

Cálculo del tiempo de concentración en hidrología con GRASS

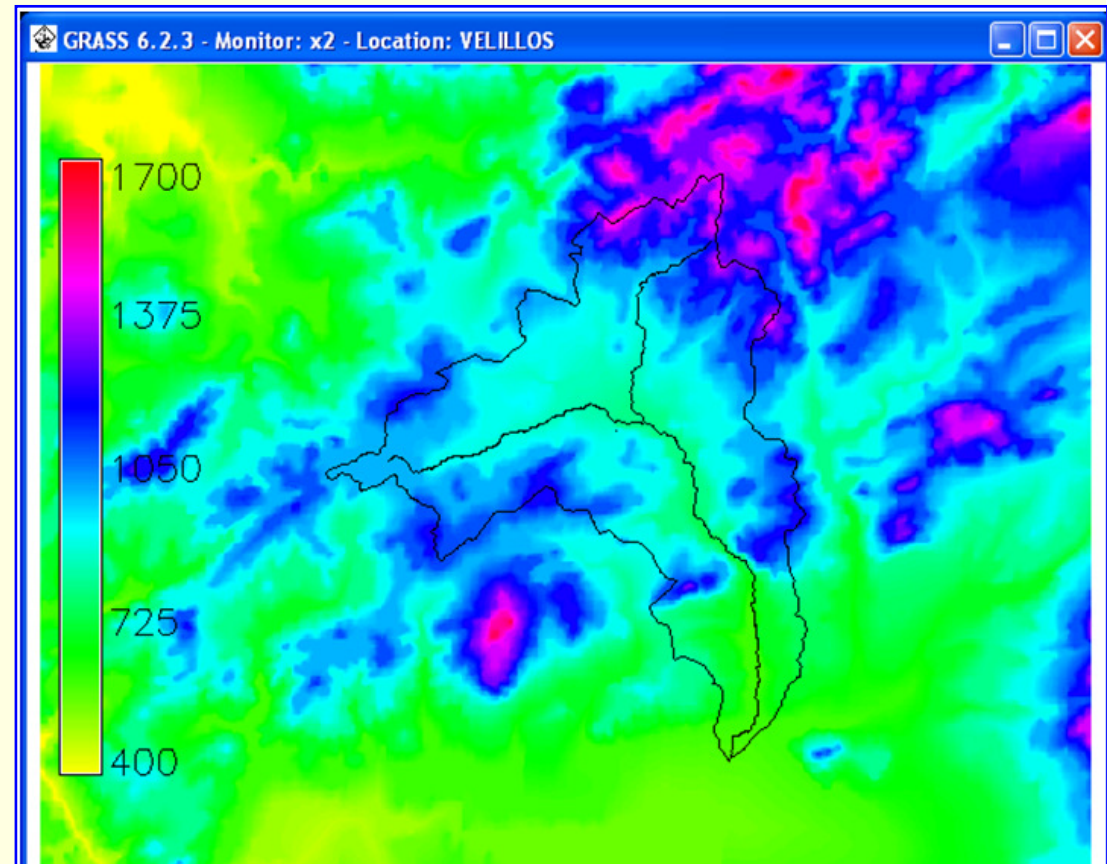
*Luis Barranco
Javier Álvarez
(Centro de Estudios Hidrográficos)*

Contenido

1. Análisis de direcciones de flujo aportadas por comandos GRASS.
2. Red de drenaje vectorial vs. calculada por GRASS.
3. **Cálculo del tiempo de concentración con GRASS.**

Zona de estudio. Capas GIS utilizadas.

- Cuenca de Velillos
 - MDE: **mde80vel**
 - Mapa ráster de 564 filas x 734 columnas. Resolución 80 m. 2610 km².
 - **rios_velillos**
 - **cvelillos**





1. Direcciones de flujo con Grass.


Modelo D8

435	390	345
380	320	330
225	270	315

Ejemplo de Códigos de flujo

3	2	1
4		8
5	6	7

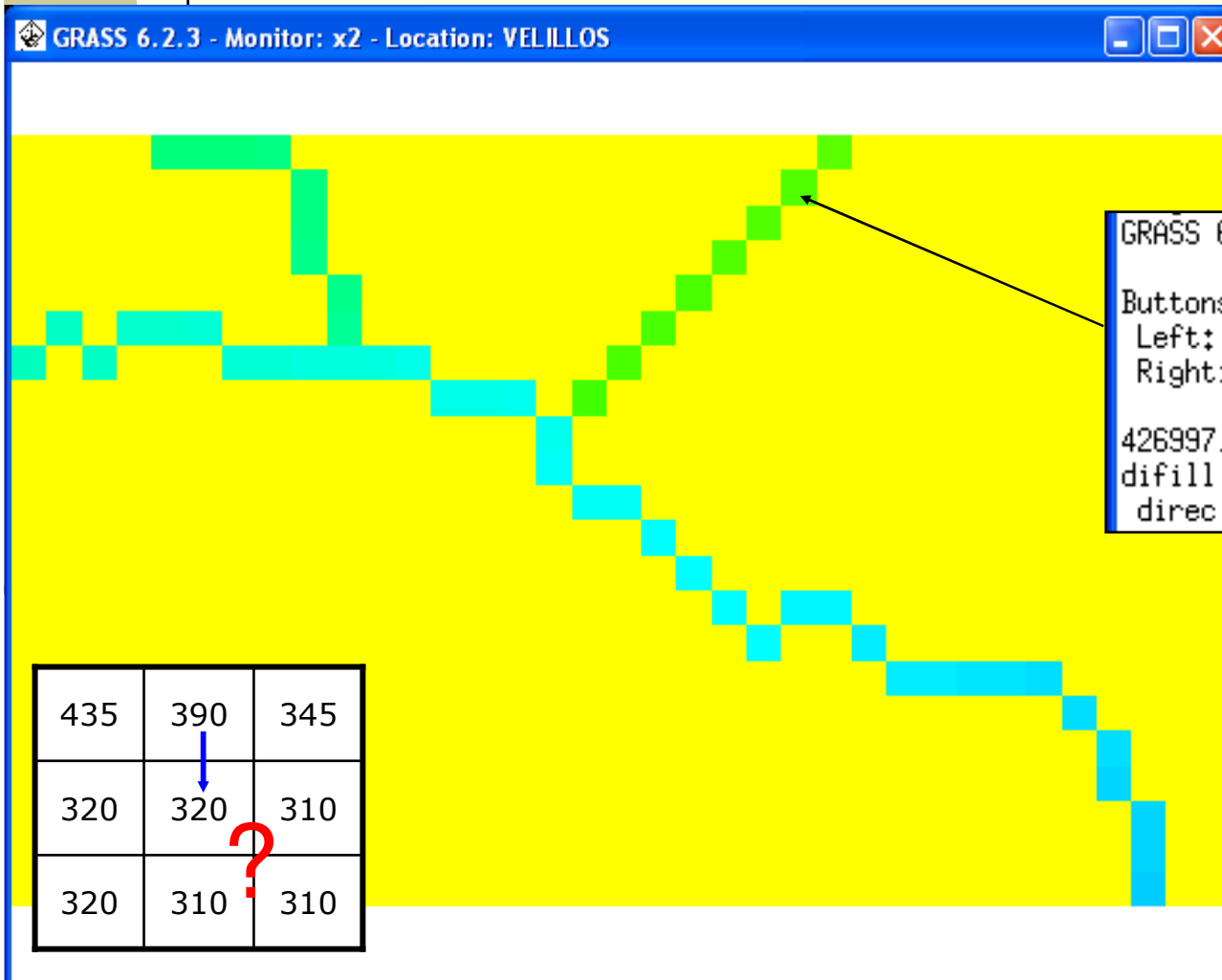
135	90	45
180		360
225	270	315

32	64	128
16		1
8	4	2

435	390	345
320	320	310
320	310	310

1. Direcciones de flujo con GRASS.

`r.fill.dir` `r.drain` `r.watershed` calculan diferentes mapas de direcciones de drenaje.



```
GRASS 6.2.3 (VELILLOS):/ > d.what.rast difill,direc.  
Buttons  
Left: what's here  
Right: quit  
426997.1875(E) 4141476.5625(N)  
difill in LMBARRAN (180)  
direc in LMBARRAN (5)
```

135	90	45
180		360
225	270	315

`r.fill.dir`

3	2	1
4		8
5	6	7

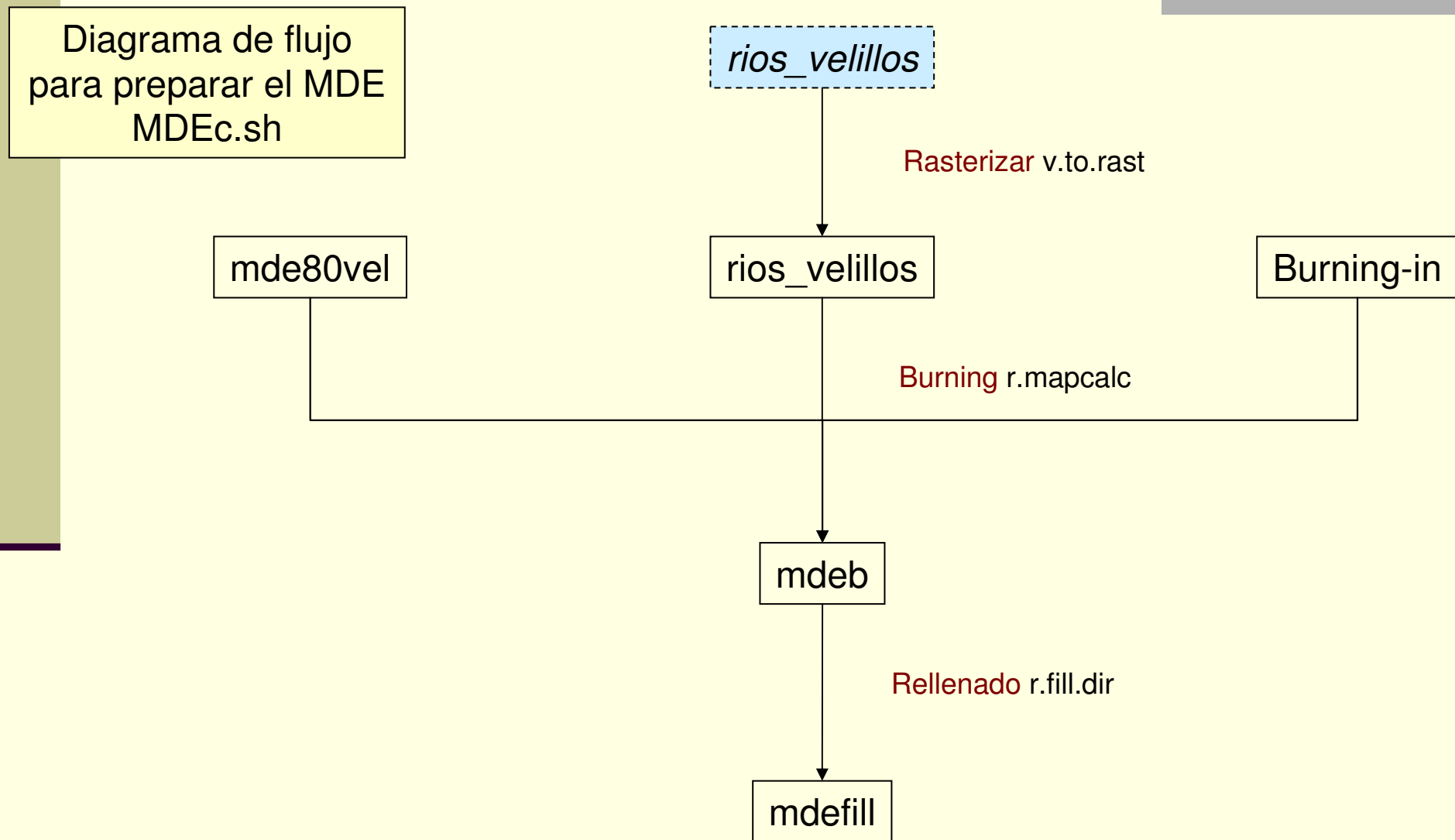
`r.watershed`

2. Red automática vs. vectorial.

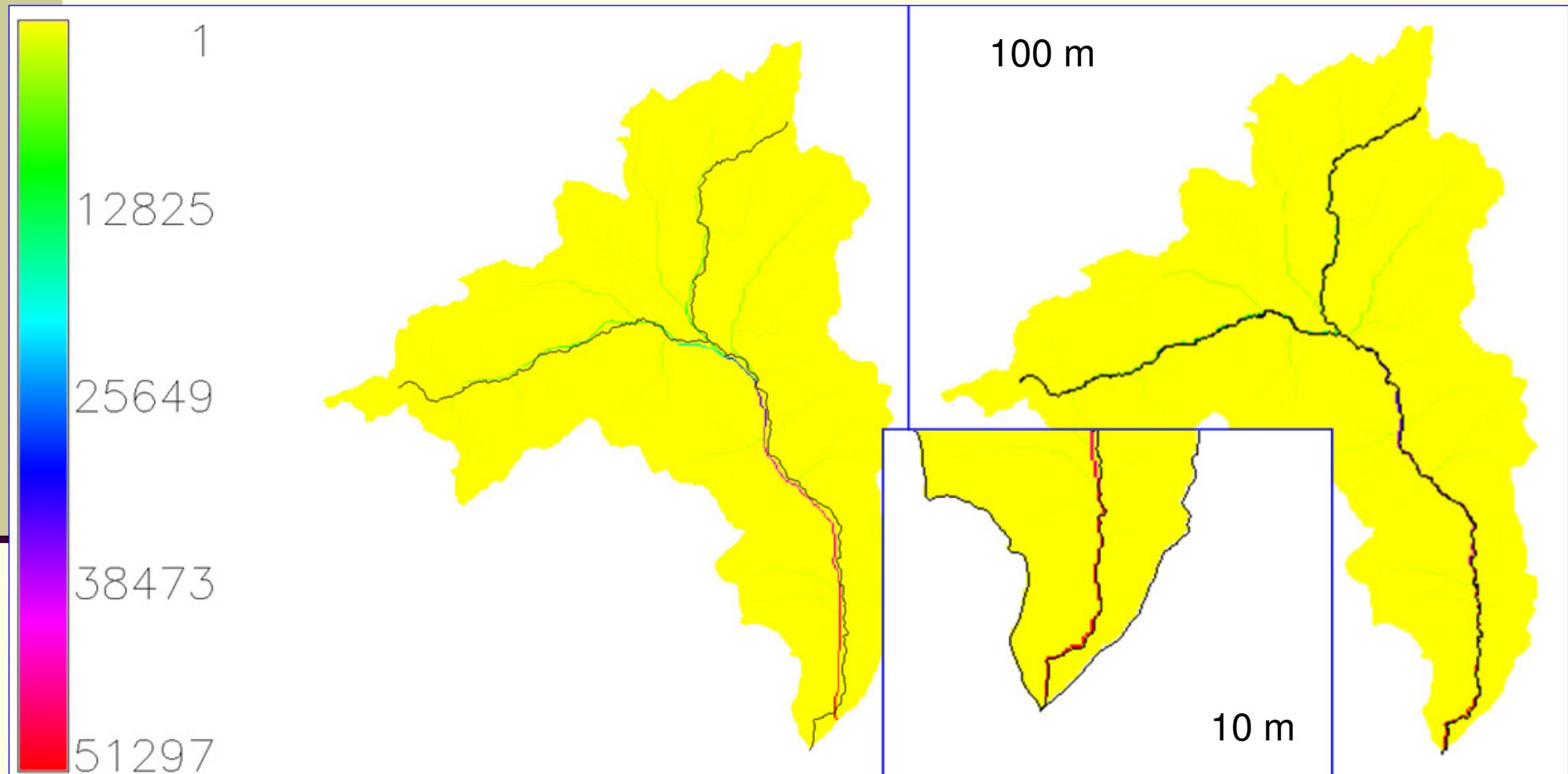


No coincidencia con ríos vectoriales. Causa: baja resolución MDE, por ejemplo en zonas de cañones profundos (caso de Velillos).

2. Red automática vs. vectorial.



2. Red automática vs. vectorial.



3. Tiempo de concentración.

Definiciones.

- El tiempo que pasa desde el final de la lluvia neta y el final de la escorrentía directa. Por lo tanto, representa **el tiempo que tarda en llegar la última gota de lluvia que cae en el extremo más alejado de la cuenca y que circula por escorrentía directa.**
- El tiempo de equilibrio o duración necesaria para que con una intensidad de escorrentía constante se alcance el umbral de caudal máximo.
- El tiempo base menos la duración de la lluvia neta, en un hidrograma unitario.
- El tiempo base del hidrograma instantáneo.

3. Tiempo de concentración.

- No hay un comando GRASS específico.
- CEH: SIMPA (fortran)-arcview – gvSIG.
- Intento de calcularlo específicamente a partir de otros comandos GRASS.

3. Tiempo de concentración.

- Fórmula en la Instrucción de Drenaje de la Dirección General de Carreteras de España (caso de cuencas en las que predomina el tiempo de recorrido del flujo canalizado por una red de cauces definidos):

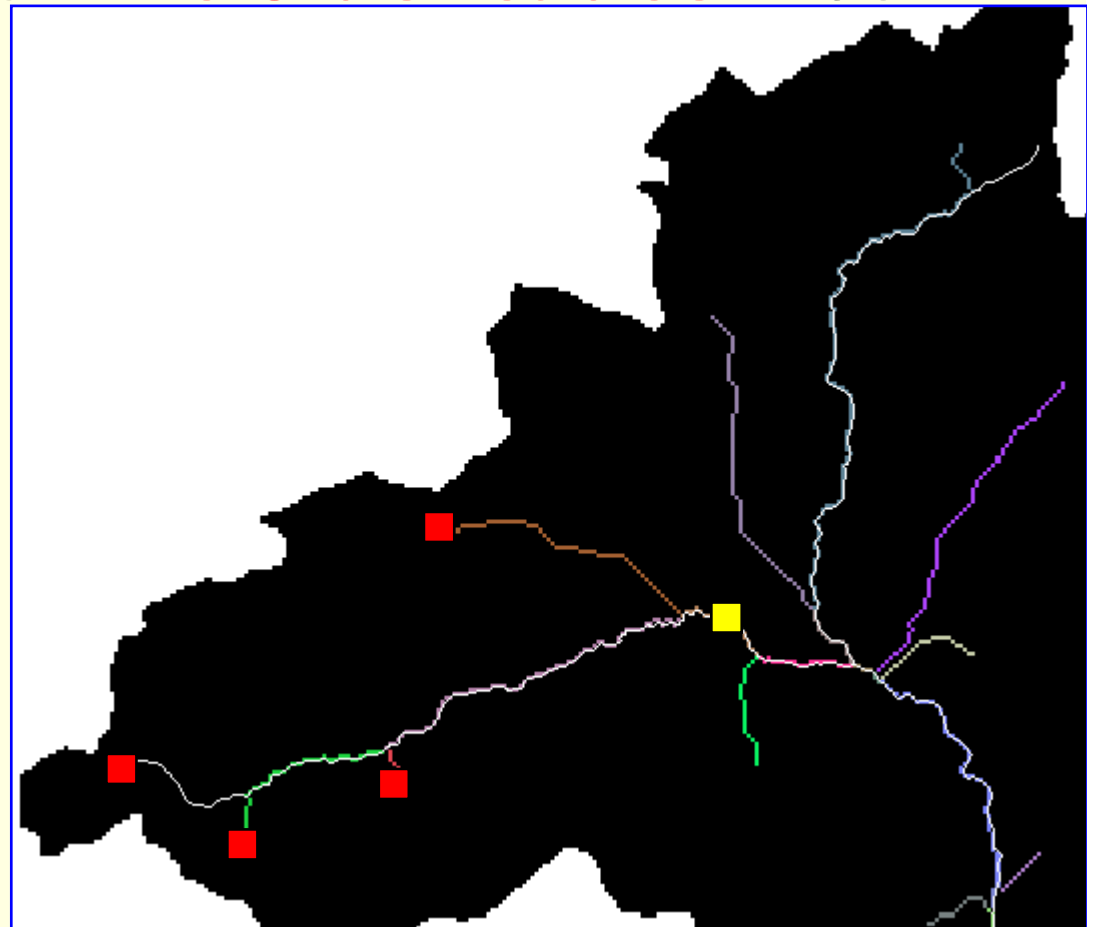
$$T_c = 0,3 \left(\frac{L}{J^{1/4}} \right)^{0,78}$$

- T_c = tiempo de concentración (horas)
- L = longitud del cauce (km)
- J = pendiente media del cauce (m/m)

3. Tiempo de concentración.

- Precisa obtener la **Distancia** y el **Desnivel** entre cada punto y el **inicio del cauce** más lejano.

cauce = f (escala)



3. Tiempo de concentración.

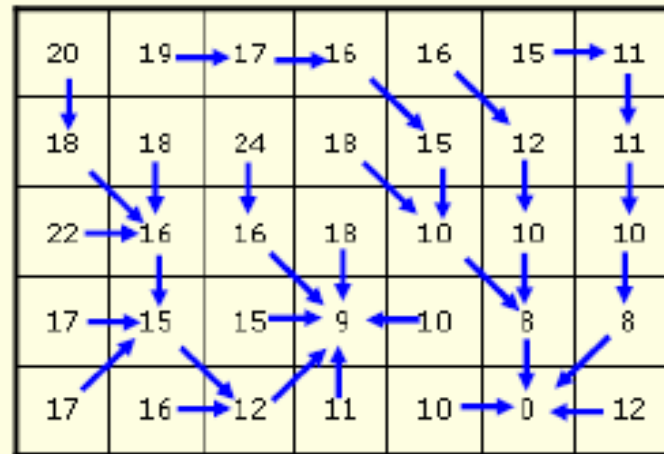
- Herramienta GRASS: r.watershed (opción flow).

Parameters:	
elevation	Input map: elevation on which entire analysis is based
depression	Input map: locations of real depressions
flow	Input map: amount of overland flow per cell
disturbed.land	Input map or value: percent of disturbed land, for USLE
blocking	Input map: terrain blocking overland surface flow, for USLE
threshold	Input value: minimum size of exterior watershed basin
max.slope.length	Input value: maximum length of surface flow, for USLE
accumulation	Output map: number of cells that drain through each cell
drainage	Output map: drainage direction
basin	Output map: unique label for each watershed basin
stream	Output map: stream segments
half.basin	Output map: each half-basin is given a unique value
visual	Output map: useful for visual display of results
length.slope	Output map: slope length and steepness (LS) factor for USLE
slope.steepness	Output map: slope steepness (S) factor for USLE

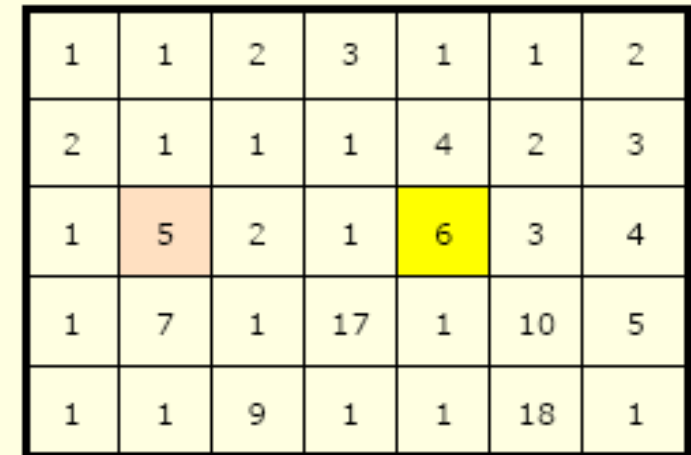
3. Tiempo de concentración.

- Área subsidiaria a cada punto.

r.watershed
 elev=mdefill
 flow=.....
 acc=.....

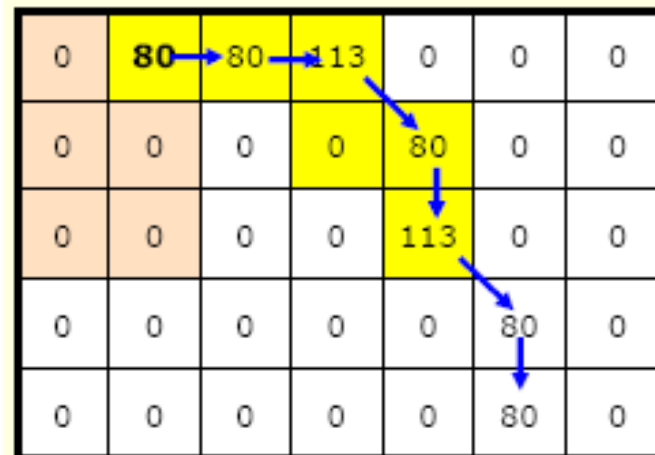


mdefill



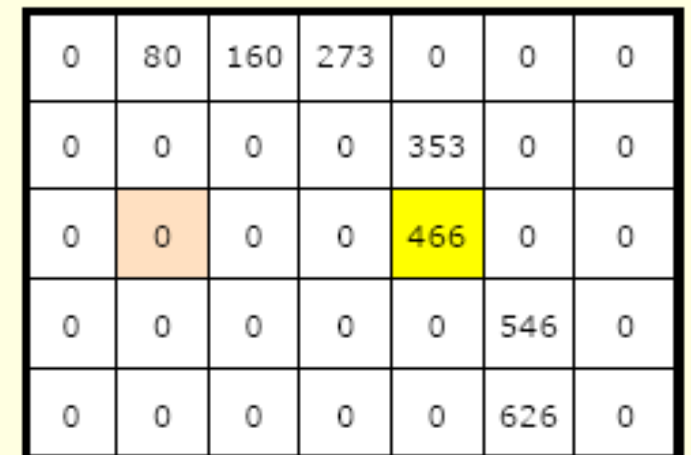
ac1

- Flow= distancias entre una celda del cauce y la que drena.



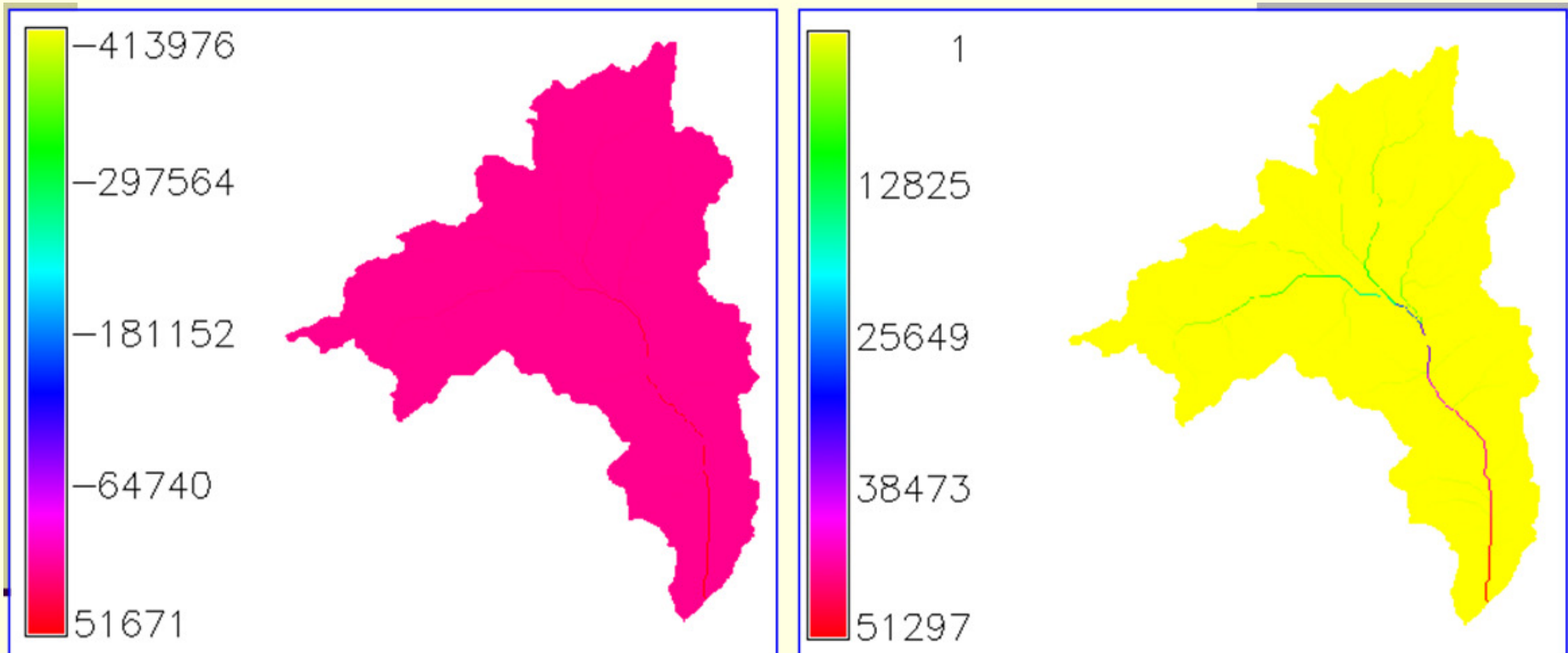
flow

- Resultado= distancias entre una celda y el inicio de cauce.



ac3

3. Tiempo de concentración.



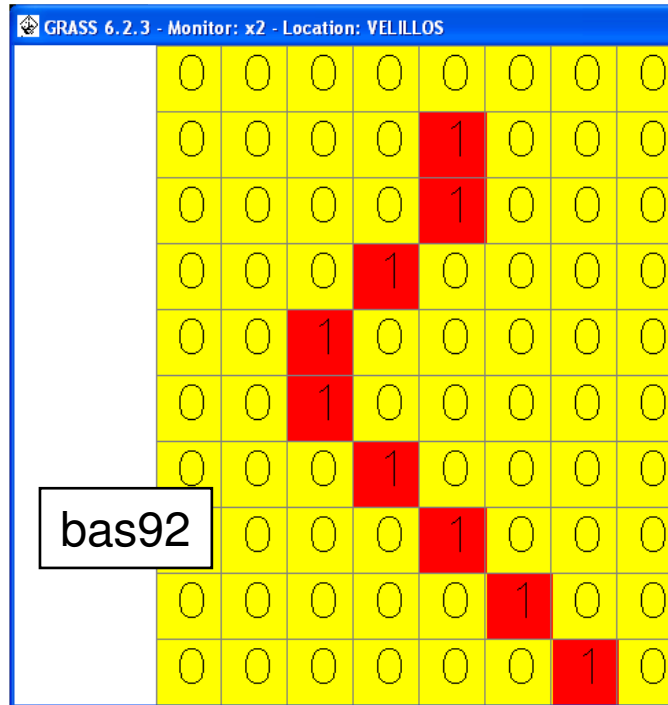
r.watershed da valores fuera de MASK

Asigna valores negativos a celdas que probablemente reciban escorrentía superficial de fuera de la región de estudio.

r.mapcalc acc=ac*MASK

Proceso completo: script tc.sh

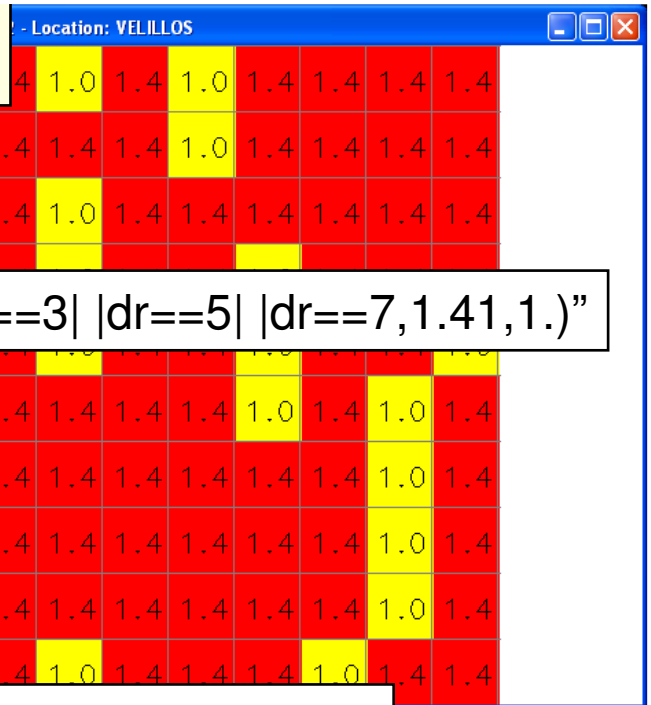
1. Obtener inicios de cauce.
2. Correr r.watershed con flow cada inicio de cauce.
3. Calcular la longitud.
4. Calcular la pendiente.
5. Calcular el tiempo de concentración.
6. Comparar y tomar el valor máximo en cada píxel.



bas92

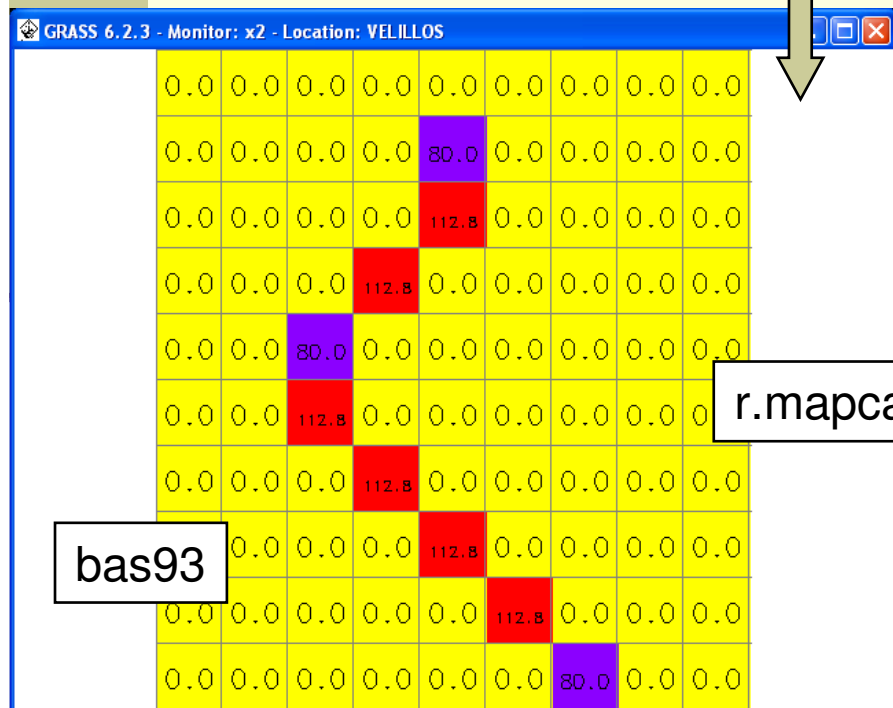
3. Calcular la longitud.

```
r.mapcalc basd=if"(dr==1 | |dr==3 | |dr==5 | |dr==7,1.41,1.)"
```



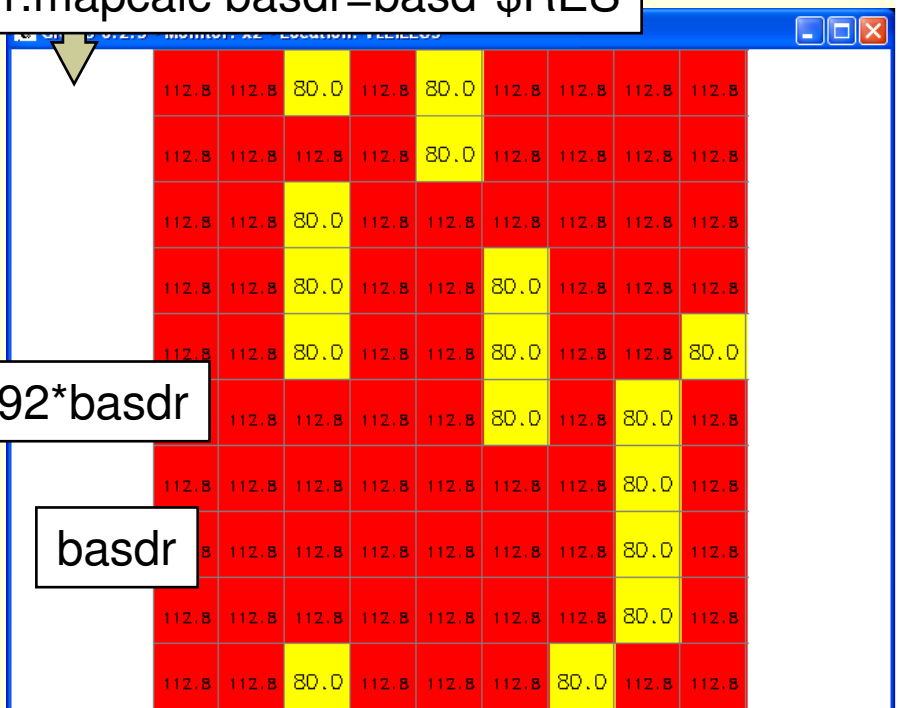
basd

```
r.mapcalc basdr=basd*$RES
```

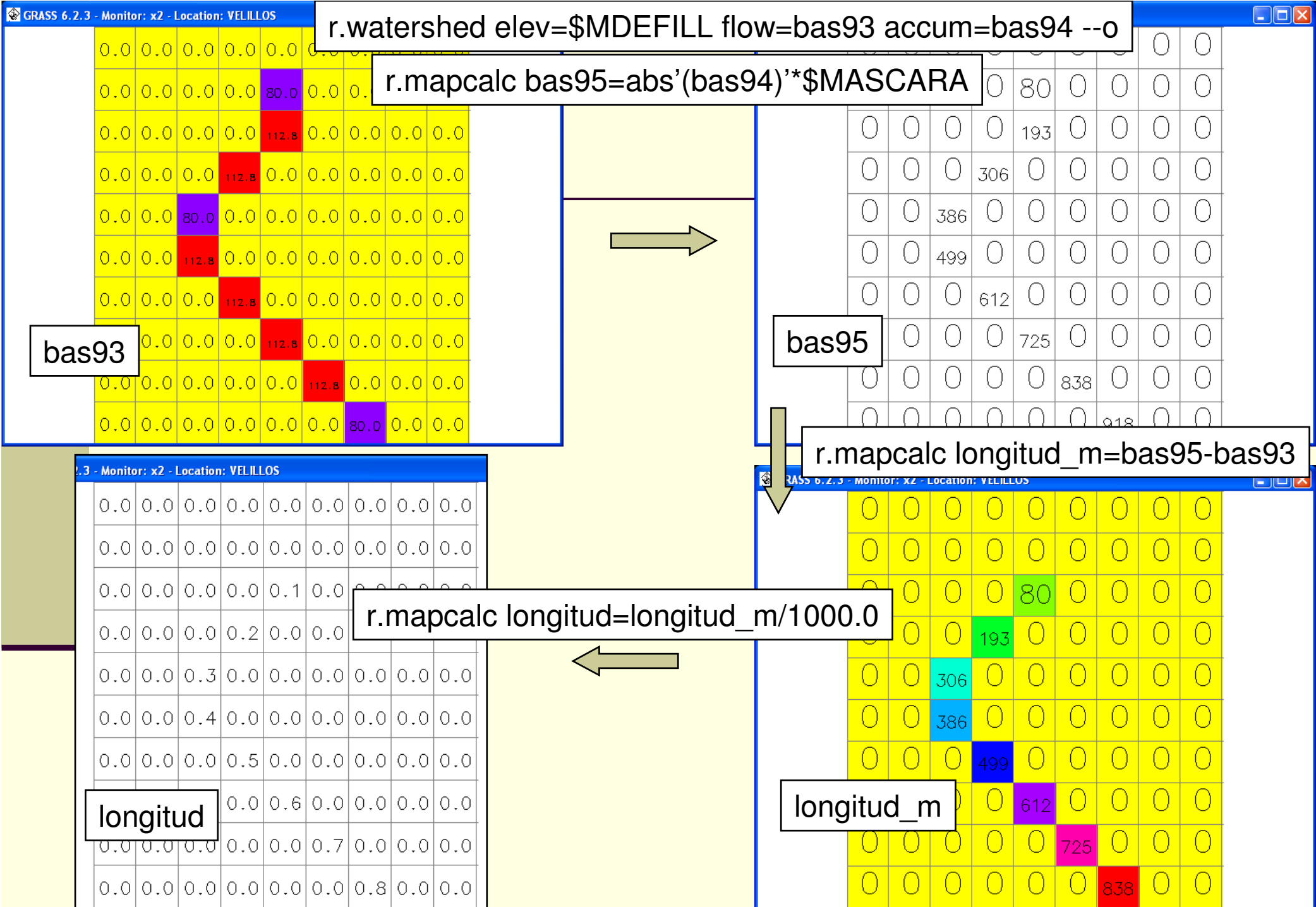


bas93

```
r.mapcalc bas93=bas92*basdr
```



basdr



4. Calcular la pendiente.

mde80vel

altitud

difcota

Diferencia de cota

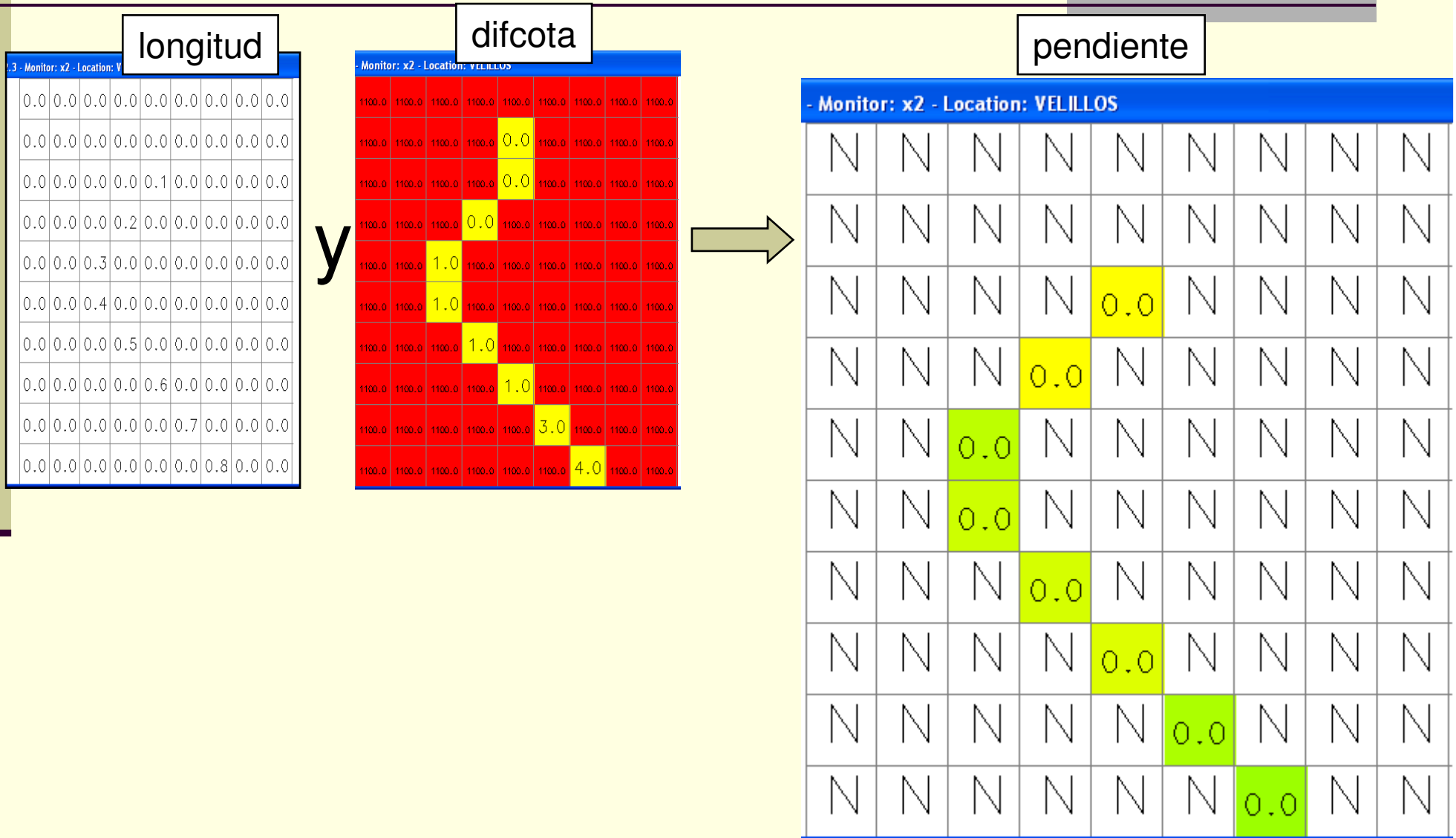
- Monitor: x2 - Location: VELILLOS

1127.0	1111.0	1101.0	1100.0	1100.0	1100.0	1100.0	1100.0	1144.0
1108.0	1101.0	1101.0	1101.0	1100.0	1100.0	1100.0	1100.0	1144.0
1108.0	1101.0	1101.0	1101.0	1100.0	1100.0	1100.0	1100.0	1163.0
1100.0	1100.0	1100.0	1100.0	1100.0	1100.0	1100.0	1100.0	1155.0
1099.0	1099.0	1099.0	1100.0	1100.0	1100.0	1100.0	1100.0	1133.0
1099.0	1099.0	1099.0	1100.0	1100.0	1100.0	1100.0	1102.0	1110.0
1099.0	1099.0	1099.0	1099.0	1099.0	1099.0	1100.0	1100.0	1100.0
1099.0	1099.0	1099.0	1099.0	1099.0	1099.0	1099.0	1099.0	1099.0
1099.0	1099.0	1099.0	1099.0	1099.0	1097.0	1096.0	1095.0	1098.0
1099.0	1099.0	1099.0	1099.0	1099.0	1097.0	1096.0	1095.0	1098.0

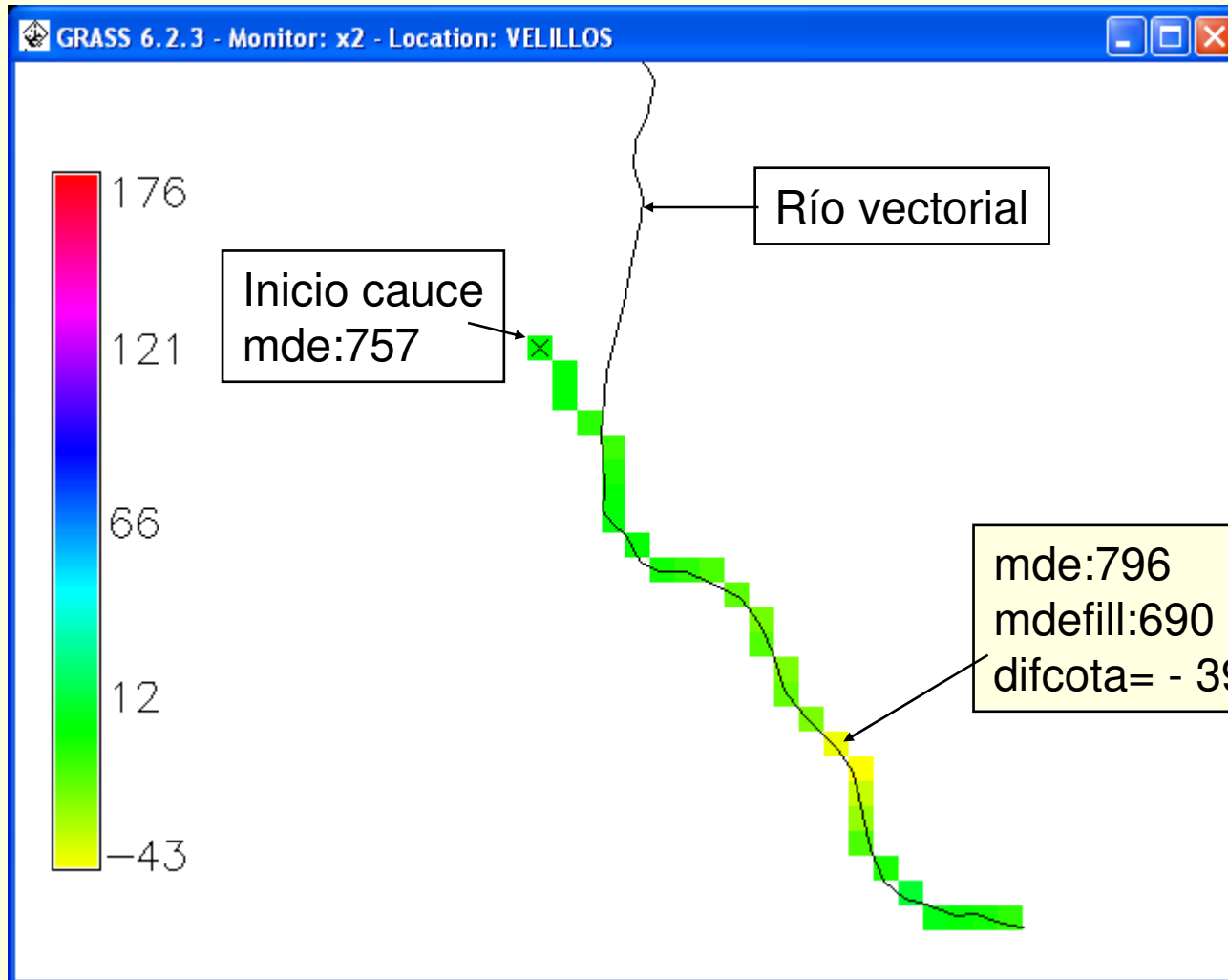
- Monitor: x2 - Location: VELILLOS

1100.0	1100.0	1100.0	1100.0	1100.0	1100.0	1100.0	1100.0	1100.0
1100.0	1100.0	1100.0	1100.0	0.0	1100.0	1100.0	1100.0	1100.0
1100.0	1100.0	1100.0	1100.0	0.0	1100.0	1100.0	1100.0	1100.0
1100.0	1100.0	1100.0	0.0	1100.0	1100.0	1100.0	1100.0	1100.0
1100.0	1100.0	1.0	1100.0	1100.0	1100.0	1100.0	1100.0	1100.0
1100.0	1100.0	1.0	1100.0	1100.0	1100.0	1100.0	1100.0	1100.0
1100.0	1100.0	1100.0	1.0	1100.0	1100.0	1100.0	1100.0	1100.0
1100.0	1100.0	1100.0	1100.0	1.0	1100.0	1100.0	1100.0	1100.0
1100.0	1100.0	1100.0	1100.0	1100.0	3.0	1100.0	1100.0	1100.0
1100.0	1100.0	1100.0	1100.0	1100.0	1100.0	4.0	1100.0	1100.0

4. Calcular la pendiente.



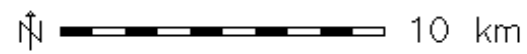
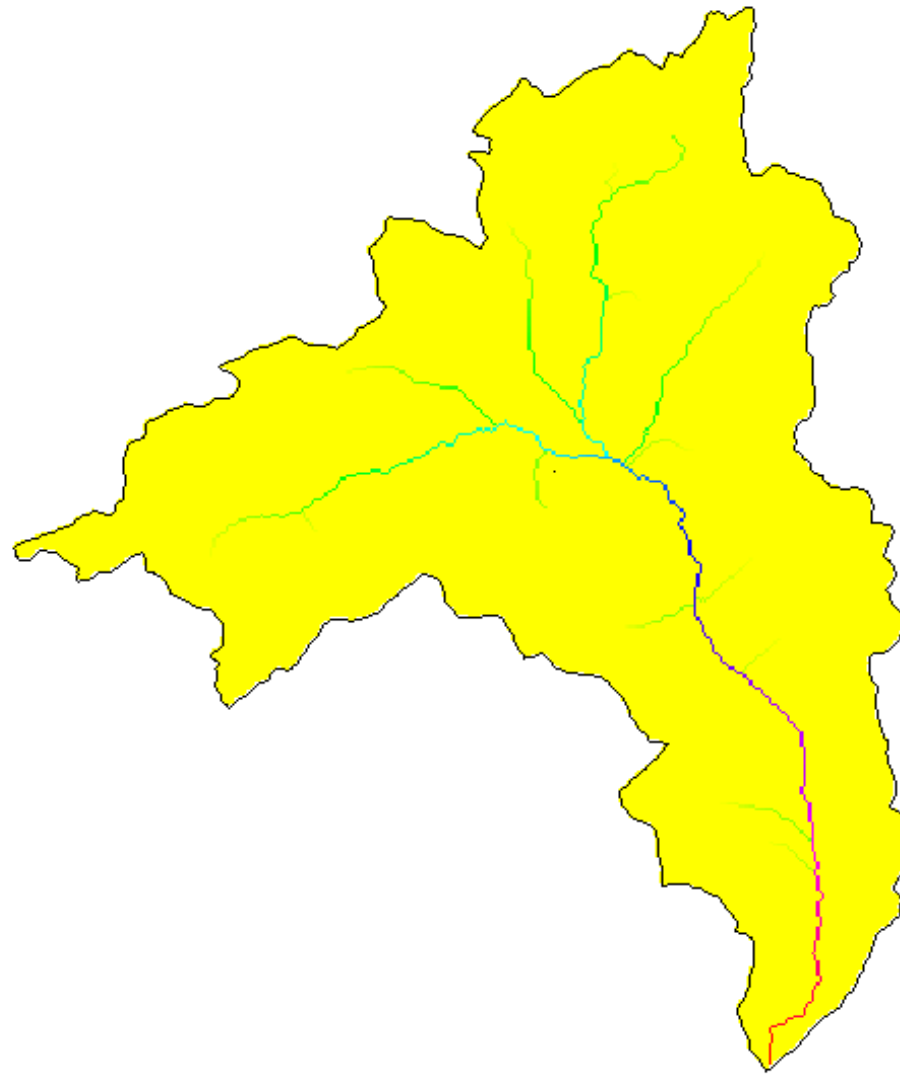
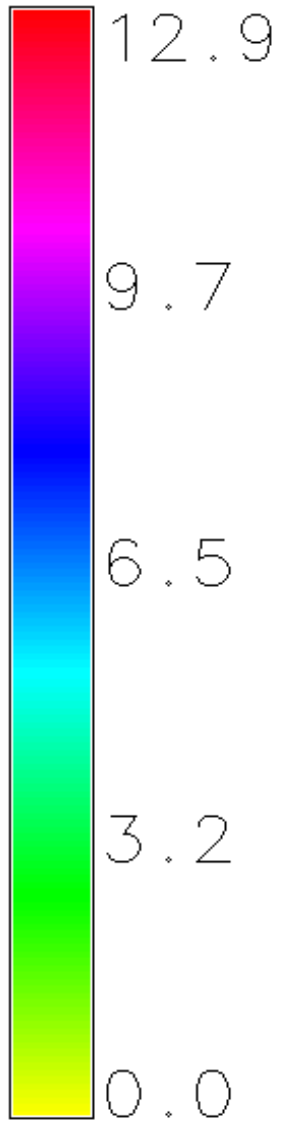
4. Cálculo de pendientes. Cuidado con el burning-in.



Ejemplo: burning-in de 100 m

tc781

Tiempo de concentración (h)



Cuencas con un mínimo de
781 píxeles (5 km²)
4 minutos de computación
15 inicios de cauce

Gracias por su atención