

Politecnico di Torino
DIPARTIMENTO DI IDRAULICA, TRASPORTI E INFRASTRUTTURE CIVILI

Alberto Viglione
alberto.viglione@polito.it

CUBIST
PARAMETRI GEOMORFOLOGICI
DI BACINO

1. Parametri di bacino

Nel seguito si dà una breve descrizione dei parametri di bacino presi in considerazione (Tab. 1) specificando sinteticamente il modo in cui sono stati calcolati a partire dal DEM. Per maggiori dettagli si veda l'Allegato A.

Area del bacino

L'area del bacino viene calcolata semplicemente moltiplicando l'area di ogni cella per il numero di celle ricadenti nel bacino.

Baricentro del bacino

Sono restituite le coordinate del pixel più vicino al baricentro "matematico" della figura risultante dalla proiezione del bacino sul piano.

Perimetro del bacino

E' la lunghezza del contorno della figura risultante dalla proiezione del bacino sul piano.

Tabella 1. Parametri di bacino.

Superficie (Km^2)
Perimetro (Km)
Coordinate baricentro (UTM) X_b, Y_b
Coordinate vertici del rettangolo che inscrive il bacino (UTM) $X_{ul}, Y_{ul}, X_{lr}, Y_{lr}$,
Orientamento prevalente ($^\circ$ rispetto al Nord)
Lunghezza vettore di orientamento (Km)
Pendenza media bacino ($\%$)
Aspect medio ($^\circ$ rispetto al Nord)
Quote caratteristiche (massima, minima, media) (<i>m s. m.m.</i>)
Quote corrispondenti a percentuali di area sovrastante (percentuali: 2.50; 5; 10; 25; 50; 75; 90; 95, 97.5) (<i>m s. m.m.</i>)
Fattore di Circolarità
Fattore di Allungamento
Fattore di Compattezza
Fattore di Forma
Lunghezza asta principale (Km)
Lunghezza totale rete idrografica (dato indicativo) (Km)
Densità di drenaggio (dato indicativo) (Km^{-1})
Lunghezza media dei percorsi non canalizzati (m)
Pendenza media dell'asta principale ($\%$)
Rapporti di Horton (RB, RL, RS, RA)
Parametri caratteristici della Funzione di Ampiezza: Primi 4 momenti Quantili della cumulata: (percentuali: 5; 15; 30; 40; 50; 60; 70; 85, 95)
Diametro topologico
Magnitudine

Quote caratteristiche del bacino

Sono la quota massima, la minima e la media del bacino. Per le prime due si individuano i pixel del DEM di quota più elevata e minore (in questo caso il pixel è quello corrispondente alla sezione di chiusura), per la terza si fa la media aritmetica delle quote di tutti i pixel appartenenti al bacino.

Rettangolo contenente il bacino

Sono le coordinate dei vertici N, W, E, S del rettangolo contenente il bacino nella sua interezza. Si ottengono individuando i pixel, appartenenti al bacino, caratterizzati dalla prima (seconda) coordinata più grande (più piccola).

Lunghezza del vettore di orientamento

Il vettore di orientamento è quel segmento che unisce il baricentro del bacino alla sezione di chiusura. Conoscendo le coordinate di questi due punti il parametro si calcola semplicemente con il teorema di Pitagora:

$$L_{vett_orient} = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}$$

Orientamento prevalente

L'orientamento in gradi, in senso orario, con lo 0 corrispondente al Nord, del vettore di orientamento è deducibile dalla semplice equazione trigonometrica:

$$a = \arctg \frac{\Delta y}{\Delta x}$$

tenendo presente la convenzione di cui sopra.

Pendenza media del bacino

Media dei valori di pendenza associati ad ogni pixel. La pendenza è misurata in percentuale. L'algoritmo usato per il calcolo della pendenza prende in considerazione la matrice 3x3 che racchiude ogni cella del DEM. Si calcola il salto tra ogni pixel e i punti adiacenti posti più in basso e si divide il risultato per la lunghezza del lato del pixel o la lunghezza della diagonale a seconda della posizione reciproca tra i punti. Il valore maggiore corrisponde alla pendenza adottata.

Aspect medio del bacino

Per aspect si intende l'angolo di esposizione di una cella sul piano orizzontale, espresso in gradi. Il valore calcolato è la media dei valori di aspect associati ad ogni pixel.

Per questo parametro si è usata la seguente convenzione:

nord = 0° e orientamento in senso orario.

Curva ipsografica

Tale curva fornisce la distribuzione delle superfici nelle diverse fasce altimetriche. Ogni punto della curva ipsografica ha come ordinata un valore di quota e come ascissa la percentuale di superficie del bacino posta al di sopra della quota considerata. Avendo a disposizione un DEM, la curva suddetta si ottiene semplicemente come vettore, ordinato in senso decrescente, delle quote dei pixel. Rappresentando tale vettore su un diagramma cartesiano, il n° ordinale è proporzionale all'area sovrastante la data quota e rappresenta l'ascissa.

La curva è rappresentata tramite le quote corrispondenti a percentuali di area sovrastata (2.5%, 5%, 10%, 25%, 50%, 75%, 90%, 95%, 97.5%).

I parametri di cui si è parlato finora prescindono dall'individuazione del reticolo idrografico. Il reticolo viene estratto dal DEM seguendo due semplici regole:

- un pixel appartiene al reticolo se l'area contribuente associata è maggiore di 1 km²;
- un'asta appartiene al reticolo se è formata da più di un pixel.

I parametri che seguono dipendono dal criterio suddetto.

Lunghezza dell'asta principale

Per asta principale si intende la più lunga asta del reticolo ovvero la successione più lunga di segmenti che congiungono una sorgente alla sezione di chiusura del bacino. Con sorgenti si indicano quei punti della rete idrografica posti alle estremità di monte da cui il reticolo stesso ha origine.

Pendenza media dell'asta principale

La pendenza media è calcolata (in %) con:

$$S_{media} = \frac{\Delta z}{L_{asta_princ}} * 100$$

dove Δz è la differenza di quota degli estremi e L_{asta_princ} la lunghezza dell'asta principale.

Tale procedura non è la più corretta ma è stata utilizzata per poterne confrontare il risultato con altri lavori.

Sarebbe stato più opportuno (e la cosa richiede poche modifiche allo script dell'Allegato A) utilizzare la seguente formula:

$$S_{media} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{\Delta z_i}{L_i}$$

dove gli N elementi della sommatoria sono i tratti in cui si può dividere l'asta principale (N è il diametro topologico)

Longest Drainage Path length

Il LDP è il percorso tra la sezione di chiusura ed il punto più lontano da essa, sul bordo del bacino, seguendo le direzioni di drenaggio. Esso coincide per la maggior parte del suo percorso con l'asta principale salvo arrivare ai limiti del bacino mentre quest'ultima ha la sorgente più a valle, concordemente al criterio stabilito per l'individuazione del reticolo.

Fattori di forma

Sono i seguenti:

- **Rapporto di circolarità:** rapporto tra l'area del bacino e l'area del cerchio avente lo stesso perimetro del bacino,

$$R_C = \frac{A}{A_0} = \frac{4pA}{P^2}$$

- **Rapporto di allungamento:** rapporto tra il diametro del cerchio di eguale area del bacino e la lunghezza dell'asta principale (in realtà al posto di quest'ultima si è usata la lunghezza del LDP che è unica, a prescindere dal criterio di individuazione del reticolo),

$$R_{al} = \frac{d_{cerchio_equiv}}{L_{asta_princ}} = \frac{2\sqrt{A/p}}{L_{asta_princ}}$$

- **Coefficiente di compattezza:** rapporto tra il perimetro del bacino ed il diametro del cerchio avente la stessa area del bacino,

$$C_{comp} = \frac{P}{d_{cerchio_equiv}} = \frac{P}{2\sqrt{A/p}}$$

- **Fattore di forma:** rapporto tra l'area del bacino e il quadrato della lunghezza dell'asta principale (alla quale si è preferito, anche in questo caso, il LDP),

$$F_f = \frac{A}{L_{asta_princ}}$$

Funzione di ampiezza

Quella qui calcolata è la classica *width function* definita come numero di pixel avente egual distanza metrica dalla sezione di chiusura misurata seguendo le direzioni di drenaggio.

Come sintesi se ne sono calcolati i primi 4 momenti statistici (media, varianza, skewness, kurtosis) e i percentili, ovvero la percentuale di pixel entro una certa distanza dalla sezione di chiusura (5%, 15%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 85%, 95%).

Lunghezza media dei versanti

E' la media delle distanze, misurate seguendo le direzioni di drenaggio, di tutti i pixel non appartenenti al reticolo, dal primo pixel del reticolo in cui drenano.

Magnitudine

La magnitudine di un segmento (o di un punto) di rete è il numero complessivo di sorgenti poste a monte del segmento (punto) considerato. Il valore restituito dallo script è il numero complessivo delle sorgenti del reticolo drenante il bacino.

Diametro topologico

E' il numero di segmenti (link) che formano l'asta principale. Indica evidentemente il numero delle confluenze rilevate sull'asta principale.

Numerazione di Horton – Strahler

Si riporta il numero di aste, la lunghezza media, l'area contribuyente e la pendenza media (dove ogni pendenza è calcolata come rapporto tra il dislivello fra gli estremi e la lunghezza del segmento) corrispondenti ad ogni classe di Horton.

Rapporti di Horton

Si ottengono come pendenza della retta interpolante i punti che hanno per coordinate l'ordine e la grandezza in esame (numero di aste, area media, lunghezza media, pendenza media) in un diagramma semilogaritmico. La retta è ottenuta con il metodo dei minimi quadrati.

Il calcolo viene eseguito senza prendere in considerazione l'asta di ordine maggiore per l'ovvia ragione che la sezione di chiusura scelta non coincide necessariamente con la confluenza in un'altra asta o nel mare. Il calcolo non viene eseguito su bacini aventi ordine massimo inferiore a 3.

Lunghezza complessiva del reticolo

E' la lunghezza del totale del reticolo idrografico.

Densità di drenaggio

La densità di drenaggio è il rapporto tra la lunghezza complessiva del reticolo e l'area del bacino, ed è stata calcolata in questo modo. Essa ha generalmente valori molto alti nelle aree interessate dalla presenza di terreni impermeabili, perché su essi il reticolo idrografico si presenta molto ramificato, e, viceversa, molto contenuti per le aree in cui ricadono terreni permeabili. La densità di drenaggio diminuisce all'aumentare del grado di copertura vegetale del bacino idrografico, perché il processo di infiltrazione nel suolo risulta favorito rispetto al deflusso superficiale e il reticolo idrografico si presenta sempre meno ramificato. La densità di drenaggio è anche un indicatore dello stadio evolutivo della rete idrografica.