

CAPITULO 10

EVALUACION DEL PELIGRO DE DESLIZAMIENTOS DE TIERRA

CAPITULO 10

EVALUACION DEL PELIGRO DE DESLIZAMIENTOS DE TIERRA

Contenido

A. VISION GENERAL DE LA CARTOGRAFIA DEL PELIGRO DE DESLIZAMIENTOS DE TIERRA Y EL PROCESO DE PLANIFICACION PARA EL DESARROLLO	10-4
1. Determinación de riesgo aceptable	10-5
2. Cartografía del peligro de deslizamientos de tierra	10-5
3. La integración de mapas de zonificación de peligros de deslizamiento de tierra al proceso de planificación para el desarrollo	10-6
a. Misión preliminar	10-6
b. Fase I - Diagnóstico del desarrollo	10-6
c. Fase II - Estrategia de desarrollo y formulación de proyectos	10-9
d. Implementación de proyectos	10-11
B. DESLIZAMIENTOS DE TIERRA, EVALUACION DEL PELIGRO DE DESLIZAMIENTOS DE TIERRA Y AREAS A SER CONSIDERADAS	10-11
1. Deslizamientos de tierra y susceptibilidad a los deslizamientos	10-11
2. Evaluación del peligro de deslizamiento de tierra	10-14
3. Factores asociados con la actividad de deslizamientos de tierra	10-14
a. Deslizamientos del pasado y su distribución	10-14
b. Roca firme	10-15
c. Calidad de pendientes o inclinación	10-15
d. Factor hidrológico	10-15
e. Efectos iniciados por el ser humano	10-18
C. CARTOGRAFIA DE FACTORES FISICOS Y PREPARACION DE UN MAPA DEL PELIGRO DE DESLIZAMIENTOS DE TIERRA	10-18
1. Cartografía de factores físicos asociados con deslizamientos de tierra	10-18
a. Cartografía del inventario de deslizamientos existentes	10-18
b. Cartografía de los tipos de roca firme que contribuyen a la inestabilidad	10-19
c. Cartografía de la calidad de pendientes o inclinación	10-22
d. Factor hidrológico opcional - cartografía de medidas indirectas	10-22

2. La interpretación del peligro de deslizamientos de tierra: El mapa del peligro de deslizamientos	10-22
3. Análisis de factores: la técnica para preparar un mapa de peligros	10-23
a. Paso uno: Mapa combinado de factores permanentes . . .	10-24
b. Paso dos: Sobreposición del inventario de deslizamientos de tierra	10-24
c. Paso tres: Combinación de grupos usando el análisis de factores	10-24
d. Paso cuatro: Producción de zonas de peligro de deslizamientos de tierra	10-26
4. Compensación por la insuficiencia de datos: el Mapa Isopleta	10-26
5. Cartografía generada por computadora	10-28
CONCLUSIONES	10-28
REFERENCIAS	10-28
APENDICE	10-30

Lista de Figuras

Figura 10-1 Estudio de planificación del desarrollo y actividades de evaluación del peligros de deslizamientos de tierra	10-7
Figura 10-2 Consideraciones del peligro de deslizamiento de tierra en las diferentes etapas de planificación	10-9
Figura 10-3 Definición de términos básicos de los deslizamientos de tierra	10-13
Figura 10-4 Formato para el inventario y la información para el análisis estadístico de los deslizamientos de tierra	10-16
Figura 10-5 La roca firme como factor en la ocurrencia de deslizamientos de tierra	10-17
Figura 10-6 Calidad de la pendiente asociada con la actividad de deslizamientos de tierra	10-17
Figura 10-7 Mapa de un inventario simple de derrumbe	10-20
Figura 10-8 Mapa de un inventario intermedio de derrumbe	10-20
Figura 10-9 Mapa de un inventario detallado de derrumbe	10-21
Figura 10-10 Mapa del área de estudio	10-23
Figura 10-11 Factor permanente combinado (muestra de roca firme y clase de pendiente) y cobertura del área del terreno (en Hectáreas)	10-24
Figura 10-12 Zonas de peligro de deslizamiento	10-25
Figura 10-13 Pasos para la preparación de un Mapa Isopleta	10-27

EVALUACION DEL PELIGRO DE DESLIZAMIENTOS DE TIERRA

RESUMEN

Este capítulo presenta (1) términos importantes, conceptos, y consideraciones relacionadas con la susceptibilidad a deslizamientos de tierra; (2) una técnica - cartografía de zonificación de peligros- para el examen de los riesgos de deslizamientos, y (3) los temas críticos que deben ser tratados al incorporar los peligros de deslizamientos al proceso de planificación para el desarrollo.

En 1974, uno de los deslizamientos de tierra más grandes en la historia ocurrió en el valle del río Mantaro en los Andes del Perú (Hutchinson and Kogan, 1975). Una laguna temporal fue formada cuando el deslizamiento represó el río Mantaro causando la inundación de granjas, tres puentes, y unos veinte kilómetros de carretera. Casi 500 personas en el pueblo de Mayunmarca y en sus alrededores perdieron la vida. Este desastre es un ejemplo del potencial destructivo de los deslizamientos de tierra y el por qué son considerados como peligros. Si bien no todos los deslizamientos producen catástrofes, los daños causados por muchos pequeños pueden ser igual a o exceder el impacto de un solo gran deslizamiento. Así, los deslizamientos tanto grandes como pequeños son capaces de causar daños significativos y pérdidas de vida.

El propósito del método que se describe en este capítulo es la evaluación del peligro relativo de deslizamientos de tierra. Su producto primario, un mapa de peligro de deslizamientos de tierra, proporciona a los planificadores un método práctico y costo-efectivo para zonificar áreas susceptibles a deslizamientos.

El método puede ser utilizado tanto por planificadores como por los técnicos especialistas en deslizamientos. El planificador logrará un conocimiento operativo de los conceptos y consideraciones para incorporar la evaluación del peligro de deslizamientos al proceso de planificación, usando un nivel adecuado de evaluación para cada etapa del proceso, y así podrá formular las preguntas apropiadas al técnico especialista y preparar los términos de referencia que aseguren que se ha de obtener la información necesaria. El técnico especialista encontrará una revisión de los temas sobre el peligro de deslizamientos y lineamientos para realizar la zonificación de deslizamientos. Como frecuentemente es el caso en el manejo de peligros naturales, los estudios de planificación son el vínculo entre la información científica y el proceso general de planificación para el desarrollo.

El método presentado, uno de varios que están disponibles, tiene las siguientes características:

- Se hace uso de diversos mapas temáticos e información de percepción remota, generalmente disponible para un estudio de desarrollo.
- Está diseñado para proporcionar información apropiada sobre el peligro de deslizamientos, para cada una de las etapas del proceso de planificación.
- Se utiliza la susceptibilidad relativa a deslizamientos, como medida del peligro potencial en el área.
- Es aplicable a regiones con diferentes características geomorfológicas y de vegetación.
- Generalmente puede ser utilizado dentro de las restricciones de tiempo y presupuesto de un estudio de planificación.

A. Visión general de la cartografía del peligro de deslizamientos de tierra y el proceso de planificación para el desarrollo

La susceptibilidad de determinada área a los deslizamientos se puede determinar y describir en base a la zonificación del peligro. Se puede preparar un mapa del peligro de deslizamientos muy al inicio del estudio de planificación y desarrollarlo en mayor detalle a medida que avanza el estudio. Se puede usar como herramienta para identificar las áreas de terrenos mejor caracterizadas para el desarrollo, examinando el riesgo potencial de los deslizamientos. Aún más, una vez que se identifique la susceptibilidad a los deslizamientos, se pueden desarrollar proyectos de inversión que eviten, prevengan o mitiguen significativamente el peligro.

Para determinar la extensión del peligro de deslizamientos, se requiere identificar aquellas áreas que podrían ser afectadas por un deslizamiento dañino y evaluar las probabilidades de ocurrencia en un determinado período de tiempo. Sin embargo, en general es difícil precisar un período de tiempo para la ocurrencia de un deslizamiento, aún bajo condiciones ideales. Como resultado, el peligro de deslizamiento frecuentemente se presenta como la susceptibilidad a deslizamientos (Brabb, 1985). De manera similar al concepto de áreas inundables (ver Capítulo 8), la susceptibilidad a deslizamientos sólo identifica las áreas potencialmente

DEFINICIONES

- **Peligro de deslizamientos de tierra:** representado por la susceptibilidad, que es la probabilidad de la ocurrencia de un deslizamiento de tierra potencialmente dañino en una determinada área.
- **Vulnerabilidad:** es el nivel de poblaciones, propiedades, actividades económicas, incluyendo los servicios públicos, etc., en riesgo en determinada área como resultado de la ocurrencia de un deslizamiento de tierra de determinado tipo.
- **Riesgo (específico):** el monto de las pérdidas esperadas por causa de un fenómeno particular de deslizamiento.

afectables y no implica un período de tiempo durante el cual podría ocurrir un deslizamiento. Para simplificar estos conceptos, en éste capítulo se hará referencia a la susceptibilidad a deslizamientos como peligro de deslizamientos. Comparando la ubicación de un área propuesta para el desarrollo con el respectivo grado de peligro de deslizamientos, el planificador puede estimar los riesgos de los deslizamientos. Esto es útil para definir la capacidad del uso de la tierra e identificar medidas apropiadas de mitigación.

Se puede generar un mapa del peligro de deslizamientos de tierra que identifica áreas con diferente potencial para los deslizamientos. La necesidad de información sobre peligros de deslizamientos puede variar de acuerdo con el uso futuro de las tierras. El grado del peligro de deslizamiento presente es considerado relativo ya que se refiere a la expectativa de ocurrencia de futuros deslizamientos de tierra, en base a las condiciones de esa área particular. Otra área podría parecer similar pero, en realidad, puede tener diferente grado de peligro de deslizamiento debido a pequeñas diferencias en la combinación de las condiciones para los deslizamientos. Es así que la susceptibilidad a deslizamientos es relativa a las condiciones de cada área específica, y no se puede suponer que la susceptibilidad sea idéntica a la de una área que sólo parece ser igual.

Aún con una investigación detallada y monitoreo, es extremadamente difícil pronosticar el peligro de deslizamientos de tierra en términos absolutos. Sin embargo, existe suficiente conocimiento de los procesos de los deslizamientos de tierra, como para poder estimar el potencial del peligro de deslizamientos. El planificador puede utilizar esta estimación para tomar ciertas decisiones con respecto a cuán adecuado es determinado lugar, el tipo de desarrollo, y las medidas apropiadas de mitigación. De esta manera, el planificador podrá determinar el riesgo aceptable.

1. DETERMINACION DE RIESGO ACEPTABLE

La decisión sobre la necesidad de información sobre el peligro de deslizamientos es el primer paso para asegurar que el peligro de deslizamientos no exceda un grado aceptable para la planificación del uso futuro del

terreno. El objetivo de la información sobre deslizamientos es identificar las áreas relativamente susceptibles a deslizamientos y determinar qué tipos de actividades de desarrollo son las más adecuadas. Por ejemplo, la evaluación del peligro de deslizamientos tendría baja prioridad en las áreas de planificación designadas para parques nacionales o reservas de fauna o para la caza. En cambio, los deslizamientos pueden ser factor importante para el desarrollo de áreas de bosques recientemente talados o para la construcción de infraestructura en montañas o terrenos escarpados. Claramente, la cantidad de información que se necesita sobre deslizamientos depende del nivel y tipo de desarrollo que se anticipa en una área. No entender los efectos potenciales que los deslizamientos pueden tener sobre un proyecto, o cómo el proyecto podría afectar el potencial de deslizamientos, conduce a mayor riesgo.

Los cambios naturales así como aquellos inducidos por el hombre pueden afectar la susceptibilidad a deslizamientos y se deben comprender al evaluar el potencial de deslizamientos de una área. Es crítico para un planificador apreciar estos aspectos al inicio del proceso de planificación. Eventualmente se toma la decisión sobre el grado de riesgo que es aceptable o no aceptable para un proyecto. En este punto son diseñadas las estrategias de mitigación para reducir el riesgo. Estos conceptos son discutidos con mayor detalle en este capítulo.

Se recomienda consultar a técnicos especialistas en deslizamientos, lo más temprano posible, para que ellos puedan evaluar el riesgo de las actividades propuestas en una área con peligro de deslizamientos. Si bien no se espera que el planificador sea un técnico experto en la materia, debe saber qué preguntas formular al especialista en deslizamientos. Con las preguntas correctas, el planificador podrá identificar y evaluar medidas para minimizar o evitar la vulnerabilidad a los deslizamientos de tierra.

2. CARTOGRAFIA DEL PELIGRO DE DESLIZAMIENTOS DE TIERRA

La interpretación de la ocurrencia de futuros deslizamientos requiere el conocimiento de las

condiciones y procesos que controlan los deslizamientos en el área de estudio. Tres factores físicos - la historia, la calidad de las pendientes y la roca firme - son el mínimo de componentes necesarios para evaluar el peligro de deslizamientos. También es necesario añadir el factor hidrológico para reconocer el importante rol que las aguas subterráneas tienen frecuentemente en la ocurrencia de deslizamientos. Señales de este factor se obtienen de manera indirecta observando la vegetación, la orientación de las pendientes o las zonas de precipitación. Todos estos factores se pueden graficar; sus combinaciones específicas están asociadas con diferentes grados del peligro de deslizamiento. La identificación de la extensión de estas combinaciones en el área que se está evaluando da como resultado un mapa del peligro de deslizamiento. La técnica empleada para preparar estos mapas es conocida como Análisis Combinado de Factores y está descrita en detalle en la Sección C de este capítulo.

3. LA INTEGRACION DE MAPAS DE ZONIFICACION DE PELIGROS DE DESLIZAMIENTO DE TIERRA AL PROCESO DE PLANIFICACION PARA EL DESARROLLO

La información sobre el peligro de deslizamiento es útil como uno de los muchos componentes del estudio de planificación para el desarrollo integrado. Dado que los deslizamientos pueden afectar adversamente a la actividad humana, o interferir con ella, el peligro de deslizamiento restringe o limita la capacidad de uso de tierras. Por esta razón es importante identificar los grados relativos de este peligro muy al comienzo del proceso de planificación. Esto permite a los planificadores determinar el grado de riesgo de deslizamiento que es aceptable o no para un programa de desarrollo. Así, se puede decidir sobre cuales medidas tomar: evitar, prevenir, o mitigar el peligro de deslizamiento actual y futuro en el programa de desarrollo. El método que se describe en este capítulo

hace hincapié en la identificación del peligro de deslizamiento y su uso en un estudio de planificación integrada, a medida que se evalúa los recursos naturales, se formula una estrategia de desarrollo y se identifica los proyectos de inversión a nivel de perfil.

a. Misión Preliminar

Durante la misión preliminar de un estudio de planificación para el desarrollo integrado, se hace una revisión inicial del tipo y contenido de la información disponible, incluyendo información sobre peligros naturales (ver Apéndice A). Se verifica la disponibilidad de mapas geológicos, topográficos, hidrológicos y de vegetación, y de fotografías aéreas. Esta información es esencial para la zonificación del peligro de deslizamientos (ver Figura 10-1). Durante esta etapa del estudio, también se debe recolectar y revisar la información disponible sobre las evaluaciones de peligros naturales, incluyendo los deslizamientos, y los desastres que se conoce han afectado el área del estudio. Ver el Capítulo 1 para una discusión más detallada del proceso de planificación para el desarrollo integrado.

b. Fase I - Diagnóstico del desarrollo.

En el contexto de la planificación para el desarrollo de una cuenca fluvial, provincia u otra unidad de planificación, el diagnóstico del desarrollo ayuda a identificar áreas con el más alto potencial de desarrollo. Estas áreas son determinadas como "áreas objetivo", en las cuales se concentran los estudios más detallados subsiguientes. Parte del proceso de diagnóstico del desarrollo comprende identificar y delinear los factores de recursos naturales que favorecen o limitan el desarrollo de un área en particular. El peligro de deslizamiento es un factor indeseable y cuanto mayor sea el peligro más podrá influir sobre el potencial de desarrollo.

MISION PRELIMINAR (DISEÑO DEL ESTUDIO)

PREGUNTAS QUE DEBEN FORMULAR LOS PLANIFICADORES:

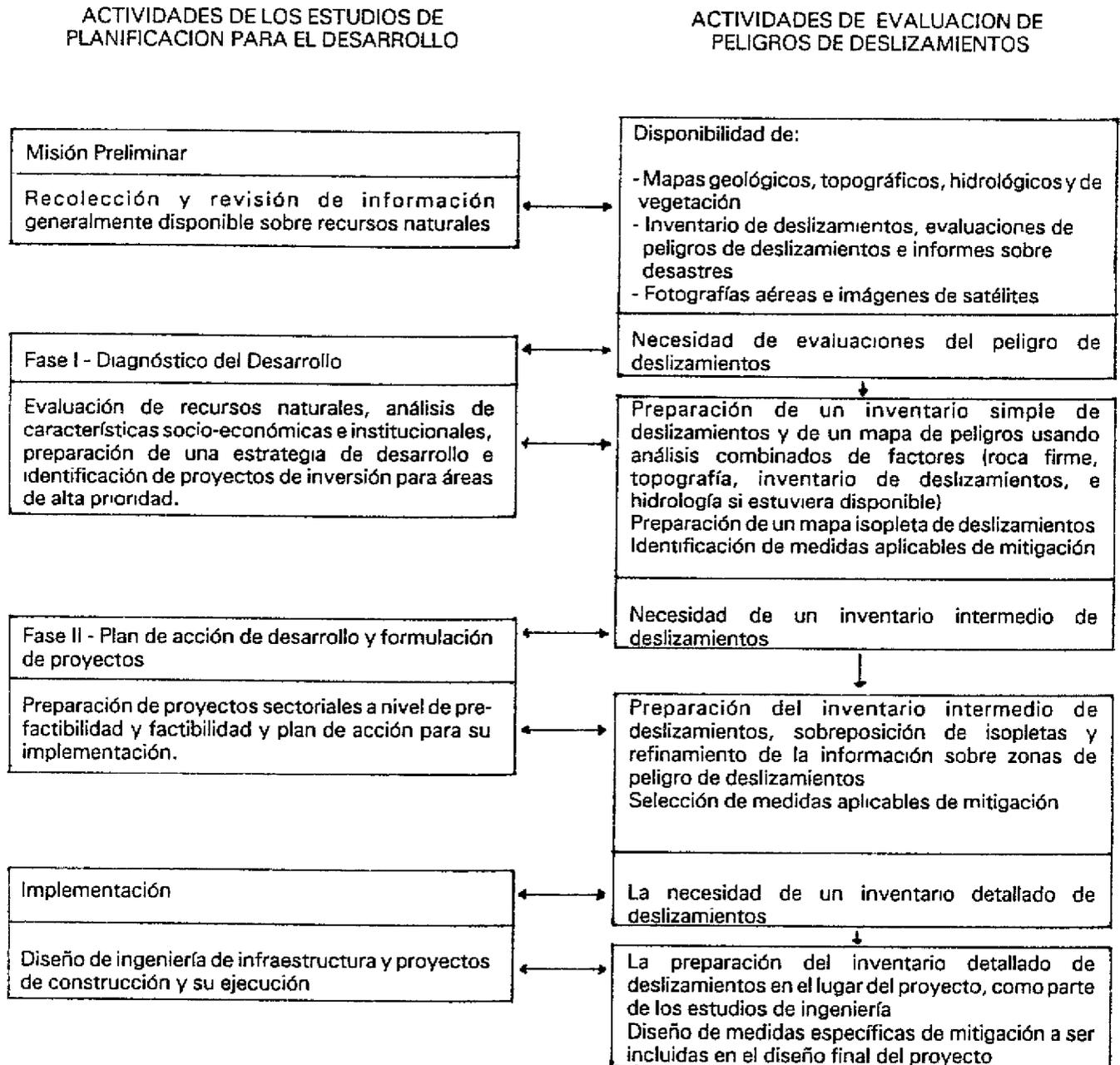
- ¿Se dispone de mapas geológicos, topográficos, hidrológicos y de vegetación? ¿A qué escala?
- ¿Se dispone de fotografías aéreas? ¿A qué escala?
- ¿Tiene el área de estudio una historia de deslizamientos y/o de desastres causados por deslizamientos?
- ¿Existe información disponible sobre evaluaciones del peligro de deslizamientos?

DECISIONES IMPORTANTES A SER TOMADAS EN ESTA ETAPA:

- ¿Es probable que los deslizamientos afecten porciones grandes o significativas del área de estudio?
- ¿Tendrá acceso el estudio a información sobre evaluaciones del peligro de deslizamientos que no sean las que el estudio mismo ha de producir?

Figura 10-1

ESTUDIO DE PLANEAMIENTO DEL DESARROLLO Y ACTIVIDADES DE EVALUACION DE PELIGROS DE DESLIZAMIENTOS DE TIERRA



FASE I: DIAGNOSTICO DEL DESARROLLO (ESTRATEGIA E IDENTIFICACION DE PROYECTOS)

PREGUNTAS QUE DEBEN FORMULAR LOS PLANIFICADORES:

- ¿Se dispone de suficiente información para preparar un mapa de inventario de deslizamientos, un mapa Isopleta de deslizamientos existentes, y/o un mapa del peligro de deslizamientos en base al análisis de factores?
- ¿Cómo se llevará a cabo la evaluación? ¿Durante qué período de tiempo?
- ¿Cómo se integrará la información de evaluaciones al estudio de estrategias de desarrollo y a las actividades de identificación de proyectos en su conjunto?

DECISIONES IMPORTANTES A SER TOMADAS EN ESTA ETAPA:

- ¿Se necesita un mapa del peligro de deslizamientos?
- ¿A qué escala se debe preparar ese mapa?
- ¿Quién hará la evaluación?
- ¿Quién será responsable de incorporar la información de evaluación en las actividades del estudio en su conjunto?

Cuando un peligro potencial está presente en el área de estudio, el primer paso es realizar un breve análisis para establecer si han ocurrido deslizamientos en épocas recientes. Las carreteras, ferrocarriles y las orillas de los ríos son buenos lugares para buscar huellas de anteriores deslizamientos. La conversación con autoridades locales responsables de obras públicas y de actividades de silvicultura y agricultura, puede ser una valiosa fuente de información ya que estas personas probablemente están familiarizadas con los deslizamientos del pasado en una determinada área. Sin embargo, es importante tener presente que las nuevas actividades de desarrollo pueden aumentar el peligro de deslizamientos, y la ausencia de evidencia de anteriores deslizamientos no garantiza que los deslizamientos no serán un problema en el futuro.

La extensión del área y la variedad de actividades de desarrollo que se consideran, hace que la determinación de la susceptibilidad a deslizamientos en base a todos los deslizamientos existentes sea un método apropiado, cualquiera que fuere el tipo de deslizamiento en cada caso (DeGraff, 1982). Un simple inventario de anteriores deslizamientos, junto con datos sobre la roca firme, calidad de pendientes y el factor hidrológico si estuviera disponible, produce un mapa del peligro de deslizamiento que ha de satisfacer las necesidades del diagnóstico del desarrollo (ver Figura 10-1). Las escalas adecuadas para mapas del peligro de deslizamiento van desde 1:250.000 a 1:50.000. (Ver Figura 10-2 para una descripción de las necesidades de identificación de peligros y las escalas adecuadas para los mapas en las diferentes etapas de planificación)

Un problema frecuentemente enfrentado en el nivel del diagnóstico de desarrollo, es encontrarse con datos

limitados o insuficientes para preparar el análisis combinado de factores. Cuando se da esta situación, se tienen dos opciones: (1) invertir el dinero y los recursos humanos que fueran necesarios a fin de obtener datos para producir un mapa del peligro de deslizamientos, o (2) preparar un mapa isopleta de deslizamientos existentes (se describe en la Sección C de este capítulo). El mapa isopleta muestra las áreas de ocurrencia de deslizamientos frecuentes o no frecuentes. Si bien este tipo de mapa da una idea sobre dónde los deslizamientos pueden tener una influencia importante sobre el desarrollo, sólo es una aproximación para determinar donde se podrá encontrar un problema durante el desarrollo. Los mapas isopletas son una opción aceptable en esta etapa del desarrollo, pero son totalmente inadecuados para un uso más detallado en las etapas de planificación.

El grado del peligro de deslizamientos en una área es un factor limitante sólo para aquellas actividades que pueden alterar el balance existente entre las fuerzas que producen el desplazamiento del terreno y aquellas que lo resisten en una pendiente que no ha fallado. Los planificadores deben entender los efectos que puedan tener las actividades de desarrollo sobre este balance de fuerzas. Por ejemplo, colocar un cerco alrededor de un campo no ha de producir un deslizamiento ni ha de evitarlo. La eliminación de la cobertura forestal para crear un campo para cultivo de sembríos, puede propiciar un deslizamiento porque altera el balance de fuerzas y puede aumentar la susceptibilidad a una falla de la pendiente por algún evento "gatillo", como una prolongada precipitación que no habría producido deslizamiento en las condiciones originales. Desde