

PROGRAMA DE MAESTRIAS
MPRH y MPRD

Módulo 6 HIDROLOGIA BASICA

Por: R. Marcelo Villarroel V., PM


PRACTICA

Determinación de parámetros y características hidrogeomorfológicas de una cuenca

Resumen

La aplicación de modelos hidrológicos en cuencas hidrográficas generalmente requiere la determinación o estimación de parámetros hidromorfológicos de la cuenca de estudio. Tradicionalmente la determinación de parámetros hidromorfológicos se realiza en forma manual a partir de copias impresas de mapas topográficos. La alternativa a este procedimiento es la aplicación de SIG (ILWIS v3.0 en este caso particular) para calcular los parámetros hidromorfológicos de una cuenca hidrográfica.

Iniciando

- 
- Inicie el programa ILWIS
 - Cambie el directorio de trabajo a C:\mod6\ practica

Introducción

El ejemplo practico se refiere a un área determinada de la cuenca “La Llave” ubicada en la ladera sur de la cordillera Tunari en Cochabamba; aproximadamente a 4 [Km] hacia el NorOeste de la población de Vinto

Se utiliza ILWIS para calcular los siguientes parámetros hidromorfológicos:

- **Area de la cuenca**
- **Longitud del canal** (channel lenght)
- **Pendiente media del canal** (Average channel slope)
- **Inclinación media de la pendiente** (Average slope steepness)
- **Curva hipsométrica**

Longitud del canal (channel length) es la distancia a lo largo del curso o colector principal de la cuenca, medido desde la salida de la cuenca (salida) hasta el punto más alejado de la cuenca.

Pendiente media del canal (Average channel slope), se calcula como

$$p_{mc} = \Delta h / L$$

Donde Δh = diferencia en elevación entre la salida de la cuenca y el punto más alejado del canal.
 L = Longitud del canal

Inclinación media de la pendiente (Average slope steepness), se calcula como

$$S_m = \frac{1}{DA} * \sum (S_i * DA_i)$$

donde S_m = inclinación media de la pendiente
 DA = Area total de drenaje

La cuenca debe ser reclasificada en subáreas de rangos de nivel o cota topográfica. Por ejemplo en rangos de nivel cada 200[m].

S_i = Pendiente media de cada subárea en que se reclasifica la cuenca

DA_i = cada una de las Subáreas reclasificadas

El ejercicio combina la creación de mapas y operaciones con tablas de ILWIS para calcular los parámetros antes mencionados.

Visualización de los datos de entrada

Los mapas base de trabajo son los siguientes:

LIMITE Mapa de segmentos del límite del área de la cuenca de estudio
CURVAS Mapa de segmentos de curvas de nivel para el área de estudio.
DRENAJE Mapa de segmentos de la red de drenaje.

Verifique los dominios de cada uno de estos mapas.

Calculo del área de la cuenca



- Poligonize el mapa de segmentos **LIMITE**. Deshabilite las opciones de Auto Correction y Label Points. Selecciones Unique Identifier. El nombre del nuevo mapa de polígonos es también **LIMITE**. El mapa de polígonos queda con dominio interno Pol 1.

- Obtenga el histograma del mapa de polígonos **LIMITE**. El valor del área que se muestra corresponde a la superficie en [m²] de la cuenca de estudio. El valor calculado es 31'466,896.00 [m²].

Calculo de la longitud del canal

El calculo de la longitud se realiza utilizando la función Distance de ILWIS. Para ello se requieren dos mapas raster:

Mapa fuente (Source Map), que contiene el pixel, o el punto de salida de la cuenca en este caso; a partir del cual se mide la distancia hacia el resto de los pixeles sobre el mapa de drenaje (Weight Map). Consulte la ayuda de ILWIS sobre esta función.



- Rasterize el mapa de segmentos **DRENAJE**. Asigne el mismo nombre al mapa raster, con una georeferencia que contenga el mismo sistema de coordenadas del mapa original.
- Los límites de la georeferencia son:
Xmin 772,895 [m] Ymin 8'081,050 [m]
Xmax 779,350 [m] Ymax 8'090,620 [m]
- Se asume suficiente un tamaño de pixel de 10 [m].

Para que el calculo de distancia se realice sobre el mapa raster **DRENAJE**. Este debe tener un valor de ponderación de 1 como Weight Map.



- Reclasifique el mapa raster **drenaje** en un mapa de valor 1 para la red de drenaje. Nombre al nuevo mapa como **dren_val**. Asigne -1 a los indefinidos con la funcion 'isundef'
- Digitalize sobre el mapa **dren_val** un mapa raster de nombre **salida** con dominio class 'salida'. Este mapa contiene un solo pixel (Source Map) en la posición RowCol (870,547). A partir de este punto se medirá la distancia más alejada sobre el mapa de drenaje. Registre esta posición.


Ahora es posible calcular distancias en ILWIS teniendo definidos los mapas Source y Weight Map.



- Ejecute la operación Distance de ILWIS. Nombre al mapa a calcular como **dist**, con una precisión de 1 [m].

La ventana Display Options que se genera muestra un valor máximo. En este caso este valor representa la máxima distancia medida sobre el sistema de drenaje a partir de la salida de la cuenca de estudio. El valor calculado es de 11,796 [m].

Para ubicar el punto, o pixel en este caso, más alejado del canal, ejecute el siguiente calculo en la línea de comando de ILWIS:



- **max_dist:=dist=mapmax(dist.mpr)** ↵
- Acepte las opciones por defecto.


Esto crea un mapa con dominio 'bool' donde el pixel con la distancia máxima tiene un valor verdadero 'True', y el resto un valor falso 'False'.

Una vez abierto el mapa **max_dist** utilice la herramienta Zoom In para identificar el pixel más alejado de la red. Se encuentra en la posición RowCol (54,298). Registre esta posición.

Calculo de la pendiente media del canal

Para calcular la pendiente del canal principal (Average channel slope) se debe conocer la cota del punto de salida de la cuenca y la cota del punto más alejado del canal.

Respecto de los niveles topográficos, hasta el momento se cuenta solo con el mapa de segmentos **curvas** de curvas de nivel. Para obtener la cota especifica del pixel correspondiente a la salida y la correspondiente al punto más alejado, es necesario contar el modelo de elevación digital del terreno, **dem**.




- Ejecute la operación de interpolación de curvas (Contour Interpolation) para el mapa de segmentos **curvas**.
- Nombre al mapa como **dem**. Use la georeferencia **drenaje** para preservar el mismo tamaño de pixel y los mismos límites.
- Es suficiente una precisión de 1 [m].

Teniendo la topografía en un modelo raster, es posible extraer el valor de la elevación para un pixel determinado. Puede hacerlo desplegando el mapa de segmentos **drenaje** sobre el mapa **dem**, y buscar los pixeles correspondientes a la salida y al punto más alejado. Ya cuenta con los datos para calcular el valor de la pendiente.

Sin embargo, con la posición de Columna y Fila de los dos puntos extremos registrados anteriormente, también puede extraer directamente valores con la función

RASVALUE desde la línea de comandos de la ventana principal de ILWIS. De esta manera es posible calcular directamente la pendiente del canal de la siguiente manera:




- Ejecute la siguiente expresión en la línea de comandos de ILWIS:
`? (rasvalue(dem,54,298)-rasvalue(dem,870,547))/mapmax(dist) ↵`
- Esta expresión calcula la diferencia de nivel entre la salida y el punto más alejado. Esta diferencia se divide entre la distancia al punto más alejado.
- El valor calculado de la pendiente debe ser 0.11
- Revise las funciones y sintaxis correspondientes en la ayuda de ILWIS.

Rompa la dependencia de todos los mapas creados hasta ahora. Utilice la expresión **breakdep *.*** en la línea de comandos de ILWIS.

Calculo de la inclinación media de la pendiente

De acuerdo a lo descrito en la Introducción, para calcular la inclinación media de la pendiente es necesario reclasificar los niveles topográficos en áreas de rangos de 200[m] cada uno.



- Calcule el mapa de pendientes para el área de estudio a partir del mapa **dem**. Nombre a este mapa como **pend**. Es suficiente una precisión de 0.1
- Abra el mapa **dem** y de la ventana Display Options del mapa **dem** obtenga los valores máximo y mínimo. Estos son 3,325 [m] y 5,025 [m].

Según estos límites, para rangos de 200 [m] podemos reclasificar los niveles de la siguiente manera:

Upperbound [m]	Name
3400	<3400
3600	3400-3600
3800	3600-3800
4000	3800-4000
4200	4000-4200
4400	4200-4400
4600	4400-4600
4800	4600-4800
5200	>4800

El mapa **pend** se extiende sobre los límites de su georeferencia. Para trabajar con los valores correspondientes al área de estudio, el mapa **pend** debe ser cortado según los límites de la cuenca de estudio.



- Rasterize el mapa de poligonos **limite** utilizando el mismo nombre para el mapa de salida. La georeferencia debe ser 'drenaje', que es la misma utilizada por **dem**
- Corte el mapa **pend** con el mapa raster **limite**. Nombre al mapa cortado como **pend_cut**:

`pend_cut=iff(isundef(limite),?,pend) ↵`



- De igual forma, corte el mapa **dem** en un nuevo mapa **dem_cut**.
- Reclasifique el mapa **dem_cut** con un dominio 'class-group' según la lista anterior. Use la operación Slicing. El mapa reclasificado es **dem_200**. El dominio tiene también el nombre 'dem_200'.

Ahora es posible obtener valores de pendientes por cada área de rango de nivel, según lo requerido por la expresión de calculo para la inclinación media de la pendiente.



- Cruce el mapa **dem_200** con el mapa **pend_cut** con la operación 'Cross'. Genere una tabla de cruce con el nombre 'cross'.

A partir de esta tabla de cruce es posible calcular los valores de pendiente media para cada área de rango de nivel, y el valor final de la inclinación media de la pendiente de la cuenca de estudio.

Es necesario crear otra tabla que contenga en forma resumida los valores de área y pendiente para cada rango de nivel.



- Genere una nueva tabla con el nombre 'sm' y con dominio 'dem_200'.
- Utilice la opción de columna 'Join' para insertar la columna 'pend' de la tabla 'cross'. Se debe usar la opción 'Aggregate' con la función 'Average' para promediar los valores de la pendiente agrupados según rangos de nivel 'dem_200', y ponderar estos valores según la cantidad de pixel para cada rango de valor. Al ponderar según el numero de pixeles el valor calculado de la pendiente media por cada área de rango de elevación es más precisa. El nombre de la columna creada debe ser 'si'.
- Asigne una precisión de 2 decimales a los valores de 'si' que calcule ILWIS, y acepte el resto de las opciones por defecto para las propiedades de esta columna.
- También con la opción 'Join' inserte de la tabla 'cross' el valor del área para cada rango de elevación.
- Calcule en una nueva columna el producto de la pendiente por el área:
producto:=si*Area ↵
- Calcule en la tabla el valor final de la inclinación media de la pendiente:
? sum(producto)/sum(Area) ↵
- El valor es 0.5 o 50%.

Calculo de la curva hipsométrica

Es de interés conocer cómo se distribuye el área de una cuenca a distintos niveles topograficos, a fin de comparar características de almacenamiento y flujo entre cuencas.

Esto es posible a través de la curva hipsometrica. La curva puede ser obtenida midiendo con planimetro las áreas entre curvas de nivel adyacentes, o midiendo las áreas usando una grilla o cuadrícula.

Los mapas y tablas creados hasta ahora contienen la información necesaria para calcular la curva hipsométrica con un procedimiento de grilla equivalente y mucho más preciso a través del formato raster.

La curva representa una distribución área acumulada vs.elevación.



- En la tabla 'sm' calcule una nueva columna que acumule el área de cada rango de nivel. Use la opción Cumulative del menú Columns. Nombre a la columna como 'área_acum'.
- Calcule la columna 'porc_area_acum' con la expresión:
$$\text{porc_area_acum} := \text{area_acum} / \text{sum}(\text{Area}) * 100$$
- Cree otra columna con los valores medios de los rangos de nivel 3300,3500,3700,3900,4100,4300,4500,4700 y 4900 con el nombre de 'valor_med'.
- Genere la curva hipsométrica desde la tabla con la columna 'porc_area_acum' en el eje X, y con la columna 'valor_med' en el eje Y.

La curva hipsométrica tiene la siguiente forma:

