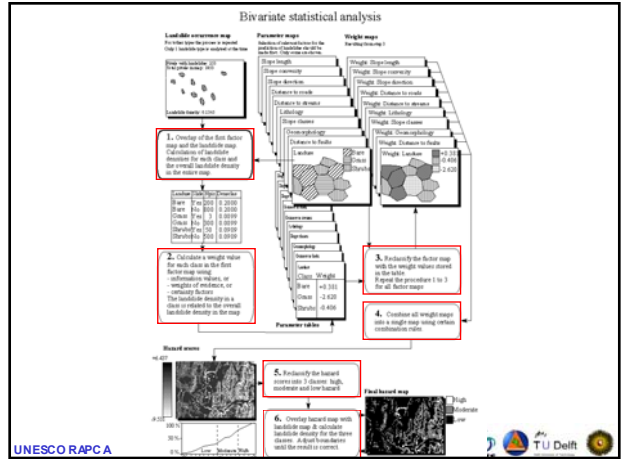


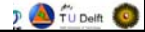
## 4. Método estadístico para el mapeo de amenaza por deslizamientos

Cees van Westen

Libro: Bonham-Carter, capítulo 9, pp 302-333



UNESCO RAPCA



## Método de información ponderada

$$W_i = \ln \left( \frac{\text{Densclas}}{\text{Densmap}} \right) = \ln \left( \frac{\text{Npix}(S_i)}{\sum \text{Npix}(S_i)} \right)$$

- Wi = ponderación dado a determinado parámetro de clase (ejemplo. Tipo de roca)
- Densclas = densidad de los deslizamientos dentro del parámetro de clase.
- Densmap = densidad de los deslizamientos dentro de todo el mapa.
- Npix(S<sub>i</sub>) = número de píxeles que contienen deslizamientos dentro un determinado parámetro de clase.
- Npix(N<sub>i</sub>) = Número total de píxeles en un determinado parámetro de clase.

UNESCO RAPCA



Step 7:  $\text{Densclas} = \text{Nmapact} / \text{Nmap}$   
 $\text{Densmap} = \text{Ntotal} / \text{Ntotal}$   
 $W_i = \ln \left( \frac{\text{Densclas}}{\text{Densmap}} \right) = \ln \left( \frac{\text{Npix}(S_i)}{\sum \text{Npix}(S_i)} \right)$

slope	activity	apix
0 - 10 degrees	Upland	16994
0 - 10 degrees	Slope	4909
0 - 10 degrees	Downland	2062
0 - 10 degrees	Flat	1659
10 - 20 degrees	Upland	10457
10 - 20 degrees	Slope	324
10 - 20 degrees	Downland	2241
20 - 30 degrees	Upland	1242
20 - 30 degrees	Downland	2453
20 - 30 degrees	Flat	2028
20 - 30 degrees	Upland	4190
20 - 30 degrees	Slope	1939
20 - 30 degrees	Downland	1147
20 - 30 degrees	Flat	1120
30 - 40 degrees	Upland	15085
30 - 40 degrees	Slope	252
30 - 40 degrees	Downland	278
30 - 40 degrees	Flat	407
30 - 40 degrees	Upland	3991
30 - 40 degrees	Slope	116
30 - 40 degrees	Downland	125
30 - 40 degrees	Flat	172
40 - 50 degrees	Upland	232
40 - 50 degrees	Downland	7
40 - 50 degrees	Flat	11
40 - 50 degrees	Upland	293
40 - 50 degrees	Downland	1
40 - 50 degrees	Upland	552

Tabla cruzada (Crosstable) De los mapas de pendiente y actividad

UNESCO RAPCA



## Cálculo de pesos

slope	STEP 1	STEP 2	STEP 3	STEP 4	STEP 5	STEP 6	STEP 7	STEP 8
	npslact	npslopot	npslopac	npsmapot	npsmapact	densclas	densmap	Weight
0 - 10 degrees	1659	168691	1659	437019	6887	0.009728	0.0158	-0.49
10 - 20 degrees	1783	110363	1783	437019	6887	0.011489	0.0158	-0.17
20 - 30 degrees	2028	90429	2028	437019	6887	0.021730	0.0158	0.32
30 - 40 degrees	1320	44987	1320	437019	6887	0.029875	0.0158	0.64
40 - 50 degrees	407	16122	407	437019	6887	0.025245	0.0158	0.47
50 - 60 degrees	172	4424	172	437019	6887	0.038879	0.0158	0.90
60 - 70 degrees	18	857	18	437019	6887	0.021004	0.0158	0.28
70 - 80 degrees	0	594	0	437019	6887	0.000000	0.0158	-9.67
80 - 90 degrees	0	552	0	437019	6887	0.000000	0.0158	-9.67

El calculo de la densidad se hace directamente en la tabla de pendientes (Slope). El dato es obtenido de la tabla cruzada (cross table) por medio de la union de tabla y agregacion (Table joining and aggregation)

UNESCO RAPCA



## Probabilidad

Considere que usted desea saber la probabilidad de que llueva mañana.  
 Spongua que llueve 80 días al año.

$$P\{Rain\} = \frac{\text{Nrof rainy days}}{\text{Nrof days per year}} = \frac{80}{365} = 0.22$$

Donde: P{Rain} = Probabilidad previa

Si usted tiene otra información, que afecte la probabilidad de lluvia, la formula se transforma en:

$$P\{Rain | Time of year\} = P\{Rain\} * Time-of-year Factor$$

donde: P{Rain\*Time of year} = Probabilidad posterior

UNESCO RAPCA



## Probabilidad previa

- Considere que usted solo tiene el mapa de deslizamientos del área, sin ningún otro dato adicional.
- Cómo contesta la pregunta: ¿Cuál es la probabilidad de tener un deslizamiento en el área?
- Si no hay información adicional, i.e. si usted no sabe si esta en una unidad geológica con muchos deslizamientos, o en una pendiente fuerte, se habla de la probabilidad previa (prior probability).

$$P_{Prior} = P\{S\} = \frac{N_{pix}(Slide)}{N_{pix}(Total)}$$

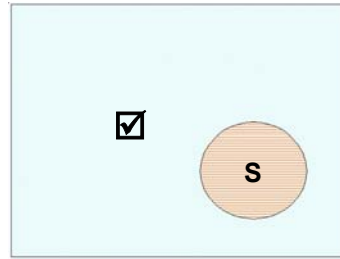
donde:

$P\{S\}$  Probabilidad condicional de tener un deslizamiento S  
 $N_{pix}(Slide)$  Numero de pixels con deslizamientos en el mapa  
 $N_{pix}(Total)$  Numero total de pixels en el mapa

UNESCO RAPCA



## Probabilidad Previa: ejemplo



$N_{pix}(Map) = 10000$

$N_{pix}(S) = 200$

Probabilidad previa =  $200 / 10000 = 0.02$

UNESCO RAPCA



## Probabilidad condicional

- Si se tiene más información disponible, además del mapa de deslizamientos, se puede determinar la probabilidad de que ocurra un deslizamiento, dado que se tenga una cierta unidad geomorfológica, por ejemplo.
- Estos lo que se conoce como probabilidad condicional. Considerando la relación entre un mapa de variable binaria (B) con un mapa de deslizamientos (S).

$$P\{S|B\} = \frac{P\{S \cap B\}}{P\{B\}} = \frac{N_{pix}\{S \cap B\}}{N_{pix}\{B\}}$$

donde:

$P\{S|B\}$  La probabilidad condicional de que ocurra un deslizamiento, si usted esta en la unidad B.

$N_{pix}(Slide)$  Número de pixels con deslizamientos en el mapa

$N_{pix}(Total)$  Número total de pixels en el mapa

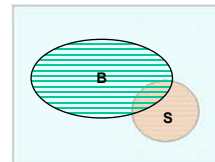
UNESCO RAPCA



## Probabilidad condicional

- ¿Cuál es el cambio de un deslizamiento cuando usted sabe que esta en la unidad B:

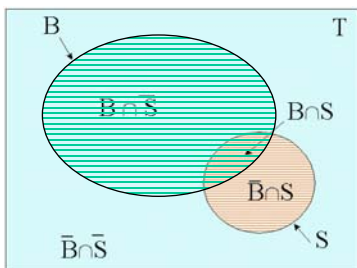
$$P\{S|B\} = \frac{P\{S \cap B\}}{P\{B\}} = \frac{N_{pix}\{S \cap B\} / N_{pix}\{Map\}}{N_{pix}\{B\} / N_{pix}\{Map\}} = \frac{N_{pix}\{S \cap B\}}{N_{pix}\{B\}}$$



UNESCO RAPCA



## Probabilidad condicional: ejemplo



**Probabilidad Condicional =**

$180 / 3600 = 0.05$

**Probabilidad previa =**  
 $200 / 10000 = 0.02$

**Importancia de saber que usted esta en B: La probabilidad se incrementa por dos**

$N_{pix}(T) = 10000$      $N_{pix}(B \cap S) = 180$   
 $N_{pix}(B) = 3600$      $N_{pix}(S) = 200$

UNESCO RAPCA



## Probabilidad condicional: ejemplo

$$P\{B|S\} = \frac{P\{B \cap S\}}{P\{S\}} = \frac{N_{pix}\{B \cap S\}}{N_{pix}\{S\}} = 180 / 200 = 0.9$$

$$P\{B\} = \frac{N_{pix}\{B\}}{N_{pix}\{Map\}} = 3600 / 10000 = 0.36$$

$$P\{B \cap S\} = P\{S \cap B\} = 180 / 10000 = 0.018$$

$$P\{B \cap S\} = P\{S\} \cdot P\{B|S\}$$

Insertar en:

$$P\{S|B\} = \frac{P\{S \cap B\}}{P\{B\}}$$

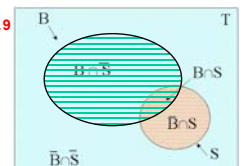
$$P\{S|B\} = P\{S\} \cdot \frac{P\{B|S\}}{P\{B\}} = 0.02 \cdot 0.9 / 0.36 = 0.02 \cdot 2.5 = 0.05$$

Posterior

Previa

Factor

Factor



$N_{pix}(T) = 10000$      $N_{pix}(B \cap S) = 180$   
 $N_{pix}(B) = 3600$      $N_{pix}(S) = 200$

UNESCO RAPCA



## Probabilidad condicional: ejemplo

Revisemos en la ausencia:

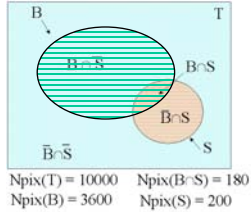
$$P\{S|\bar{B}\} = P\{S\} \cdot \frac{P\{\bar{B}|S\}}{P\{\bar{B}\}}$$

$$= 0.02 \cdot 0.1/0.64$$

$$= 0.02 \cdot 0.15625$$

$$= \text{prior} \cdot \text{factor}$$

$$= 0.003125$$



$$P\{\bar{B}\} = Npix\{\bar{B}\} / Npix(T)$$

$$= (10000 - 3600) / 10000 = 0.64 = 1 - P\{B\}$$

$$P\{\bar{B}|S\} = Npix\{\bar{B} \cap S\} / Npix\{S\}$$

$$= (200 - 180) / 200 = 0.1 = 1 - P\{B|S\} = 1 - 0.90$$

UNESCO RAPCA



## Formulación de probabilidades

probabilidad =  $\frac{\text{Probabilidad de que un evento ocurra}}{\text{Probabilidad de que el evento no ocurra}}$



$$P\{\text{tail}\} = 0.5$$

$$O\{\text{tail}\} = 0.5 / (1 - 0.5) = 0.5 / 0.5 = 1$$



$$P\{6\} = 1/6 = 0.1666$$

$$O\{\text{tail}\} = 0.1666 / (1 - 0.1666) = 0.1666 / 0.8333 = 0.2$$

UNESCO RAPCA



## Formulación de probabilidades

$$P\{S|B\} = P\{S\} \cdot \frac{P\{B|S\}}{P\{B\}}$$

Dividido por:

$$P\{\bar{S}|B\} = \frac{P\{\bar{S} \cap B\}}{P\{B\}} = P\{\bar{S}\} \cdot \frac{P\{B|\bar{S}\}}{P\{B\}}$$

$$\frac{P\{S|B\}}{P\{\bar{S}|B\}} = \frac{P\{S\} \cdot P\{B|S\}}{P\{\bar{S}\} \cdot P\{B|\bar{S}\}}$$

$$\frac{P\{S|B\}}{P\{\bar{S}|B\}} = \frac{P\{S\}}{P\{\bar{S}\}} \cdot \frac{P\{B|S\}}{P\{B|\bar{S}\}} \cdot \frac{P\{B\}}{P\{B\}}$$

$$O\{S|B\} = O\{S\} \cdot \frac{P\{B|S\}}{P\{B|\bar{S}\}} \quad O\{S\} = \frac{P\{S\}}{P\{\bar{S}\}} = \frac{P\{S\}}{1 - P\{S\}}$$

Probabilidad Posterior    Prob. previa    Factor o ración LS de idoneidad

UNESCO RAPCA



## Logit = logaritmo natural de probabilidades

$$O\{S|B\} = O\{S\} \cdot \frac{P\{B|S\}}{P\{B|\bar{S}\}}$$

Probabilidad Posterior    Prob. previa    Factor o ración LS de idoneidad

Logaritmo natural

$$\ln O\{S|B\} = \ln O\{S\} + \ln \left( \frac{P\{B|S\}}{P\{B|\bar{S}\}} \right)$$

$$\text{logit}\{S|B\} = \text{logit}\{S\} + W^+$$

Pesos de evidencia: presencia de B

$$O\{S|\bar{B}\} = O\{S\} \cdot \frac{P\{\bar{B}|S\}}{P\{\bar{B}|\bar{S}\}}$$

Factor: Relación de necesidad LN

$$\text{logit}\{S|\bar{B}\} = \text{logit}\{S\} + W^-$$

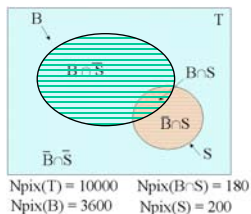
Pesos de evidencia: ausencia de B

UNESCO RAPCA



## Ejemplo

	B	$\bar{B}$	
S	npix1 180	npix2 20	200
$\bar{S}$	npix3 3420	npix4 6380	9800
	3600	6400	10000



$$P\{B|S\} = 180/200 = 0.9$$

$$P\{B|\bar{S}\} = (3600 - 180) / (10000 - 200) = 3420/9800 = 0.349$$

$$P\{\bar{B}|S\} = (200 - 180) / 200 = 20/200 = 0.1$$

$$P\{\bar{B}|\bar{S}\} = (10000 - 3600 - 200 + 180) / (10000 - 200) = 6380/9800 = 0.6510$$

UNESCO RAPCA



## Ejemplo

	B	$\bar{B}$	
S	npix1 180	npix2 20	200
$\bar{S}$	npix3 3420	npix4 6380	9800
	3600	6400	10000

$$W_i^+ = \log_e \frac{P\{B_i|S\}}{P\{B_i|\bar{S}\}}$$

$$W_i^- = \log_e \frac{P\{\bar{B}_i|S\}}{P\{\bar{B}_i|\bar{S}\}}$$

$$W_i^+ = \log_e \frac{\frac{Npix_1}{Npix_1 + Npix_2}}{\frac{Npix_3}{Npix_3 + Npix_4}} = \frac{\frac{180}{180 + 20}}{\frac{3420}{3420 + 6380}} = \frac{0.9}{0.349} = \ln 2.578 = 0.9474$$

$$W_i^- = \log_e \frac{\frac{Npix_2}{Npix_1 + Npix_2}}{\frac{Npix_4}{Npix_3 + Npix_4}} = \frac{\frac{20}{180 + 20}}{\frac{6380}{3420 + 6380}} = \frac{0.1}{0.651} = \ln 0.1536 = -1.87$$

UNESCO RAPCA



	<b>B</b>	<b>B̄</b>	
<b>S</b>	npix1	npix2	
<b>S̄</b>	npix3	npix4	

Npix 1 = nslclass  
 Npix 2 = nslide - nslclass  
 Npix 3 = nclass - nslclass  
 Npix 4 = nmap - nslide - nclass + nslclass

Map	ndoty	npix	Step 1	Step 2	Step 3	Step 4	Step 5	NPIX	NPIX2	NPIX3	NPIX4
0 - B. p. class	0.0000	10000	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	10000	0	0	0
0 - B. p. class	0.0000	10000	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	10000	0	0	0
0 - B. p. class	0.0000	10000	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	10000	0	0	0
0 - B. p. class	0.0000	10000	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	10000	0	0	0

Npix 1 = 1659  
 Npix 2 = 6887 - 1659 = 5228  
 Npix 3 = 168691 - 1659 = 167032  
 Npix 4 = 437019 - 6887 - 168691 + 1659 = 263100  
 W+ =  $\log((\text{npix1}/(\text{npix1}+\text{npix2})) / (\text{npix3}/(\text{npix3}+\text{npix4})))$   
 $= \log((\text{npix1} * (\text{npix3} + \text{npix4})) / ((\text{npix1} + \text{npix2}) * \text{npix3}))$   
 W- =  $\log((\text{npix2}/(\text{npix1} + \text{npix2})) / (\text{npix4}/(\text{npix3} + \text{npix4})))$   
 $= \log((\text{npix2} * (\text{npix3} + \text{npix4})) / ((\text{npix1} + \text{npix2}) * \text{npix4}))$

## Qué significan estos pesos?

- **Peso Positivo:**
  - Que tan importante es la **presencia** del factor para predecir los deslizamientos
  - W+ < 0 : la presencia del factor contribuye a la ausencia del deslizamiento
  - W+ = 0 : el factor no es relevante
  - W+ > 0 : la presencia del factor contribuye a la presencia del deslizamiento
- **Peso Negativo:**
  - Que tan importante es la **ausencia** del factor para predecir los deslizamientos
  - W+ < 0 : la ausencia del factor contribuye a la ausencia del deslizamiento
  - W+ = 0 : el factor no es relevante
  - W+ > 0 : la ausencia del factor contribuye a la presencia del deslizamiento

$$W_i^+ = \log_e \frac{P\{B_i|S\}}{P\{B_i|\bar{S}\}}$$

$$W_i^- = \log_e \frac{P\{\bar{B}_i|\bar{S}\}}{P\{\bar{B}_i|S\}}$$

## Factor de Contraste

- $C_w = W^+ - W^-$

El contraste  $C = W^+ - W^-$  es un buen parámetro de la correlación entre el mapa de la variable y las ocurrencias de deslizamientos.

El factor de contraste es 0 cuando: El patrón de deslizamientos y el patrón del mapa de clase se sobrepone tan solo por la cantidad atribuida al azar, positivo cuando existe una asociación positiva entre los dos patrones y negativo cuando la asociación entre los dos patrones es negativa.

## Dos sets de datos

$Npix(T) = 10000$      $Npix(B_1 \cap S) = 180$   
 $Npix(B_1) = 3600$      $Npix(B_2 \cap S) = 140$   
 $Npix(B_2) = 5000$      $Npix(S) = 200$

## Combinando sets de datos

$$\log(O(S|B_1 \cap B_2 \cap B_3 \cap \dots \cap B_n)) = \log(O(S)) + \sum_{i=1}^n W_i^{\pm}$$

Para el cálculo de los pesos finales, se debe considerar lo siguiente:

- Usted utiliza el peso positivo cuando el factor esta presente.
- Usted utiliza el peso negativo cuando el patron esta ausente.

Class	Wplus	Wmin	Wfinal
class1	+0.35	-0.38	+0.35+(-0.37-0.27+0.05) = 0.5
class2	-0.32	+0.37	-0.32+(-0.38-0.27+0.05) = -0.92
class3	+0.23	-0.27	+0.23+(-0.38+0.37+0.05) = 0.27
class4	-0.05	+0.05	-0.05+(-0.38+0.37-0.27) = -0.33

## Scripts

### Como automatizar un analisis con ILWIS:

- ◆ **Comandos y expresiones en la linea de comandos,**
- ◆ **Funciones definidas por el usuario.**
- ◆ **Escritos (scripts)**
  - Un script es una lista de comandos y expresiones.
  - Con la ayuda de un script, un analisis de SIG o Sensoramiento remoto se puede desarrollar automaticamente.
  - Un script puede contener comandos y expresiones para la creación y el calculo de objetos de datos, para el manejo de objetos (ej. Copiar o borrar), y para el despliegue de objetos de datos (Abrir y mostrar). Otros scripts y otras aplicaciones de Windows pueden ser llamadas (Ejecutadas) desde un script.

## Ejemplo de un script para mapas de pendientes

```

1 // Rem ILWIS script for calculating slope maps
2 dem = MapInterpolContour(contour, cochabamb)
3 dx = MapFilter(dem, dfdx)
4 slopeper = ((HYP(dx,dy)) / pixsize(dem)) * 100
5 slopedeg = RADDEG(ATAN((HYP(dx, dy)) / pixsize(dem)))
6 calc slopeper,*
7 open slopedeg
    
```

- Línea 1: Para usar la operación `InterpolContour` para crear un mapa de interpolación de altura a partir de un mapa de segmentos de líneas de contorno a nivel. La expresión es: `dem = MapInterpolContour(contour, cochabamb)`. Realice la interpolación de curvas de nivel en el mapa de segmentos `Contour`, utilice la geografía `Cochabamb`, y guarde la salida en el mapa `Dem`.
- Línea 2: Para usar el filtro `Dfdx` en el mapa de curvas de nivel interpolado para calcular la diferencia de altura en la dirección X. La expresión es `dx = MapFilter(dem, dfdx)`. Filtrar el mapa `Dem` con el filtro `Dfdx` y guardar la salida en el mapa `Dx`.
- Línea 3: Para usar el filtro `Dfdy` en el mapa de curvas de nivel interpolado para calcular el las diferencias de altura en la dirección Y. La expresión es `dy = MapFilter(dem, dfdy)`. Filtrar el mapa `Dem` con el filtro `Dfdx` y guardar la salida en el mapa `Dy`.
- Línea 4: Para calcular el mapa de pendiente a partir de `Dx` y `Dy`, la expresión para el Cálculo del Mapa es `slopeper = ((HYP(dx,dy)) / pixsize(dem)) * 100`. `HYP` es una función interna `MapCalc/TabCalc`; `Dx` y `Dy` son los mapas de salida de la filtración; `pixsize(dem)` calcula el tamaño de píxel del mapa `Dem`, `Slopeper` el nombre del mapa de salida que contiene el valor de la pendiente en porcentajes.
- Línea 5: Para convertir los valores en grados, se utiliza otra expresión de Cálculo de Mapas `slopedeg = RADDEG(ATAN((HYP(dx,dy)) / pixsize(dem)))`. Funciones `ATAN`, `HYP` y `RADDEG` son funciones internas del tipo `MapCalc/TabCalc`.

UNESCO RAPCA



## Como sabe usted la sintaxis correcta de los scripts?

- Utilice el menú y los cuadros de diálogo para una determinada expresión. Llene todos los parámetros requeridos en el cuadro de diálogo, y presione OK. En ese momento la expresión para esa operación se muestra en la línea de comandos. Usted puede copiar la expresión resultante de la línea de comandos al script. En cuadro de diálogo del editor de scripts y en la línea de comandos usted puede utilizar las siguientes herramientas del tablero:

CTRL+C Copiar la parte seleccionada al clipboard.  
CTRL+V Pegar los contenidos del clipboard.

- El archivo log de ILWIS (*ILWIS log file*). ILWIS guarda un registro de todo lo que usted realiza en el llamado *log file*. El *log file* de ILWIS es llamado *Iwis.log*, y puede ser encontrado en el directorio de inicio que usted ha especificado para el programa ILWIS. Normalmente este directorio será `c:\Iwis21\data`, a menos de que usted lo cambie, por medio del ITEM de PROPIEDADES del Programa ILWIS en el Manejador de Programas de Windows. El *log file* es un archivo ASCII que puede ser abierto con el editor de texto. Usted puede copiar parte de las expresiones que están generadas en el *log file* al script.

UNESCO RAPCA



## Ejemplo de un script para modelación WOF

```

// ILWIS Script
// ILWIS Script for Weights of Evidence Modelling
// is used for explanations
// * is used for manual actions

// CREATING A LANDSLIDE DISTRIBUTION MAP
// Remember the map Slide with the attribute Activity
activit = MapAttribute(slide,activity)
calc activit.mpr
// Removes the undefined values from the map Activit
activity=iff(isundef(activit),"unknown",activit)
calc activity.mpr

// CROSSING THE PARAMETER MAPS WITH THE LANDSLIDE MAP
    
```

UNESCO RAPCA



## Ejemplo de un script para modelación WOF 1

```

rem ILWIS Script
// Script de ILWIS para la Modelación de Pesos de Evidencia

// es utilizado para explicaciones
// * es utilizado para acciones manuales
    
```

```

// CREACIÓN DE UN MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE DESLIZAMIENTOS
// Renumerar el mapa Slide con el atributo Activity
activit = MapAttribute(slide,activity)
calc activit.mpr
// Remover los valores indefinidos del mapa Activit
activity=iff(isundef(activit),"unknown",activit)
calc activity.mpr
    
```

UNESCO RAPCA



## Ejemplo de un script para modelación WOF 2

```

// CRUZAR LOS MAPAS DE PARAMETROS CON EL MAPA DE DESLIZAMIENTOS
// Cruzar el mapa Slope el mapa de deslizamientos Activity
actslope = TableCross(slope,activity)
calc actslope.tbt
// Cruzar el mapa Geol con el mapa de deslizamientos Activity
actgeol = TableCross(geol,activity)
calc actgeol.tbt
// Cruzar el mapa Geom con el mapa de deslizamientos Activity
actgeom = TableCross(geom,activity)
calc actgeom.tbt
    
```

UNESCO RAPCA



## Ejemplo de un script para modelación WOF 3

```

// CÁLCULO DE DENSIDADES DE DESLIZAMIENTOS
// Cálculo de los valores de densidad para el mapa de pendientes.
// PASO 1 Crear una columna en la cual solo se indiquen el número de píxels de los deslizamientos activos.
tabcalc actslope Npixact=iff(activity="Active",npix,0)
// PASO 2 Calcular el número total de píxels para cada clase de pendientes.
tabcalc actslope Nclass = ColumnAggregateSum(NPix,slope)
// PASO 3 Clacular el número de píxels con deslizamientos activos en cada clase
tabcalc actslope Nsclass = ColumnAggregateSum(Npixact,slope)
// PASO 4 Calcular el número total de píxels en el mapa.
tabcalc actslope Nmap = ColumnAggregateSum(NPix)
// PASO 5 Calcular el número total de píxels con deslizamientos en el mapa
tabcalc actslope Nside = ColumnAggregateSum(Npixact)
    
```

UNESCO RAPCA



## Ejemplo de un script para modelación WOF

4

```
// CALCULO DE PESOS
// Cálculo de pesos para el mapa de Pendientes
// PASO 1 Crear la columna npix1
tabcalc actslope Npix1 = nslide
// PASO 2 Crear la columna npix2
tabcalc actslope npix2 = nslide - nslide
// PASO 3 Crear la columna npix3
tabcalc actslope Npix3 = ndass - nslide
// PASO 4 Crear la columna npix4
tabcalc actslope Npix4 = nmap-nslide-nclass+nslide
// PASO 5 Calcular los pesos positivos
tabcalc actslope wplus = ln((npix1/(npix1+npix2))/(npix3/(npix3+npix4)))
// PASO 6 Calcular los pesos negativos
tabcalc actslope wmin = ln((npix2/(npix1+npix2))/(npix4/(npix3+npix4)))
```

	B	B̄
S	npix1	npix2
-	npix3	npix4

UNESCO RAPCA



## Ejemplo de un script para modelación WOF

5

```
// GENERACION DE UN MAPA PONDERADO
// Cálculo de del mapa ponderado para el mapa de pendiente
// PASO 1 Traer Wplus a la tabla de atributos
tabcalc slope wplus = ColumnJoinMax(actslope,actslope.wplus,actslope.slope)
// PASO 2 Traer Wmin a la tabla de atributos
tabcalc slope wmin = ColumnJoinMax(actslope,actslope.wmin,actslope.slope)
// PASO 3 Calcular el total Wmin
tabcalc actslope wmintot = ColumnAggregateSum(Wmin,1)
// PASO 4 Calcular el peso final
tabcalc actslope wfinal = wplus+Wmintot-wmin
// PASO 5 Calcular el factor de contraste
tabcalc actslope c = wplus*(wmin*-1)
// PASO 6 Generar el mapa de atributo con el peso final
wslope(vr=-10:10:0.0001) = MapAttribute(slope,Wfinal)
calc wslope.mpr
```

UNESCO RAPCA



## Utilizando parámetros en un script

```
rem ILWIS Script for calculating landslide density for different maps
1 %1 = TableCross(%1,slide)
2 calc %1.ft
3 Tabcalc %1 areadass jdomrvalue vr=0:10000000000:1) = ColumnJoinSum(%1.ft,Area,%1,1)
4 Tabcalc %1 aread (jdomrvalue vr=0:10000000000:1) = if(%1.ft="landslide",area,0)
5 Tabcalc %1 areadide (jdomrvalue vr=0:10000000000:1) = ColumnJoinSum(%1.ft,aread,%1,1)
6 Tabcalc %1 density jdomrperc) = 100*areadide/areadass
7 calc %1.ft
8 calc %1.ft
```

- En la línea 1 un mapa raster, indicado con el parámetro %1, se cruza con el mapa Slide. El resultado es almacenado en la *cross table* con el nombre *ft* el nombre del mapa raster de entrada. Así, si por ejemplo, se utiliza el mapa Landuse, la *cross table* se llamará Slideuse. En esta línea solo se define la *cross table* %1, pero aún no se calcula aún.
- En la línea 2 la *cross table* es calculada.
- En la línea 3 se define el área total para cada ítem del dominio en el mapa raster %1, utilizando la función de agregación en la columna *aread* de la *cross table*. La agregación es hecha después de agrupar los datos en la tabla de acuerdo a los ítems del dominio %1. Observe que el resultado de la fórmula no está escrito en la *cross table* %1, pero sí en la tabla de atributos relacionada al mapa.
- En la línea 4 se define la nueva columna *areadide*, en la cual los registros de la *cross table* que tienen una combinación entre los ítems del dominio del mapa raster y la unidad "landslide" en el mapa slide, son asignados a la columna *aread*. La combinación de los ítems del dominio y la unidad "landslide" recibirá un valor 0. Esto es hecho de manera que en la próxima línea se pueda saber el área de deslizamientos dentro de cada ítem del dominio. Observe que el resultado de esta fórmula es escrito en la *cross table*.

UNESCO RAPCA



## Utilizando parámetros en un script

```
rem ILWIS Script for calculating landslide density for different maps
1 %1 = TableCross(%1,slide)
2 calc %1.ft
3 Tabcalc %1 areadass jdomrvalue vr=0:10000000000:1) = ColumnJoinSum(%1.ft,Area,%1,1)
4 Tabcalc %1 aread (jdomrvalue vr=0:10000000000:1) = if(%1.ft="landslide",area,0)
5 Tabcalc %1 areadide (jdomrvalue vr=0:10000000000:1) = ColumnJoinSum(%1.ft,aread,%1,1)
6 Tabcalc %1 density jdomrperc) = 100*areadide/areadass
7 calc %1.ft
8 calc %1.ft
```

- En la línea 5 se define el área de cada ítem del dominio en el mapa raster que es ocupado por deslizamientos, utilizando la función de agregación Sum en la columna *areadide* en la *Cross Table*. La agregación se hace después de agrupar los datos en la tabla de acuerdo a los ítems del dominio %1. Observe que el resultado de la fórmula no se escribe en la *cross table* %1, pero sí en la tabla de atributos relacionado con el mapa.
- En la línea 6 la densidad de los deslizamientos es calculada en la tabla de atributos %1, por medio de la división entre el área ocupada por deslizamientos en cada clase y el área total de la clase, y multiplicándola por 100. El resultado estará en porcentaje. Es por ello que se selecciona el dominio Perc para la columna de salida.
- En la línea 7, la *cross table* calcula de forma que la expresión en la línea 5 se guarde como valores.
- En la línea 8 la tabla de atributos es calculada de forma que las expresiones en las líneas 3, 5 y 6 se guarden como valores.

UNESCO RAPCA



## Ejemplo de un script para modelación WOF

```
// CRUZANDO LOS MAPAS DE PARAMETROS CON EL MAPA DE
// DESLIZAMIENTOS
// Cruzar el mapa Slope con el mapa de deslizamientos Activity
act%1 = TableCross(%1,activity)
calc act%1.tbt
// Cruzar el mapa Geol con el mapa de deslizamientos Activity
act%2 = TableCross(%2,activity)
calc act%2.tbt
// Cruzar el mapa Geom con el mapa de deslizamientos Activity
act%3 = TableCross(%3,activity)
calc act%3.tbt
```

Usted puede correr el script escribiendo en la línea de comandos:  
run weight slope geol geom

UNESCO RAPCA



## Corriendo un script desde otro script

```
rem ILWIS Script for the input for the script density
1 run weight geology
2 run weight slopecl
3 run weight catchmen
```

Es posible correr un script desde otro script si se incluye la expresión:

Run scriptname parameter.

En este ejemplo se puede hacer otro script, que sirva como insumo para el script de densidades que ya se vio. De esta forma el script de densidades puede ser calculado para diferentes mapas.

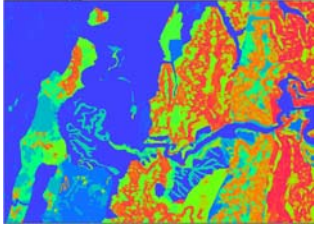
- En la línea 1 el script Density se ejecuta con el mapa Geology como parámetro.
- En la línea 2 el script Density se ejecuta con el mapa Slopecl como parámetro, Etc.

UNESCO RAPCA



## Validación del Cruce 1

- Una vez se ha hecho el mapa de amenaza, se quiere saber:
- Qué tan bueno es?
- Como validar el cruce?



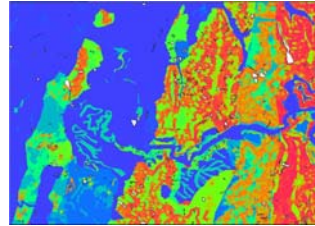
■ Low hazard  
■ Moderate hazard  
■ High hazard

UNESCO RAPCA



## Validación del cruce 2

- Combinarlo con el mapa de evidencia original.
- Se están prediciendo los elementos a ellos mismos?
- Qué tan bien está trabajando el modelo?



Como sea:  
Esta no es una predicción  
Razonamiento circular!!



■ Low hazard  
■ Moderate hazard  
■ High hazard

UNESCO RAPCA



## Procedimiento en ILWIS para la validación del cruce

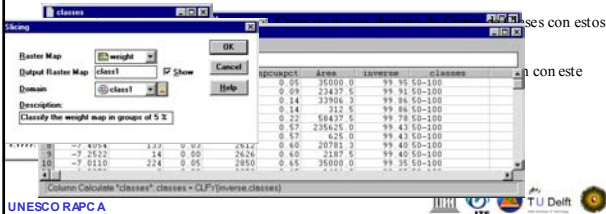
- Crear el dominio "classes"

Abrir el histograma del mapa de pesos

Calcular: inverse = 100-Npcount

Calcular: classes = CLFY(inverse,classes)

classes.mini1 = ColumnJoinMax(weight.his,value,classes,1)



UNESCO RAPCA



## Procedimiento en ILWIS para la validación del cruce

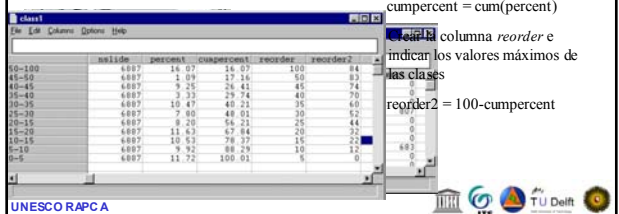
- Cruzar el mapa de pesos reclasificado con el mapa de deslizamientos

En la cross table calcular: Npixact = iff(activity="Active",npix,0)

class1.nslclass = ColumnJoinSum(claact.tb,Npixact,class1,1)

nslide = ColumnAggregateSum(nslclass,1)

percent=100\*nslclass/nslide



UNESCO RAPCA



## Tasa de Exit

Plotear las columnas:

Eje X : porcentaje del mapa de pesos (ordenado de alto a bajo)

Eje Y: porcentaje de deslizamientos



70 por ciento de todos los deslizamientos está localizado en el 10 % del mapa con los mayores valores de predicción

Porcentaje del mapa de pesos ordenado de mayor a menor

UNESCO RAPCA

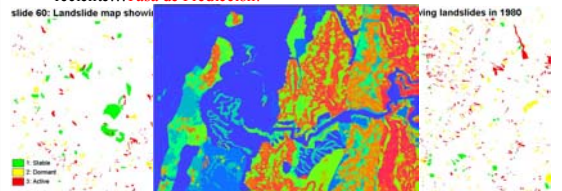


## Tasa de Predicción

La tasa de éxito es solo para chequear que tan buena es la predicción para explicar la evidencia a partir de la cual fue hecha.

Para ejemplos espaciales temporales: es posible hacer la predicción utilizando datos de un período previo

Y calcular el poder de la predicción utilizando datos de un período más reciente...Tasa de Predicción.



UNESCO RAPCA



## Tasa de Predicción



Porcentaje del mapa de pesos ordenado de mayor a menor

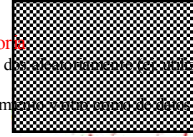
Tasa de éxito: Que tan bien el modelo se ejecuta  
Tasa de predicción: Que tan bien el model predice

## Otros métodos de validación

Si no se dispone de datos de evidencia multi-temporales  
Por ejemplo: Inventario de deslizamientos.  
Dividir el mismo inventario en 2: set de entrenamiento y set de prueba.

### Método del "Tablero de ajedrez"

Dividir el área en dos de acuerdo al campo blanco/negro del tablero  
Utilizar un set como de entrenamiento y el otro como datos de prueba



### Método de selección aleatoria

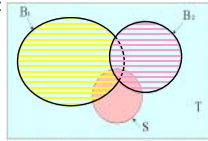
Dividir el set de la evidencia en dos de acuerdo al campo blanco/negro del tablero (utilizando la función aleatoria en tabla).  
Utilizar un set como de entrenamiento y el otro como datos de prueba

## Independencia condicional

El problema más importante con los métodos estadísticos bariados es la **independencia condicional**:

$$P(B_1 \cap B_2 | S) = P(B_1 | S) P(B_2 | S)$$

$$N(B_1 \cap B_2 \cap S) = \frac{N(B_1 \cap S) N(B_2 \cap S)}{N(S)}$$



$Npix(T) = 10000$     $Npix(B \cap S) = 180$   
 $Npix(B_1) = 3600$     $Npix(B_1 \cap S) = 140$   
 $Npix(B_2) = 5000$     $Npix(S) = 200$

Izquierda: observado.  
Derecha: predicho  
Si hay independencia condicional : esperado = observado.

## Independencia condicional: ejemplo

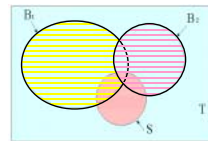
	B <sub>1</sub> Present	B <sub>1</sub> Absent	Totals
B <sub>2</sub> Present	$N\{B_1 \cap B_2 \cap S\}$	$N\{B_2 \cap \bar{B}_1 \cap S\}$	$N\{B_2 \cap S\}$
B <sub>2</sub> Absent	$N\{B_1 \cap \bar{B}_2 \cap S\}$	$N\{\bar{B}_1 \cap \bar{B}_2 \cap S\}$	$N\{\bar{B}_2 \cap S\}$
	$N\{B_1 \cap S\}$	$N\{\bar{B}_1 \cap S\}$	$N\{S\}$

	B <sub>1</sub> Present	B <sub>1</sub> Absent	Totals
B <sub>2</sub> Present	130 <b>126</b>	10 <b>14</b>	<b>140</b>
B <sub>2</sub> Absent	50 <b>54</b>	10 <b>6</b>	<b>60</b>
	<b>180</b>	<b>20</b>	<b>200</b>

$$N(B_1 \cap B_2 \cap S) = \frac{180 \cdot 140}{200} = 126$$

## Chequeo de la Independencia condicional: Método de Chi cuadrado

B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	S	Npix	NpixB <sub>1</sub>	NpixB <sub>2</sub>	NpixS	Npixexp
1	0	1	50	180	60	200	54
1	1	1	130	180	140	200	126
0	0	1	10	20	60	200	6
0	1	1	10	20	140	200	14



$Npix(T) = 10000$     $Npix(B \cap S) = 180$   
 $Npix(B_1) = 3600$     $Npix(B_1 \cap S) = 140$   
 $Npix(B_2) = 5000$     $Npix(S) = 200$

• La frecuencia esperada de deslizamientos puede ser calculada ahora:

$$Npixexp := (NpixB_1 \cdot NpixB_2) / NpixS$$

• Después de ese chequeo de si los mapas tienen independencia condicional se hace c

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^4 \frac{(Npix - Npixexp)^2}{Npixexp}$$

## Chequeo de la Independencia condicional: Método de Chi cuadrado

B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	S	Npix	NpixB <sub>1</sub>	NpixB <sub>2</sub>	NpixS	Npixexp
1	0	1	50	180	60	200	54
1	1	1	130	180	140	200	126
0	0	1	10	20	60	200	6
0	1	1	10	20	140	200	14

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^4 \frac{(Npix - Npixexp)^2}{Npixexp}$$

$$= ((50-54)^2/54) + ((130-126)^2/126) + ((10-6)^2/6) + ((10-14)^2/14) = 0.296 + 0.001 + 2.67 + 1.142 = 4.110$$

Comparar con valores de las tablas para  $\chi^2$  con un grado de libertad. Estas son para varios niveles de probabilidad  
Los grados de libertad pueden ser definidos como el número de observaciones en la muestra, menos el número de parámetros estimados de la muestra. En este caso  $2-1=1$ .

80%	90%	95%	97.5%	99%
1.64	2.71	3.84	5.02	6.63

**Conclusión: Rechazado??. No hay independencia condicional?**

## Independencia Condicional

**Casi todos los mapas que son importantes para la ocurrencia de deslizamientos son condicionalmente dependientes.**

• Por ejemplo, es importante saber que usted está en una pendiente fuerte, cuando usted está en esquitos. La probabilidad de tener deslizamientos cuando se tiene tanto esquitos como altas pendientes, es mucho más grande que la multiplicación de las dos probabilidades condicionales.

• Uno de los efectos más importantes de los mapas condicionalmente dependientes en el análisis es que la probabilidad posterior es mucho más grande que la real.

• Desde luego que es inevitable trabajar con mapas condicionalmente dependientes, la prueba de la independencia condicional no tiene mucho sentido.

• Los valores de probabilidad resultantes deberán ser utilizados tan solo como una indicación general de la susceptibilidad a los movimientos de masa y no como valores de probabilidad.

UNESCO RAPCA



## El Aspecto Tiempo

**Otro problema: El Aspecto Tiempo**

• El mapa de amenaza está limitado al período para el cual el mapa de movimientos de masa es válido.

• Sin embargo, la ocurrencia de nuevos deslizamientos puede no seguir la predicción, debido a los factores de disparo no han sido tomados en cuenta en el análisis.

UNESCO RAPCA

