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 INFORMACION GEOGRAFICA

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 asentamietos 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

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 disminuídas.

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.[7] En la mayoría de los casos ésto 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.

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 circumstancias 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 deteriorización 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. TECNICAS 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 imágen 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 pertinenetes 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.

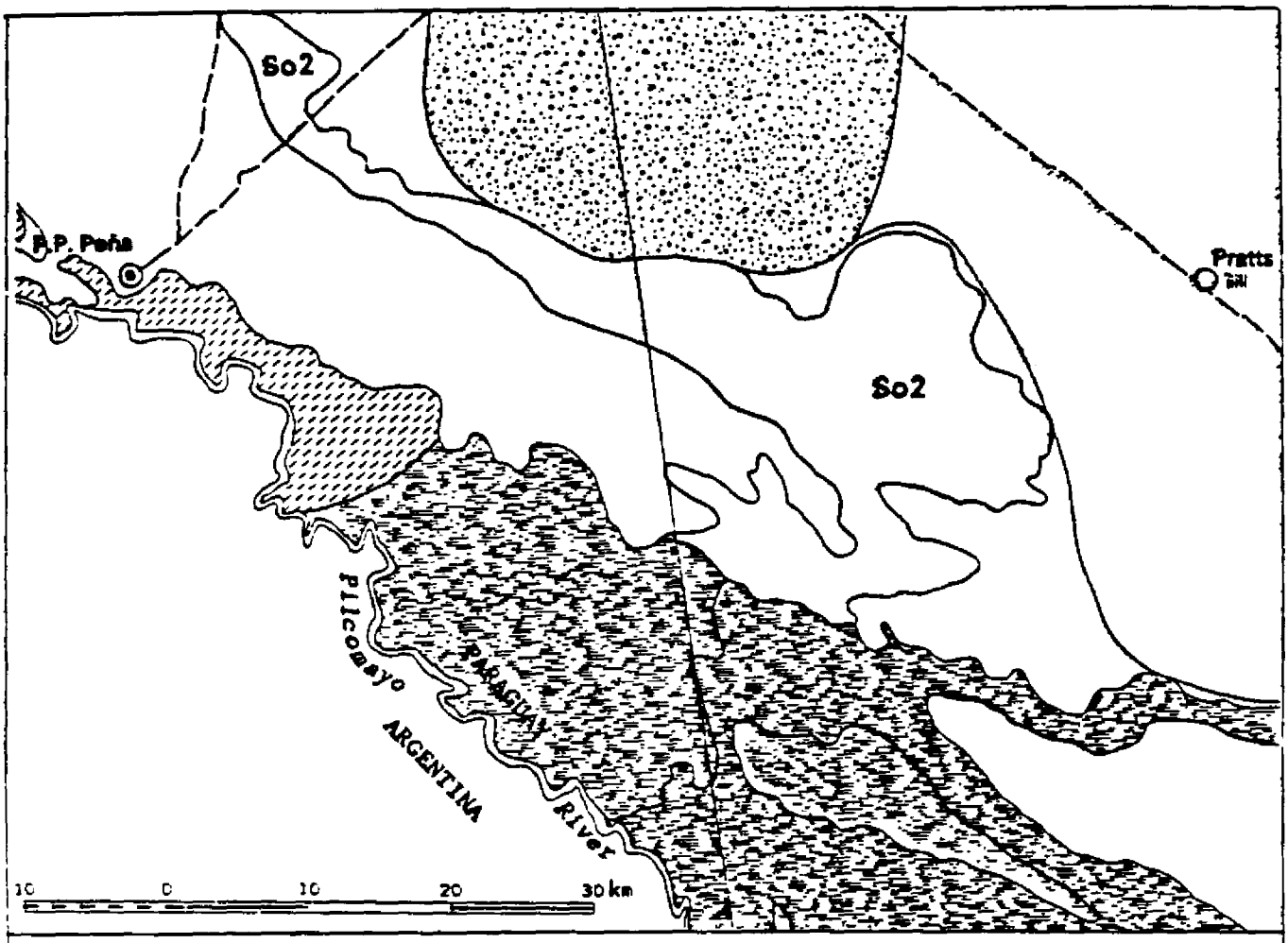
La escala utilizada en un MAM depende de la información sobre amenazas que se quiera incluir y de la escala del mapa básico. Si hay varias opciones de escala, entonces deben considerarse los siguientes factores:

- Número de amenazas que deban mostrarse;
- Elementos de amenaza que deban mostrarse;
- Rango de la severidad relativa de las amenazas que deban mostrarse;
- Area 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 incluír la ubicación, probabilidad de ocurrencia (período de retorno) y

Figura 17

MAPA DE AMENAZAS NATURALES EN EL CHACO PARAGUAYO



AREAS SUJETAS A DESERTIFICACION

Alta amenaza

Amenaza moderada

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.

AREAS SUJETAS A INUNDACIONES

Muy alta amenaza

Alta amenaza

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.

AREAS DE SUELOS PELIGROSOS

So2 Muy alta amenaza

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

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

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.

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 intalaciones 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 ersión costera, acantilados formados por olas, caídas verticales, retracción de acantilados, derrumbes, deslizamientos, desprendimientos de rocas y olas de tempestad.[8/] 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.

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.[9/] Los lugares que podrían estar sujetos a inundaciones, fallas de la superficie, licuefacción, derrumbes o erosión acelerada, fueron calificados como inaceptables.

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.

Estrategias para los Organismos de Asistencia al Desarrollo[10/]

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 Canada 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 organisos 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 COOPERACION TECNICA

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 incor-

porar 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 éstos 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.

1/ 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).

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

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

4/ 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.

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

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

7/ 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).

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

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

10/ 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.