

Taller - Análisis de amenaza, vulnerabilidad y riesgo

Por:

C.J. van Westen

Department of Earth Resources Surveys,

International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC),

P.O. Box 6, 7500 AA Enschede, The Netherlands.

Tel: +31 53 4874263, Fax: +31 53 4874336, e-mail: WESTEN@ITC.NL

Resumen

Este caso de estudio pretende ilustrar el significado de amenaza, vulnerabilidad y riesgo, para ello se utilizará un conjunto de datos referenciados a escala nacional de Colombia.

La ocurrencia de un desastre depende de dos factores:

- *Amenaza*: Es la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno potencialmente dañino. También se define como la probabilidad de ocurrencia de un evento potencialmente desastroso durante cierto período de tiempo en un sitio dado.
- *Vulnerabilidad*: Es el grado de pérdida de un elemento o grupo de elementos bajo riesgo resultado de la probable ocurrencia de un evento desastroso, expresada en una escala desde 0 o sin daño a 1 o pérdida total.

Primero se elaborará un mapa cualitativo del amenaza, para ello cruzará varios mapas cada uno con diferentes factores. Posteriormente hará un mapa de la vulnerabilidad, y finalmente estos mapas se cruzaran y obtendrá un mapa de riesgo.

Nota: Es posible que ciertas instrucciones y/o comandos varíen dependiendo la versión de ILWIS que utilice.

Iniciando



- Ubíquese en el directorio de trabajo, por ejemplo c:\SIGRASTER
- Extraiga los datos del archivo: *Datos amenaza vulnerabilidad y riesgo (appDat01.RAR)*
- Haga doble clic en el icono del programa ILWIS y ubíquese en el directorio de trabajo, creado c:\SIGRASTER

1.1 Visualización y conocimiento de los datos

Es importante conocer los datos de entrada. Los siguientes mapas tipo raster están disponibles:

Colombia	Departamentos de Colombia.
Landslid	Regiones con severos problemas de deslizamiento.
Volcanic	Regiones con amenazas volcánicas.
Seismic	Regiones con amenazas sísmicas.
Tsunami	Regiones con amenazas tsunami (inducido por ondas sísmicas).
Inundat	Regiones con amenaza de inundación.
Rivers	Regiones con actividad de ríos torrenciales.
Beach	Regiones con erosión de la playa y/o acumulación.
Industry	Principales regiones industriales.
Infraseg	Principal infraestructura.
Concentr	Concentración de actividades económicas.
Topograp	Topografía de la región de Colombia.

Hay solo un mapa de polígonos:

Colombia	Límites departamentales de Colombia.
----------	--------------------------------------

Colombia

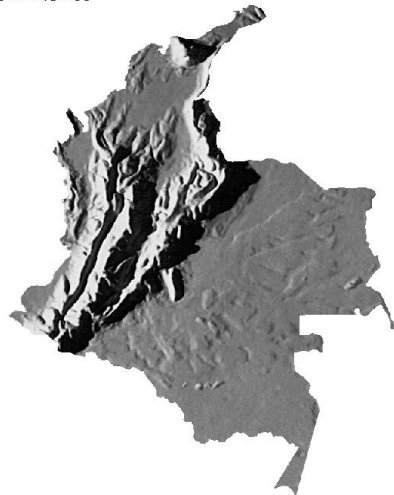


Figura 1.1: Mapa de sombra de las cordilleras de Colombia
Primero observe los mapas antes de iniciar el análisis.



- Doble clic en el mapa de polígonos Colombia. Se muestra el cuadro de dialogo Display Options en el que puede modificar el mapa.

- Seleccione Boundaries Only. Acepte todo por defecto, presione OK. El mapa será desplegado en la ventana.
- Lleve el mapa a un lado de la pantalla.
- Arrastre y libere el mapa raster Colombia dentro de la ventana del mapa. El cuadro de dialogo Display Options está abierto. Clic OK. El mapa raster Colombia está ahora desplegado junto con los límites del mapa de polígonos.
- Seleccione con el cursor varias unidades del mapa para averiguar su significado.

Ahora debe mirar los mapas que contienen información de los diferentes tipos de amenaza en Colombia.



- Arrastre y libere el mapa Seismic dentro de la ventana del mapa. Acepte los defectos en el cuadro de dialogo Display Options y clic OK. El mapa raster Colombia es ahora reemplazado por el mapa raster Seismic. Verifique el significado de las unidades de mapeo.
- Evalúe los otros mapas (Landslid, Volcanic, Tsunami, Inundat, Rivers, Beach y Topograp) con el mismo procedimiento.
- Abra *Pixel information* y arrastre y libere los mapas Colombia, Seismic, Landslid, Volcanic, Tsunami, Inundat, Rivers, Beach y Topograp. Verifique la información combinada de los mapas mientras mueve el puntero del mouse en la ventana del mapa.

También debe observar los mapas usados para el análisis de vulnerabilidad.



- Arrastre y libere el mapa Seismic en la ventana del mapa. Acepte los defectos en el cuadro de dialogo Display Options y haga clic OK. El mapa raster Colombia ahora esta reemplazado por el mapa raster Seismic.
- Verifique el significado de las unidades de mapeo.
- Evalúe los otros mapas (Industry, Infraseg y Concentr) arrastrando y liberándolos en la ventana del mapa. Verifique su contenido.
- Agregue estos mapas también a la ventana de pixel information. Verifique la información de los mapas combinados mientras mueve el puntero en la ventana del mapa.
- Cierre las ventanas del mapa y de pixel information.

Cuando tenga una idea clara de los datos de entrada continúe con el próximo tema.

1.2 Creación del mapa de amenaza

En este ejercicio estudiará el primer aspecto: **amenaza**. En los ejercicios posteriores evaluará la vulnerabilidad y finalmente el riesgo. El grado de la amenaza de una cierta área está determinado por una combinación de factores. Los diferentes factores, que influyen en el grado de amenaza, se pueden observar separadamente, aunque ellos se influyan uno al otro (p.e. en un área con una amenaza alta de sismicidad habrá más deslizamientos de tierras). Los factores se proporcionan en forma de mapas de parámetro, cada uno de ellos describen un fenómeno potencialmente dañino. Los fenómenos siguientes son tomados en cuenta:

- Deslizamientos
- Amenaza de sismicidad
- Amenaza tsumani: terremoto induciendo olas de inundación
- Amenaza volcánico
- Amenaza de inundación
- Amenaza de inundación por ríos torrenciales
 - Erosión de playa y aluvión
 - Regiones topográficas

En la sección previa ha visto la distribución espacial de varias amenazas existentes en Colombia. El próximo paso es combinar esta información en un mapa. Se pueden seguir dos enfoques:

- Una simple suma de todos los mapas, con igual ponderación, o
- Asignar diferentes valores de ponderación a los diferentes tipos de amenaza.

Se seguirá el segundo enfoque. El impacto de las diferentes amenazas a la actividad humana no es igual para todas las clases de amenazas. Los terremotos fuertes tendrán un mayor efecto devastador en un área que deslizamientos de tierras. Por lo tanto se tienen que asignar valores de ponderación a cada una de las clases dentro de los mapas individuales de la amenaza, teniendo en cuenta su importancia a producir daños.

El valor de ponderación que será dado a un cierto factor y la manera en que este factor se clasificará es altamente subjetivo. Este método se refiere también en la literatura como *ponderación ciega*, cuando no se dispone de datos cuantitativos para decidir si la relación entre la amenaza alto de sismicidad y amenaza alto de deslizamientos de tierras debe ser o tomar valores entre 1 o 10 o 100. La opinión de expertos es utilizada para definir estos valores de ponderación. Esto tiene como consecuencia que cada experto puede asignar valores diferentes.

Posteriormente los valores de *ponderación* se usarán en vez de los valores del mapa. De esta manera, los mapas de parámetro separados de los factores implicados en el análisis de la amenaza llegan a ser mapas de ponderación.

Este ejercicio consiste de varios pasos:

Paso 1: Asignar los valores de ponderación a las clases de los mapas de parámetro. Los valores de ponderación serán asignados en las tablas conectadas a los mapas raster. Debe hacer una tabla para cada mapa y luego adicionará una columna weight en cada tabla, en la cual editará los valores de ponderación para las diferentes clases.

Paso 2: Renombrando los mapas de parámetro a mapas de ponderación.
La combinación de cada mapa de parámetro con los valores de ponderación derivados de la tabla creada en el paso previo es llamada *renumeración*. De esta manera, se cambiarán los mapas de clases en mapas de valores, con valores de ponderación.

Paso 3: Combinando los mapas de ponderación en un solo mapa de amenaza.
Los mapas de ponderación serán combinados en este ejercicio por la simple suma de ellos. Es también posible definir valores de ponderación a los mapas individuales. Por ejemplo, los valores de ponderación para el amenaza de sismicidad pueden ser dos veces tan importantes como para la amenaza de deslizamiento de tierras.

Paso 4: Clasificando el mapa de ponderación combinado en un mapa final de amenazas.

El mapa de ponderación combinado, el cual tiene muchas clases, será simplificado clasificando los valores en cuatro clases.

Paso 1: Asignación de valores de ponderación, utilizando tablas de atributos

Los valores de ponderación que deben ser asignados a las clases individuales se dan en la tabla siguiente:

Sismicidad

Leyenda	Ponderación
Alto riesgo de sismicidad	10
Moderado riesgo de sismicidad	5
Bajo riesgo de sismicidad	0

Volcánico

Leyenda	Ponderación
Sin amenaza volcánico	0
Amenaza volcánico	10

Deslizamiento

Leyenda	Ponderación
Nariño	2
Región Huila	2
Valle del Cauca	3
Zona Cafetera	4
Manizales y alrededores	4
Valle de Aburrá	4
Cundinamarca	3
Boyacá y Santander	2
Bucaramanga	2
Sin amenaza de deslizamiento	0

Tsunami

Leyenda	Ponderación
Amenaza tsunami	10
Sin amenaza de tsunami	0

Playa

Leyenda	Ponderación
Acumulación	0
Acumulación y erosión	1
Erosión	2
Sin acumulación o erosión	0

Todas las clases en el mapa Inundat recibirán un valor de ponderación de 5. La clase "Sin amenaza de inundación" (no inundation hazard) recibirá un valor de ponderación de 0.

Todas las clases en el mapa River recibirán un valor de ponderación de clase 4. "No río" (no river) recibirá un valor de ponderación de 0.

Todas las clases en el mapa Topograp recibirán un valor de ponderación de clase 2, y solo la clase "Altitude menos que 1000m" (altitude less than 1000m) un valor de ponderación de 0.

Aquí solo el primer procedimiento del mapa (Seismic) es explicado. Los otros mapas deben ser elaborados con el mismo procedimiento.

Nota: Siga las instrucciones sin cambiar los nombres de archivos,



- Seleccione del menú options: File, Create, Create Table.
- Escriba el siguiente nombre de archivo: seismic. Seleccione el dominio Seismic y clic en OK. Un dominio en ILWIS determina el contenido de un mapa, o una tabla. Si tenemos clases, el dominio es una lista de posibles nombres de las clases. Una tabla que será unida a un mapa deberá por eso tener el mismo dominio. La tabla se muestra ahora. Puede ver los ítems del dominio en la columna gris al lado izquierdo.
- Seleccione: Columns, Add Column. Escriba el nombre de la columna: Weight, y seleccione el dominio: Value. Escriba los valores de 0 y 10 para los value range, y 1.0 para la precisión. Clic OK.
- Llene los valores de ponderación de las tres clases, como se indica en la tabla de la página anterior.
- Cierre la tabla.

Ahora ha hecho una tabla con los valores de ponderación para el mapa Seismic.



- Repita el mismo procedimiento para los mapas Landslid, Volcanic, Tsunami y Beach. Creando una tabla para cada mapa usando su propio dominio.

Antes de pasar al próximo paso tiene que tener en cuenta que las tablas deben ser unidas a los mapas. Esto se hace cambiando las *propiedades* de un mapa.



- Haga clic con el botón del mouse derecho en el mapa seismic y escoja desde el menú la opción Properties. Ahora en el cuadro de dialogo las propiedades del mapa se muestran, tales como el dominio, el numero de pixeles, etc.
- Haga un clic sobre la opción Attribute Table y seleccione la tabla Seismic.
- Presione OK. Ahora la tabla seismic esta unida al mapa seismic.
- Siga el mismo procedimiento para los otros mapas (Landslid, Volcanic, Tsunami y Beach).

La creación de valores de ponderación para los otros tres mapas (Inundat, River, y Topograp) se harán de forma diferente. Cuando prácticamente todas las unidades reciben el mismo valor de ponderación es mejor usar otro método de reclasificación: a partir de la opción *Map Calculation* o sea utilizando una fórmula de cálculo de mapa.

Paso 2: Renombrando los mapas de parámetros a mapas de ponderación

Ahora que tiene una tabla con valores de ponderación para los mapas de parámetros, puede renombrar los mapas a mapas de ponderación. Para esta operación use la operación Attribute map (*Attribras*).



- Desde el menú de la ventana principal, seleccione: Operations, Raster operations, Attribute Map.
Seleccione Seismic como un mapa raster; seleccione Seismic como la tabla y Weight como el atributo. Escriba Wseismic como el nombre de salida del mapa.
- Escriba: Mapa Seismic reclasificado con valores de ponderación como Descripción.
- Clic Show y OK.
- En el cuadro de dialogo Display Options, seleccione la representación Pseudo. Clic OK. El mapa de ponderación se muestra.
- Si hace un clic sobre una unidad de mapa, no verá la descripción, pero sí un número, el cual es el valor de ponderación asignado anteriormente.
- Para verificar con el mapa original Seismic use el PixelInfo. Puede hacer esto seleccionando File, Open Pixel Information. En la ventana del pixel information, seleccione File, Add Map y seleccione el mapa Seismic. Cuando mueve el puntero sobre el mapa, verá el nombre de la unidad original en el mapa Seismic y

los valores de ponderación.

- Cierre la ventana del mapa y la de pixel information.

Ahora puede clasificar el mapa Seismic en un mapa de ponderación Wseismic.



- Repita el mismo procedimiento para los mapas Landslid, Volcanic, Tsunami y Beach. Creando mapas de ponderación llamados: Wlandslid, Wvolcani, Wtsunami y Wbeach.

Ahora otro método es usado para reclasificar los mapas Inundat, River y Topograp. Para ello creará directamente los mapas de ponderación, usando una fórmula, sin almacenar primero los valores de ponderación en una tabla.



Escriba la siguiente fórmula sobre la línea de comando de la ventana del ILWIS: Winundat=iff(Inundat="No inundation hazard",0,5).

- En el cuadro de dialogo Raster Map Definition, seleccione el dominio Value con un rango de valores entre 0 y 5 y una precisión de 1.0. Clic OK. Ningún cálculo sucede todavía. Solo la definición se almacena y el icono del mapa raster para el mapa Winundat se hace. El cálculo realmente sucede solo después de abrir el mapa.
- Haga doble clic en el mapa raster Winundat. El mapa es calculado, antes el cuadro de dialogo Display Options estaba abierta. Seleccionar la representación Pseudo, y haga clic en OK.
- Diseñe la fórmula para crear el mapa Wriver. Todas las clases del mapa de entrada River obtendrán el valor de 4, con excepción de la clase "No river" que tiene 0.
- Haga también un mapa Wtopogra, en que todas las clases del mapa Topograp obtendrán el valor de 2, con excepción de la clase "Altitude less than 1000m", que tiene 0. Cercíorese de no cometer errores al escribir un nombre largo, de otro modo el resultado será indefinido (??).

Ahora tiene todos los mapas de ponderación preparados.

Paso 3: Combinando los mapas de ponderación.

El próximo paso en la creación del mapa de amenaza es la combinación de los mapas de ponderación individuales.



- Escriba la siguiente fórmula en la línea de comando:
Hazard=Wseismic+Wlandslid+Wvolcani+Wbeach+

Wtsunami+Wriver+Winundat+Wtopogra┐

- Clic OK en el cuadro de dialogo Raster Map Definition.
- Despliegue el mapa Hazard. Use la representación Pseudo.
- Use la ventana de pixel information para leer los valores de los mapas junto con el mapa del amenaza. Verifique si las sumas de los valores se han realizado correctamente.
- Cierre las ventanas del mapa y también la de pixel information.

Paso 4: Clasificando un mapa de amenazas

El mapa de amenaza elaborado en la sección anterior tiene muchos valores diferentes. El rango de estos valores puede ser evaluado calculando un histograma.



- En la ventana principal; seleccione del menú: Operations, Statistics, Histogram.
- Seleccione el mapa Hazard y clic OK. El histograma es calculado y los resultados se muestran en la tabla.
- Evalúe los valores en el histograma. Con base a estos valores puede hacer una subdivisión (marcas de clase) en clases y/o categorías de amenaza.
 - Cierre la gráfica y la tabla del histograma.

Desde el rango de los valores puede ver que la mejor manera de clasificar el mapa de amenaza es dividirlo en cuatro (4) clases.



- En la ventana principal, seleccione File, Create, Create Domain. Crear un nuevo dominio Hazclas. Seleccione Class y Group. Clic OK. El Domain Editor está abierto.
- Seleccione Edit, Add Item y llene las siguientes clases: clases de límites:
- | | |
|----|---------------|
| 0 | sin Amenaza |
| 5 | Amenaza baja |
| 12 | Amenaza media |
| 50 | Amenaza alta |
- Cierre el Domain Editor.
 - En la ventana principal, seleccione: Operations, Image Processing, Slicing. Seleccione el mapa raster Hazard y de Hazclas como nombre de salida al mapa raster. Use el dominio Hazclas. Clic OK.
 - Abra la representación de Hazclas, y edite los colores tal como “Muy bajo” es verde “Muy alto” es rojo, con cambios

intermedios.

- Despliegue el mapa Hazclas.
- Use el Pixelinfo para verificar los resultados.
- Cree la anotación para el mapa Hazclass (grilla, barra de escala, título, leyenda), y almacene los resultados como un mapa virtual con el nombre Hazclas.
- Cierre las ventanas de los mapas y la de pixel information.

Con esto finaliza el primer ejercicio en la creación de un mapa de la amenaza.

1.3 Creando un mapa de vulnerabilidad

En este ejercicio debe estudiar los datos de entrada para hacer un análisis de vulnerabilidad. El objetivo final de los ejercicios es a escala nacional elaborar un mapa cualitativo del riesgo, mostrar las áreas donde hay una alta probabilidad de que un desastre pueda ocurrir. Para esto es necesario conocer acerca de *vulnerabilidad*: que se define como el grado de pérdida de un conjunto dado de elementos resultando en el riesgo de ocurrencia del fenómeno. *Los elementos en riesgo* dentro de un área dada son la población, las propiedades, las actividades económicas, etc.

Una clasificación de vulnerabilidad se llevó a cabo de la misma manera como el método usado en la creación de mapas de amenaza, es decir: asignar los valores de ponderación a cada uno de los factores, y resumiendo los valores de ponderación.

Los mapas siguientes se usan para esto:

Infraseg	Mayor infraestructura
Industry	Principales centros industriales.
Concentr	Concentración de actividades económicas.
Popdens	Densidad de población (Si desea está tabla puede ser actualizada consultando la pagina www.dane.gov.co)

El último mapa Popdens no existe todavía. Primero se debe elaborar a partir del primer paso del análisis.

Elaboración mapa de densidad poblacional

Para este cálculo se precisan los siguientes datos:

- El mapa Colombia, donde se debe calcular el área para cada departamento.
- Tabla con el número de habitantes por departamento (Tabla 1.1).

Para elaborar el mapa debe seguir los siguientes pasos:

- Primero calcular el histograma del mapa Colombia, y averiguar el área (en metros cuadrados) para cada departamento.
- Segundo hacer una tabla Colombia y unir con la tabla del histograma para obtener el área de cada departamento.

- Tercero crear una nueva columna Population en la tabla Colombia, la cual debe llenar con la población de cada departamento
- Luego dividir la columna Population con la columna Area para averiguar la densidad de población.
- Finalmente reclasificar el mapa Colombia con la columna Popdens y obtener el mapa de densidad poblacional.



- Calcule el histograma para el mapa raster Colombia.
- Cree una nueva tabla, Colombia, con el dominio Colombia.
- En la ventana de la tabla, lea las áreas de los departamentos ejecutando la fórmula siguiente:
Area=Colombia.his.Area.↓
Acepte los valores por defecto.
- Cree una columna Population (dominio= Value, con un rango de 0 a 10000000, y una precisión de 1).
- Llene la tabla con los siguientes valores.

Tabla 1.1: Número de habitantes por departamento.

#	Departamento	Población (hab.)
1	Bogotá, Distrito Capital	8.971.345
2	Antioquia	6.221.742
3	Valle del Cauca	4.474.084
4	Cundinamarca	2.557.623
5	Atlántico	2.473.680
6	Santander	2.330.857
7	Bolívar	2.265.521
8	Nariño	1.780.855
9	Córdoba	1.632.614
10	Tolima	1.596.077
11	Cauca	1.542.617
12	Norte de Santander	1.520.724

13	Boyaca	1.471.136
14	Magdalena	1.423.781
15	Huila	1.111.989
16	Cesar	1.091.566
17	Caldas	1.082.202
18	Risaralda	1.035.915
19	Meta	783.168
20	La Guajira	874.520
21	Sucre	876.755
22	Quindío	633.806
23	Chocó	500.545
24	Caquetá	475.484
25	Casanare	408.858
26	Putumayo	401.247
27	Arauca	286.565
28	Guaviare	139.386
29	San Andrés y Providencia	86.541
30	Amazonas	80.699
31	Vichada	72.917
32	Vaupés	45.392
33	Guainía	41.574
	Oceano	0
	Países vecinos	0

Fuente: DANE Conciliación Censal, Estimaciones
2012¹

Nota: Solo debe llenar los datos de población de los departamentos relacionados en el dominio Colombia



- Después de ingresar los valores, calcular una columna Popdens (Densidad de población se define como número de personas por

km²). Note que los valores en la columna Área están en m².

- Cierre la ventana de tabla.

Elaboración mapa de vulnerabilidad

De la misma forma como preparó los mapas de ponderación, usados para el mapa del amenaza, varios mapas de ponderación se deben elaborar para producir un mapa de vulnerabilidad. Los valores de ponderación, que se emplearán en este ejercicio, están basados sobre la importancia relativa de cada uno de los elementos de riesgo respecto al daño causado por un desastre. En la práctica estos valores de vulnerabilidad tendrán diferente ponderación para disímiles tipos de amenaza.

Por ejemplo: la vulnerabilidad en los caminos es menor para inundaciones que para deslizamiento de tierras o terremotos.

Por ejemplo, si ocurre una inundación, los caminos no se pueden usar temporariamente, mientras que en un deslizamiento de tierras o terremoto, los caminos pueden ser (en parte) destruidos y no podrán ser utilizados. Este criterio de asignación de pesos no será tenido en cuenta.

Los siguientes valores de ponderación son usados:

Industria

Leyenda	Ponderación
Oleoductos principales (pipeline)	8
Sin vulnerabilidad (No vulnerability)	0
Centro industrial de 1 orden (1 st order industrial center)	10
Centro industrial de 2 orden (2 nd order industrial center)	7

Concentración

Leyenda	Ponderación
Alta (high)	5
Baja (low)	0

Infraestructura

Leyenda	Ponderación
Ciudades principales (city)	10
Caminos principales (main road)	8
Ferrovías (railway)	8
Caminos (road)	4
Sin vulnerabilidad (No vulnerability)	0

`popdens=Iff(densidad<1,0,Iff(densidad<20,3,Iff(densidad<50,7,10)))`

Densidad poblacional

Leyenda	Ponderación
< 1 persona/km ² (< 1 person/km ²)	0
1-20 personas/km ² (1-20 persons/km ²)	3
20-50 personas/km ²	7
>50 personas/km ²	10

Puesto que el cálculo del mapa de vulnerabilidad es muy semejante al del mapa de amenaza, no todos los pasos se explican con detalle, tenga en cuenta este aspecto.



- Cree las tablas para los mapas Industry, Concentr, e Infraseg, y llene los valores de ponderación.
- Cree mapas de ponderación utilizando los mapas Industry, Concentr, e Infraseg, y las tablas que ya ha creado recientemente. Los mapas resultantes deben llamarse Windustr, Wconcent, y Winfras.
- Cree los valores de ponderación para densidad de población en la tabla Colombia usando los valores de la anterior página.
- Cree el mapa de ponderación Wpopdens para reclasificar el mapa Colombia con la densidad poblacional reclasificada.
- Combine los cuatro mapas de ponderación Windustr, Wconcent, Winfrase, y Wpopdens mediante suma. El mapa resultante es llamado Vulnerab.
- Cree un dominio Vulclas tipo class/group con 4 clases (Muy baja vulnerabilidad, Baja vulnerabilidad, Moderada vulnerabilidad, Alta vulnerabilidad).
- Clasificar el mapa Vulnerab en 4 clases usando la operación slicing. El resultado se llamará Vulclas.

Hasta aquí tiene un mapa del amenaza y otro de vulnerabilidad, ahora combínelos para obtener el mapa final de riesgo.

1.4 Preparación del mapa de riesgo

La etapa final en un análisis de la amenaza es la creación de un mapa de amenaza. Según Varnes (1984), la amenaza se puede definir como "el grado esperado de pérdida debido a fenómenos naturales particulares". En un proyecto real esto sería la multiplicación de *costos* vulnerabilidad* periodo de retorno del fenómeno natural que daña*. En esta aplicación no se disponen de datos de costo ni del periodo de retorno.

Por lo tanto se simplificará el procedimiento calculando el riesgo como la combinación de la amenaza natural y la vulnerabilidad. Se hará un mapa cualitativo del riesgo, dando la relación general entre la amenaza y la vulnerabilidad. La combinación se hará usando una tabla de dos dimensiones.



- En la ventana principal, seleccione File, Create, Create 2 Dimensional Table.
- Ingrese Table Name Risk. Seleccione Hazclas como el Primary domain, y Vulclas como el Secondary domain.
- Presione el botón Create del cuadro de la lista del dominio (Botón amarillo). El Create domain se abre. Cree un dominio tipo clase: Risk, con tres clases (Riesgo Bajo, Moderado, y alto riesgo). Cierre el dominio, y haga clic OK en el cuadro de dialogo Create de la tabla de 2 Dimensiones.

La tabla de 2 dimensiones está desplegada. Contiene los valores indefinidos para todas las combinaciones. Abajo se han llenado ya algunos de ellos, por ejemplo:

- Cuando el amenaza es muy bajo, no importa si la vulnerabilidad es baja o alta; el riesgo será bajo en todos los casos
- Cuando la vulnerabilidad es muy baja (significa que el área no contiene ningún elemento importante en el riesgo), el riesgo es siempre bajo.

Tabla 1.2 Riesgo

		Vulnerabilidad			
Amenaza		Muy baja	Baja	Moderada	Alta
	Sin Amenaza	Sin	Bajo	?	?
	Amenaza Baja	?	?	?	?
	Amenaza Media	?	?	?	?
	Amenaza Alta	?	?	?	Alta



- Llene las clases con que tiene el signo ? en la tabla de dos dimensiones arriba. Justifique la asignación de las clases del riesgo alto, medio, bajo o sin riesgo.
- Haga clic en el campo izquierdo superior de la tabla de 2 dimensiones. Edite los campos usando la flecha hacia la izquierda (←). Oprima la flecha hacia abajo (↓) para ir al próximo campo. Complete toda la tabla. Es más rápido trabajar con la tecla de la flecha, que hacer clic en cada campo, seleccione los nombres del lado derecho de la tabla, y luego haga clic en otro campo. Sólo tiene que hacer clic en el campo superior de la próxima columna cuando ha terminado con el último campo de la columna anterior.
- Cuando haya terminado cierre la ventana.

La tabla de dos dimensiones debe estar completa. Si prefiere puede hacer los cálculos en la línea de comando. La fórmula del cálculo debe tener la sintaxis siguiente:

Output map = Two-dim table [Map1, Map2]



- Escriba la siguiente fórmula en la línea de comando de la ventana principal:
`Risk=Risk[Hazclas,Vulclas]`
- Presione Enter. El cuadro de dialogo del raster Map Definition está abierto. Clic OK.
- Abra el mapa Risk y verifique su contenido.
- Cierre la ventana del mapa.
- Elabore la leyenda para el mapa Risk e imprímalo si tiene una impresora en línea.

La creación de un mapa de riesgo no es el paso final en un manejo del desastre. Es simplemente una herramienta que debería ser usada para tomar decisiones en el proceso de planificación.

Referencias

- Romero, J. A., Florez, A. and Sanchez, H.A. (1989). Inventario inicial de riesgos Naturales en Colombia. Análisis Geográficos No. 16. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Bogotá, Colombia. 56 pp.
- Varnes, D.J. (1984). Landslide Hazard Zonation: a review of principles and practice. Commission on landslides of the IAEG, UNESCO. Natural Hazards No. 3, 61 pp.
- Van Westen, C.J., Van Duren, I, Kruse, H.M.G. and Terlien, M.T.J. (1993). GISSIZ: training package for Geographic Information Systems in Slope Instability Zonation. ITC-Publication Number 15, ITC, Enschede, The Netherlands. Volume 1: Theory, 245 pp. Volume 2: Exercises, 359 pp. 10 diskettes.
- Velasquez, A. and Meyer, H.J. (1990). Un ensayo de evaluación de las amenazas, de los riesgos y de los desastres en Colombia. Proceedings 1er Seminario Andino de Geología Ambiental, 1er Conferencia Colombiana de Geología Ambiental, 3er Conferencia de Riesgos Geológicos del Valle de Aburra. AGID Report No.13, paper 42, pp 547-580.