

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-Managua
A la Libertad por la Universidad !!



INGENIERIA GEOLÓGICA

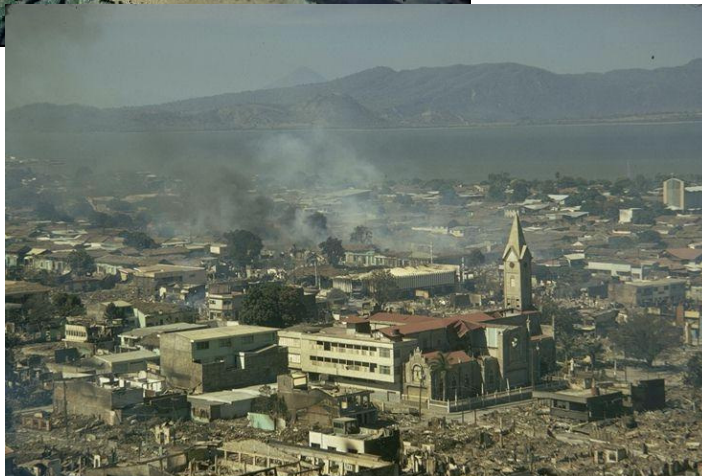
RIESGOS GEOLÓGICOS

Dr. Ingeniero Tupak Obando R., Geólogo
Doctorado en Geología y Gestión Ambiental
Celular: 84402511
Website: <http://blogs.monografias.com/>

Managua, Marzo -2010

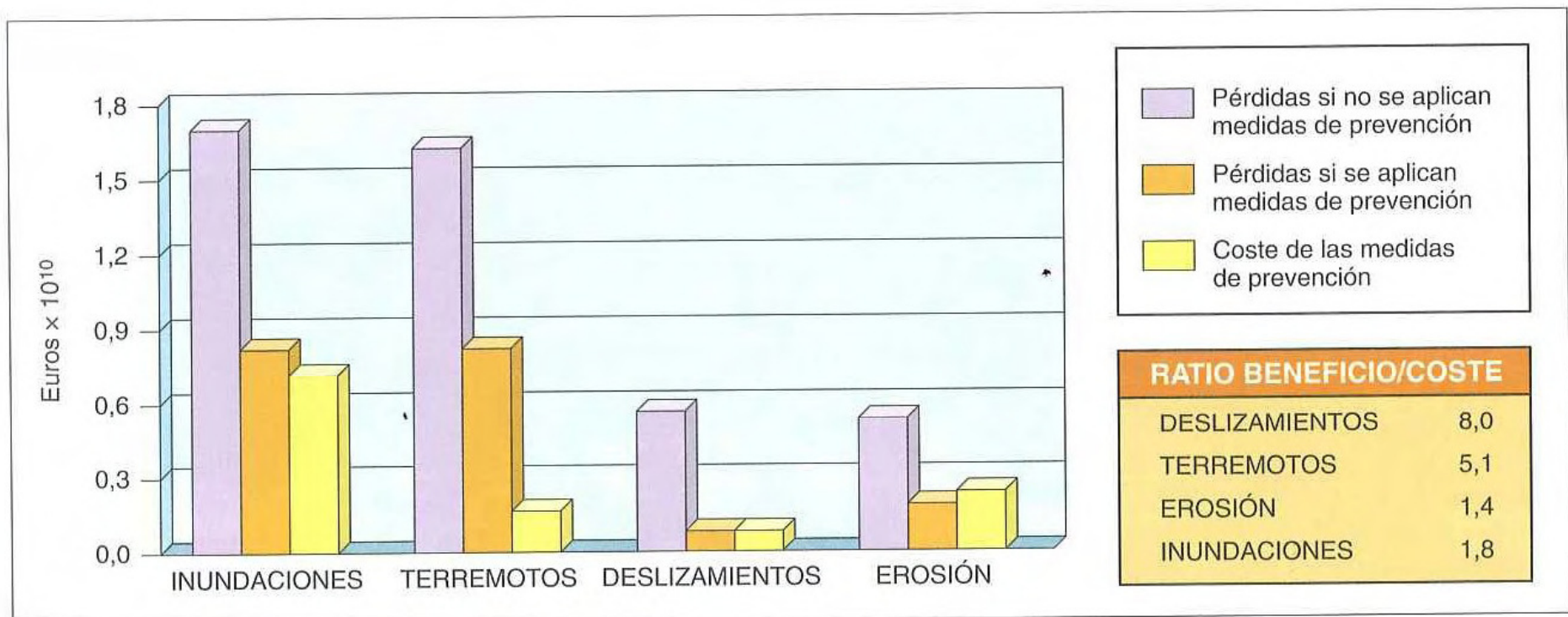
Los problemas derivados de la doble interacción entre el medio geológico y las actividades humanas hacen necesario el planteamiento de actuaciones adecuadas para conseguir un equilibrio entre las condiciones naturales y la ocupación del territorio, incorporando los métodos de prevención y mitigación de los riesgos geológicos a la planificación. Estas actuaciones deben partir del conocimiento de los procesos geodinámicos y del comportamiento geomecánico del terreno.

RIESGOS GEOLÓGICOS



Procesos geológicos y meteorológicos que pueden causar riesgos

Procesos geodinámicos externos	<ul style="list-style-type: none"> — Deslizamientos y desprendimientos. — Hundimientos y subsidencias. — Erosión. — Expansividad y colapsabilidad de suelos.
Procesos geodinámicos internos	<ul style="list-style-type: none"> — Terremotos y tsunamis. — Vulcanismo. — Diapirismo.
Procesos meteorológicos	<ul style="list-style-type: none"> — Lluvias torrenciales y precipitaciones intensas. — Inundaciones y avenidas. — Procesos de arroyada. — Huracanes. — Tornados.



Proyección a 30 años e hipótesis de riesgo máximo.

Ratio beneficio / coste: pérdidas por riesgos geológicos menos las pérdidas si se aplican medidas preventivas, divididas por el coste de las medidas de prevención.

Los **daños** asociados a un determinado proceso geológico dependen de:

- La **velocidad, magnitud y extensión** del mismo; los movimientos del terreno pueden ocurrir de forma violenta y catastrófica (terremotos, grandes deslizamientos repentinos, hundimientos) o lenta (flujos y otros movimientos de laderas, subsidencias, etc.).
- La posibilidad de **prevención y predicción** y el **tiempo de aviso**; algunos procesos, como terremotos o avenidas repentinas (*flash floods*) no pueden ser previstos, disponiéndose de muy poco o ningún tiempo para alertas.
- La **posibilidad de actuar sobre el proceso y controlarlo** o de proteger los elementos expuestos a sus efectos.



RIESGOS GEOLÓGICOS

Conjunto de amenazas o peligros para los recursos y las actividades humanas, derivados de procesos geológicos de origen interno, externos o de una combinación de ambos. P.ejem. Riesgos sísmicos, volcánicos, deslizamientos o riesgos costeros.

Peligrosidad, riesgo y vulnerabilidad

En los estudios de riesgo se utiliza una terminología propia para definir la peligrosidad, el riesgo y la vulnerabilidad. Si bien el término «riesgo» frecuentemente se emplea para referirse a cualquier proceso más o menos violento o catastrófico que puede afectar a las personas o bienes, y se aplica como sinónimo de peligrosidad, ambos conceptos son diferentes. **La peligrosidad se refiere al proceso geológico, el riesgo a las pérdidas y la vulnerabilidad a los daños.** A continuación se definen estos conceptos según su uso más extendido.

$$T = 1/P_{(a)}$$

$$p = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^t$$



La **peligrosidad**, P , (*hazard*) hace referencia a la frecuencia de ocurrencia de un proceso y al lugar. Se define como la probabilidad de ocurrencia de un proceso de un nivel de intensidad o severidad determinado, dentro de un periodo de tiempo dado y dentro de un área específica (Varnes, 1984; Barbat, 1998). Para su evaluación es necesario conocer:

- Dónde y cuándo ocurrieron los procesos en el pasado.
- La intensidad y magnitud que tuvieron.
- Las zonas en que pueden ocurrir procesos futuros.
- La frecuencia de ocurrencia.

riesgo, R , (*risk*)

pérdidas potenciales debidas a un fenómeno natural determinado (vidas humanas, pérdidas económicas directas e indirectas, daños a edificios o estructuras, etc.).

En la actualidad, es en el campo de los terremotos donde más se han desarrollado los estudios de riesgo. Barbat (1998) define el **riesgo sísmico** como las pérdidas esperadas que sufren las estructuras durante el lapso de tiempo que permanecen expuestas a la acción sísmica; dicho lapso de tiempo se denomina **período de exposición o periodo de vida útil** de las estructuras, como ha sido indicado anteriormente.

Según las definiciones de la UNESCO (Varnes, 1984), el riesgo se evalúa:

$$R = P \times V \times E$$

PARADOJAS DEL RIESGO

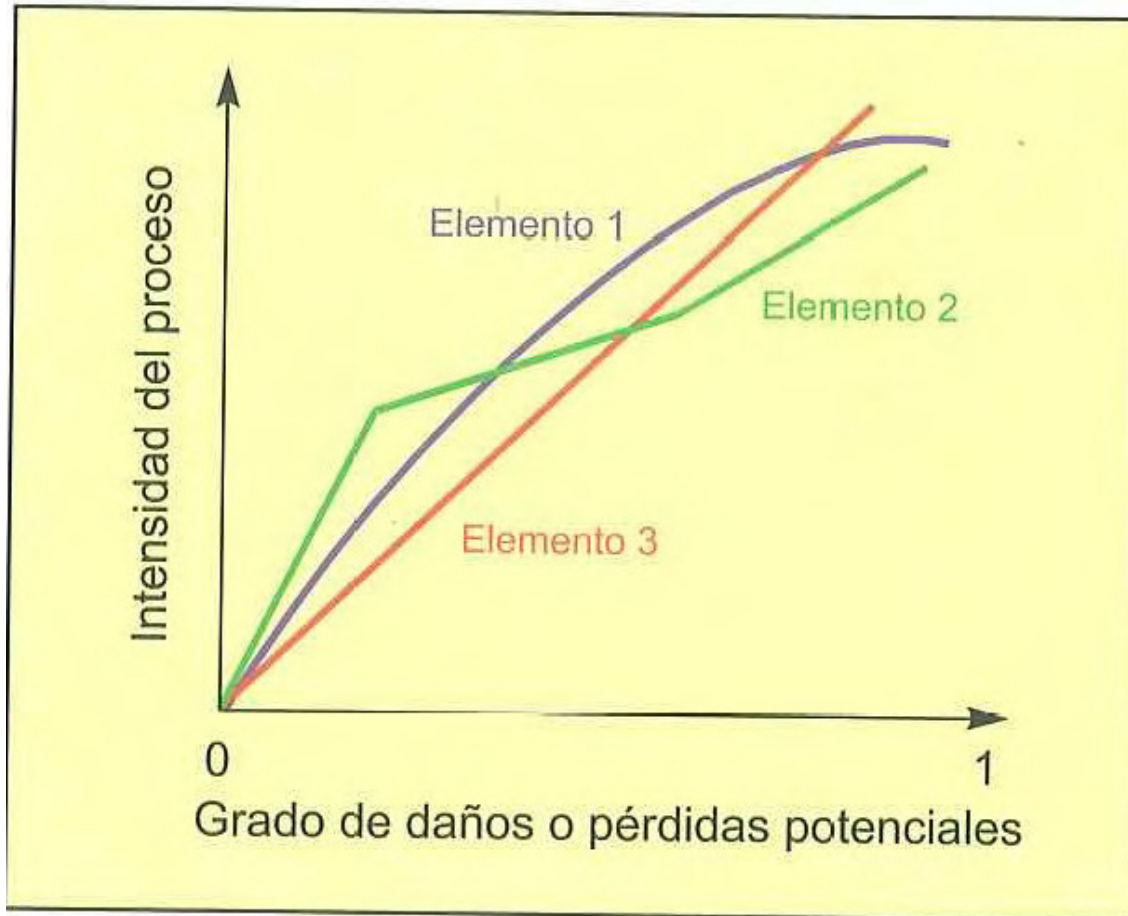
□ Zonas muy afectadas por fenómenos geológicos catastróficos, pero despobladas, no están sometidas a riesgo alguno. Es decir, el riesgo geológico es un parámetro económico que se mide cuantificando las pérdidas provocadas por un determinado evento.

□ La intensidad de un determinado fenómeno geológico una región pobre tiene menos riesgo (económico) que una rica; en cambio, las pérdidas en vidas humanas son siempre mayores en zonas no desarrolladas que en zonas ricas.

vulnerabilidad, V .

La **vulnerabilidad, V** , es el grado de daños o pérdidas potenciales en un elemento o conjunto de elementos como consecuencia de la ocurrencia de un fenómeno de intensidad determinada. Depende de las características del elemento considerado (no de su valor económico) y de la intensidad del fenómeno; suele evaluarse entre 0 (sin daño) y 1 (pérdida o destrucción total del elemento) o entre 0 % y 100 % de daños.

Con respecto al riesgo sísmico, la vulnerabilidad de una estructura, grupo de estructuras o de una zona urbana, se define como su predisposición intrínseca a sufrir daños ante la ocurrencia de un movimiento sísmico de una severidad determinada (Barbat, 1998); depende de las características de diseño de la estructura y de la intensidad del terremoto. Así, la vulnerabilidad de un edificio de mampostería será más alta que la de uno de hormigón frente a un mismo terremoto.



funciones de vulnerabilidad

La **vulnerabilidad social** depende de la densidad de población, condiciones de los edificios y estructuras, sistemas de aviso y alerta y planes de emergencia y evacuación (Cuadro 13.3). Los países pobres, como frecuentemente queda demostrado, son más vulnerables por sus deficientes construcciones, alta densidad de población, etc. Puede evaluarse en términos de porcentaje de población afectada por un determinado proceso.

Los **elementos expuestos** pueden ser personas, bienes, propiedades, infraestructuras, servicios, actividades económicas, etc., que pueden sufrir las consecuencias directas o indirectas de un proceso geológico en una determinada zona. El **coste o valor** de los mismos puede expresarse según diferentes criterios: coste de construcción de edificios o estructuras, coste de reparación de los daños causados, valor asegurado, etc.; también se pueden considerar los costes derivados de la interrupción de vías de comunicación, actividades económicas, servicios, etc.

Elementos a considerar para la evaluación de la vulnerabilidad

Vulnerabilidad	Daños o pérdidas	
Social	<ul style="list-style-type: none"> - Muertos y desaparecidos. - Heridos y discapacitados. - Personas sin hogar. - Personas sin trabajo. - Epidemias y enfermedades. 	<p>La vulnerabilidad social depende de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La intensidad y velocidad del fenómeno. - La densidad de población. - La vulnerabilidad estructural. - El tiempo de aviso. - Los sistemas de emergencia y respuesta.
Estructural	<ul style="list-style-type: none"> - Daños sobre edificios y estructuras. - Daños sobre el contenido de los mismos. - Pérdida de beneficios. - Efectos sobre las personas. 	<p>La vulnerabilidad estructural depende de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La intensidad y velocidad del fenómeno. - El tipo y características de las construcciones. - La concentración en áreas de población.
Económica	<p>Daños directos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Costes de reposición, reparación o mantenimiento de estructuras, instalaciones o propiedades, sistemas de comunicación, electricidad, etc. <p>Daños indirectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reducción del valor de los bienes. - Interrupción de los sistemas de transporte. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pérdidas de productividad de suelo agrícola o industrial. - Pérdida de ingresos por impuestos. - Pérdidas en la productividad humana. - Pérdidas en beneficios comerciales. - Pérdidas en la recaudación de impuestos. - Costes de medidas preventivas o de mitigación. - Pérdida de calidad del agua y contaminación.

Prevención y mitigación de los riesgos

La **prevención** de los riesgos geológicos consiste en prever o conocer con anticipación la ocurrencia de un fenómeno, en tiempo y lugar (o al menos en lugar), con el fin de:

- Evitar el proceso.
- Controlar o «frenar» dicho proceso.
- Avisar, prepararse o protegerse de él.

La prevención se basa en el conocimiento de las características y leyes de los procesos, en el análisis de datos pasados, observaciones científicas (investigaciones detalladas de los mismos) y en la monitorización y detección de anomalías y cambios en parámetros físicos y fenómenos precursores.

El término **predicción**, esto es, el anuncio de lo que va a ocurrir, a veces se emplea con el mismo significado anterior, aunque no es equivalente.

La **mitigación** consiste en moderar o disminuir las pérdidas y daños mediante el control del proceso (en los casos en que sea posible) y/o la protección de los elementos expuestos, reduciendo su vulnerabilidad.

las siguientes limitaciones:

- Es necesario el conocimiento de los procesos potenciales que pueden afectar a un área y de su peligrosidad.
- Es difícil, cuando no imposible, la aplicación de medidas en áreas desarrolladas previamente.
- Los elevados costes de la preparación de inventarios detallados y mapas sobre los diferentes factores incluidos en la ordenación del territorio.
- Intereses políticos o económicos opuestos o reacios a la adopción de medidas restrictivas.

Prevención y mitigación de los riesgos geológicos

Procesos	Prevención y predicción	Mitigación de los riesgos	Actuaciones para mitigación	
			Estructurales	No estructurales
Deslizamientos y desprendimientos	Espacial y temporal (1)	Control del proceso (2) Protección Evacuación	Medidas de corrección, estabilización y obras de protección	Prohibición o restricciones de ocupación de zonas de elevada peligrosidad
Hundimientos y subsidencias	Espacial y temporal (1)	Control del proceso (2) Protección Evacuación	Medidas de consolidación y relleno	Planificación y ordenación del territorio
Terremotos y tsunamis	Espacial	Protección Evacuación (3)	Diseños sismorresistentes	Normativas y recomendaciones
Erupciones volcánicas	Espacial y temporal a corto plazo	Evacuación Protección	Desvío y contención de coladas y flujos	Sistemas de alarma y aviso
Inundaciones y avenidas	Espacial y temporal	Control del proceso (2) Protección Evacuación	Obras de desvío, contención y regulación. Diseño de obras y drenajes	Planes de emergencia Divulgación y educación ciudadana

(1) Prevención temporal siempre que se conozca la recurrencia de los factores desencadenantes.

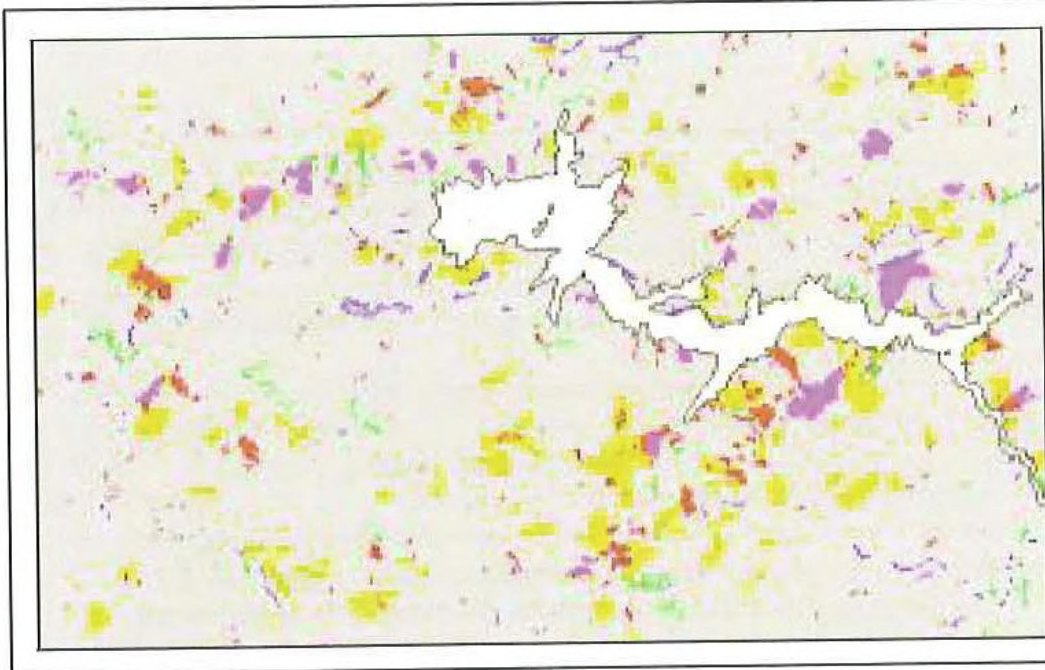
(2) Únicamente cuando los procesos tienen magnitud o escala «geotécnica».

(3) En casos de tsunamis, siempre que haya tiempo suficiente, o de crisis sísmicas continuadas.

Mapas de peligrosidad y de riesgo







Tipos de mapas de peligrosidad y su contenido

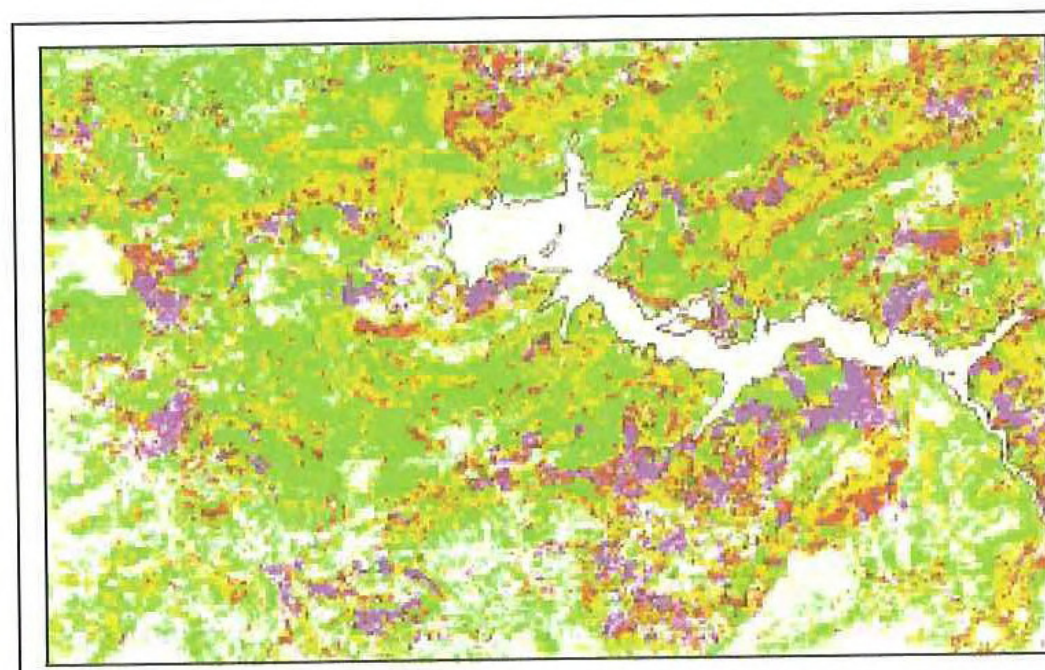
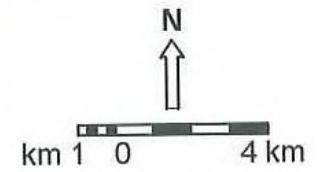
Tipo de mapa	Contenido	Metodología
Inventario	Localización y distribución espacial de los procesos actuales y pasados y/o de las zonas afectadas. Características de los procesos (tipo, magnitud, velocidad, intensidad, etc.).	Recopilación de datos (documentos, mapas, foto aérea, campo). Estudio de la tipología y características de los procesos.
Susceptibilidad	Zonas con diferente grado de susceptibilidad frente a la ocurrencia de un tipo de proceso.	Análisis del proceso. Análisis de los factores condicionantes. Superposición de factores.
Peligrosidad	Zonas con diferente grado de peligrosidad.	Análisis de los factores desencadenantes. Predicción espacial y temporal de la ocurrencia de los procesos.
Vulnerabilidad	Localización espacial de los elementos o zonas con diferente grado de vulnerabilidad.	Identificación de los elementos expuestos. Evaluación de su vulnerabilidad.
Riesgo	Zonificación del territorio en base al riesgo o grado de riesgo.	Evaluación de pérdidas debidas a un proceso determinado.
Multirriesgo	Zonificación en base al riesgo o grado de riesgo.	Evaluación global de pérdidas causadas por diferentes procesos.



MAPA INVENTARIO

LEYENDA

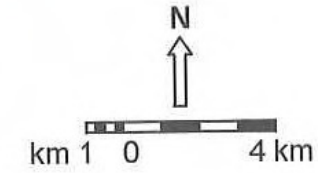
-  Desprendimientos
-  Deslizamientos
-  Coladas de barro
-  Solifluxión
-  Corrientes de derrubios
-  Mov. complejos



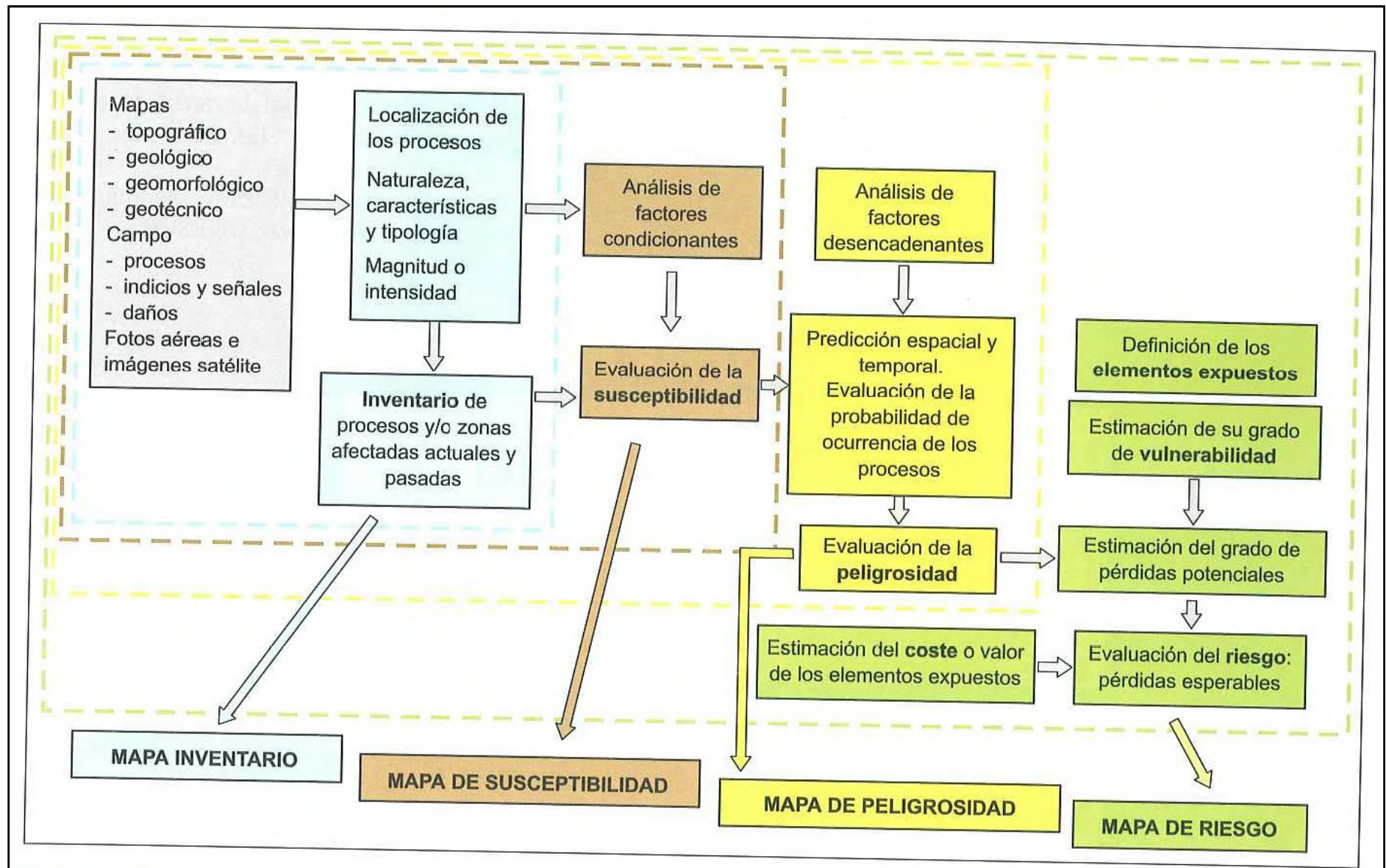
MAPA DE SUSCEPTIBILIDAD

LEYENDA

-  Muy baja
-  Baja
-  Moderada
-  Alta
-  Muy alta



metodología para realización de los mapas de susceptibilidad, peligrosidad y riesgo



GRACIAS POR SU ATENCIÓN