	067.18- 068.23W	Holoceno- 1972									En la frontera de Chile y Bolivia; una erupción en 1972. El volcán No. 25 es uno de estos 11 volcanes.
LASCAR	23.37S	067.73W	1986		x					2-3	26	
5 Volcanes menores	23.58- 24.45S	067.53- 068.57W	Holoceno									En la frontera de Chile y Argentina



**Cuadro A-9 (cont.)**

País, Volcán, Periodicidad (1)	Ubicación		Fecha Última Erupción (2)	Efectos		Amenazas Volcánicas					Volcán Nº. (11)	Comentarios		
	Lat.	Long.		Fat1	Prop	Exp	Piro	Expfr	Lava	TF			IEV	
				(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)			
<b>Norte de Chile y Bolivia (continuación)</b>														
LLULAILLACO	24.72S	068.55W	1877			x			x		0-2	27	En la frontera de Chile y Argentina. El volcán No. 28 es uno de estos 4 volcanes.	
4 Volcanes menores	25.17- 27.32S	067.88- 069.13W	Holoceno											
<b>Centro y Sur de Chile, Argentina</b>														
TUPUNGATITO	33.40S	069.80W	1988			x			x		2	29	En la frontera de Chile y Argentina. Luego siguió actividad fumarólica	
SAN JOSE	33.80S	069.92W	1895			x					2	30		En la frontera de Chile y Argentina
MAIPO	34.17S	069.87W	1912?			x						31		
TINGUIRIRICA	34.82S	070.35W	1917									32	En la frontera de Chile y Argentina	
PETEROA	35.25S	070.57W	1967			x			x	x	1-4	33		
DESCABEZADO GRANDE	35.58S	070.75W	1932			x					2	34		
AZUL, CERRO	35.67S	070.77W	1967			x			x		2-5	35	Muy alto IEV	
Maule, Laguna del	36.02S	070.58W	Holoceno											
CHILLAN, NEVADOS DE	36.87S	071.38W	1973			x			x	x	1-3	36		
ANTUCO	37.40S	071.37W	1972			x			x		0-2	37		
CALLAQUI	37.92S	071.42W	1850?									38	En la frontera de Chile y Argentina	
Copahues	37.85S	071.17W	1750?			x						39		
LONQUIMAY	38.37S	071.58W	1889			x			x		0-2	40		
LLAIMA	38.70S	071.70W	1979		x	x			x	x	2-4?	41		
VILLARRICA	39.42S	071.95W	1980	x	x	x	x		x	x	2-3	42		
Quetrupillán	39.48S	071.70W	Holoceno											
RINIHUE (α CHOSHUENCO-MOCHO)	39.93S	072.03W	1864			x					2	43, 44		
NILAHUE	40.35S	072.07W	1979	x	x	x			x	x	2-4	45		
Casablanca, Volcán	40.75S	072.20W	Holoceno									46		
PUYEHUE	40.57S	072.10W	1960			x			x		3-4	47		
PUNTIAGUDO, CERRO	40.95S	072.27W	1930?											
OSORNO	41.10S	072.50W	1869			x			x		0-2	48		
CALBUCO	41.32S	072.60W	1961		x	x			x	x	1-2	49		
Cayute-La Viguera	41.98S	072.27W	Holoceno											
HUEQUI	42.37S	072.58W	1920?			x			x		0-2	50		
MINCHINMAVIDA	42.78S	072.43W	1835						x		2	51		
CORCOVADO	43.18S	072.80W	1835			x					2			
Maca	45.10S	073.20W	Holoceno									52		
WINDOM MOUNT	46.12S	073.02W	1871									53		

<b>BURNLEY, MONTE</b>	<b>52.15S</b>	<b>072.74W</b>	<b>1910</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>3</b>	<b>53</b>
<b>LAUTARO</b>	<b>49.02S</b>	<b>073.55W</b>	<b>1961</b>			<b>x</b>		<b>1-2</b>	<b>54</b>
<b>BURNLEY, MONTE</b>	<b>52.33S</b>	<b>073.40W</b>	<b>1910</b>			<b>x</b>		<b>2</b>	<b>55</b>
<b>Palei-Aike Campo Volcánico</b>	<b>52.15S</b>	<b>069.95W</b>	<b>Holoceno</b>			<b>x</b>	<b>x</b>		



**Cuadro A-5 (cont.)**

País, Volcán, Periodicidad (1)	Ubicación		Fecha Última Erupción (2)	Efectos		Amenazas Volcánicas					Volcán Ni. (11)	Comentarios	
	Lat.	Long.		Fat	Prop	Exp	Piro	ExpFr	Lava	TF			IEV
				(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)		
<b>Indias Occidentales</b>													
<b><u>Saba (Caribe)</u></b>													
Mountain, The	17.63N	063.23W	Holoceno										
<b><u>San Eustatius</u></b>													
Quill, The	17.48N	062.95W	Holoceno										
<b><u>San Kitts y Nevis</u></b>													
HISERY, MOUNT (SAN KITTIS)	17.37N	062.80W	1843?			x		x					
Nevis Peak (Nevis)	17.15N	062.58W	Holoceno										
<b><u>Montserrat</u></b>													
Soufriere Hills	16.72N	062.18W	Holoceno			x							
<b><u>Guadalupe</u></b>													
SOUFRIERE DE LA GUADELOUPE	16.05N	061.67W	1976			x	x	x		x		1-3	
<b><u>Dominica</u></b>													
Diable, Morne au	15.62N	061.45W	Holoceno										
Niahlotins, Morne	15.50N	061.42W	Holoceno										
MICOTRIN	15.33N	061.33W	1880					x				3	
Patates, Morne	15.22N	061.37W	Holoceno										
<b><u>Martinica</u></b>													
MONTAGNE PELEE	14.82N	061.17W	1929	x	x	x	x	x	x	x		3-4	
<b><u>Sta. Lucia</u></b>													
Qualibou	13.83N	061.05W	1766					x				1	
<b><u>San Vicente</u></b>													
SOUFRIERE	13.33N	061.18W	1979	x	x	x	x	x	x	x		0-4	
<b><u>Grenada</u></b>													
KICK-EM-JENNY (submarino)	12.30N	061.63W	1977									0	