

Morfometria di un bacino idrografico mediante l'uso del software QGIS

Parte II

Luigi Fanizzi – Ecoacque® – Email: info@ecoacque.it

Nel presente lavoro, suddiviso in due parti, è descritta una procedura speditiva per l'individuazione di un bacino idrografico (*Parte I*) e dei suoi relativi parametri morfometrici (*Parte II*), mediante l'utilizzo del software QGIS (Quantum GIS, Ver. 2.82) e l'integrazione con il plugin GRASS. Nella *Parte I* è stata descritta, quindi, una procedura di individuazione dell'estensione del bacino idrografico e del relativo perimetro, avendo a disposizione, come dato di partenza, lo shapefile del reticolo idrografico e dati raster, quali ortofoto e DTM (**Figura 1**).

In questa seconda parte, invece, è descritta una procedura di individuazione di alcuni dei *parametri morfometrici* di un bacino idrografico, necessaria per una successiva *modellazione idrologica*. I parametri, di seguito individuati, sono:

- Pendenza media del bacino;
- Altitudine massima, minima e media;
- Lunghezza media dell'asta principale;
- Pendenza media dell'asta principale.

Pendenza media del bacino

La pendenza media "s", di un bacino idrografico (*slope*), può essere misurata dalla seguente relazione, proposta da **Alvord-Horton** (M. Ciabatti, 1982):

$$S = \left(\frac{L_t \cdot e}{A} \right) \cdot 100 \quad (1)$$

dove:

- L_t = lunghezza totale delle linee di livello entro il bacino (m);
- e = equidistanza delle linee di livello (m);
- A = superficie del bacino (m²).

Nel caso in esame, in cui non si dispone, come dato di partenza, dello shapefile riguardante le curve di livello, è possibile ricavarlo per via indiretta, ossia mediante estrazione delle curve di livello partendo dal DTM. Occorre selezionare la sequenza di comandi: **Raster → Estrazione → Curve di livello**.

Selezionato il comando, bisogna scegliere il file raster di input, il nome da assegnare al file vettoriale di output (es. CurveLivello) e l'equidistanza delle linee di livello (nell'esempio: 10 m, vedi **Figura 2**).

Quindi, cliccando su "OK", il software procede all'elaborazione delle curve di livello. È possibile modificare le proprietà di visualizzazione dei singoli layer (colore, spessore linea, trasparenza etc. etc.) otte-

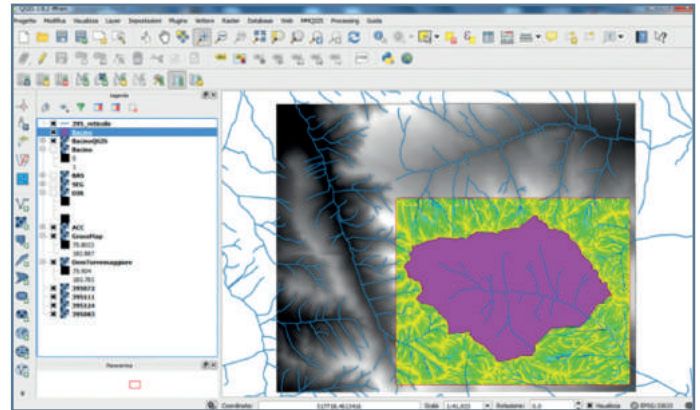


Figura 1 – Individuazione estensione bacino idrografico.

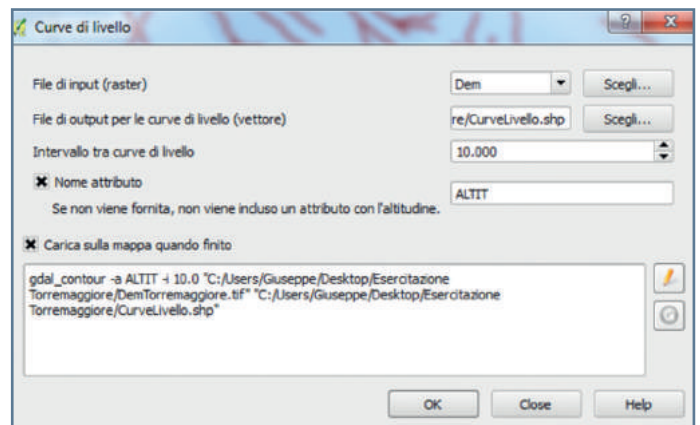


Figura 2 – Estrazione curve di livello.

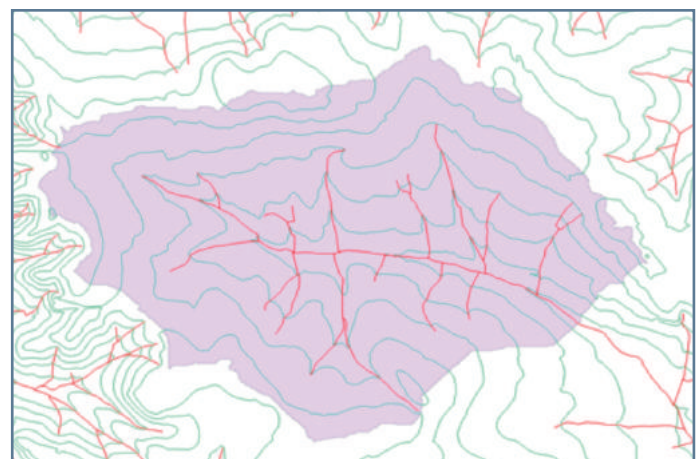


Figura 3 – Visualizzazione bacino idrografico, curve di livello e reticolo idrografico.

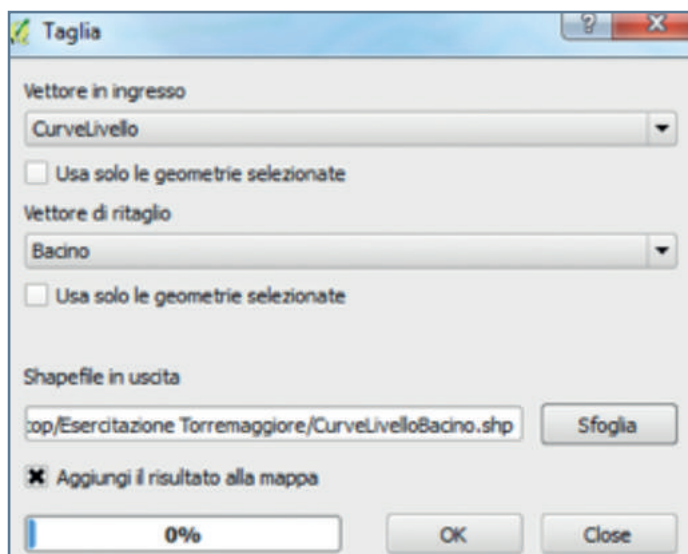


Figura 4 – Comando Taglia (shapefile).

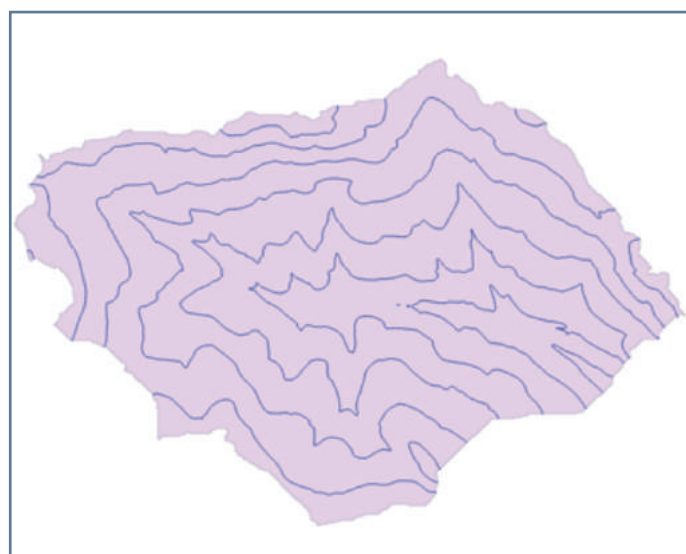


Figura 5 – Curve di livello del bacino idrografico.

nendo, ad esempio, una visualizzazione del tipo in figura (Figura 3).

Per conoscere la lunghezza complessiva delle curve di livello, presenti all'interno del bacino, è possibile ritagliare lo shapefile delle curve di livello, utilizzando, come contorno, il perimetro del bacino idrografico. A tal proposito occorre selezionare la sequenza di comandi: **Vettore → Strumenti di Geoprocessing → Taglia**. Quindi, si seleziona il vettore da ritagliare (CurveLivello) e il vettore di ritaglio (Bacino). Assegnando la destinazione e il nome allo shapefile in uscita (es. CurveLivelloBacino) e, cliccando su "OK" (Figura 4), sarà eseguito il ritaglio (Figura 5).

Una volta estratte le curve di livello del bacino idrografico, attraverso il comando: **informazione elementi**;



è possibile conoscere la lunghezza di ciascuna di esse. Quindi, note la lunghezza complessiva delle curve di livello (L_t), l'equidi-

stanza (e) e la superficie (A) del bacino idrografico, è possibile calcolare la **pendenza media** del **bacino**, attraverso la relazione 1. In questo caso, ad esempio, risulta:

- $L_t = 39678 \text{ m}$
- $e = 10 \text{ m}$
- $A = 7621000 \text{ m}^2$

Quindi si ricava, tramite l'equazione 1, il seguente valore di pendenza:

$$S = \left(\frac{39678 \cdot 10}{7621000} \right) \cdot 100 = 5,2 \%$$

Altitudine massima, minima e media

Per poter conoscere le informazioni relative alle quote del bacino idrografico, è possibile ritagliare il suo DEM raster. Occorre selezionare la sequenza di comandi: **Raster → Estrazione → Ritaglia**. Quindi, si seleziona il DTM da ritagliare (Dem) e il raster di ritaglio (BacinoQGIS). Assegnando la destinazione e il nome, allo

shapefile in uscita (es. CurveLivelloBacino) e, cliccando su "OK" (Figura 6), sarà eseguito il ritaglio (Figura 7).

Estratto il DEM, per un'analisi delle quote del bacino, è possibile utilizzare il comando: **r.univar**; presente nei moduli di GRASS (Figura 8).

Selezionato il comando, occorre inserire,

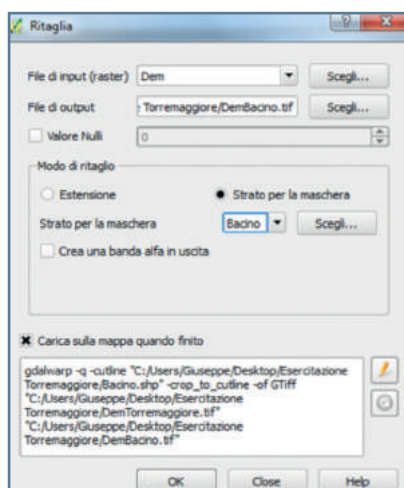


Figura 6 – Comando Ritaglia (raster).

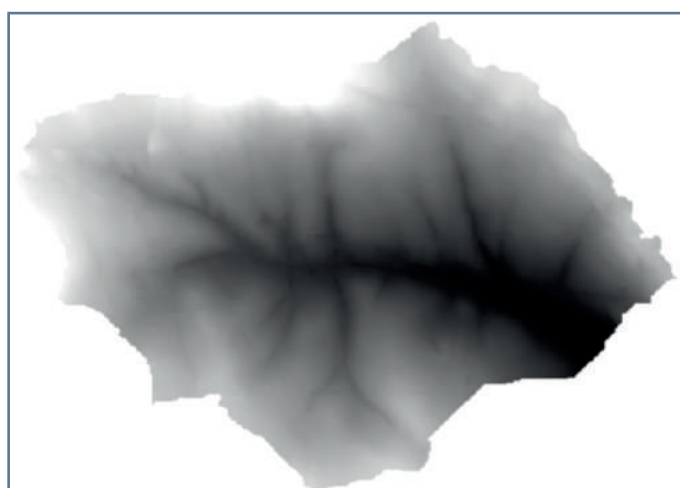


Figura 7 – DEM bacino idrografico.

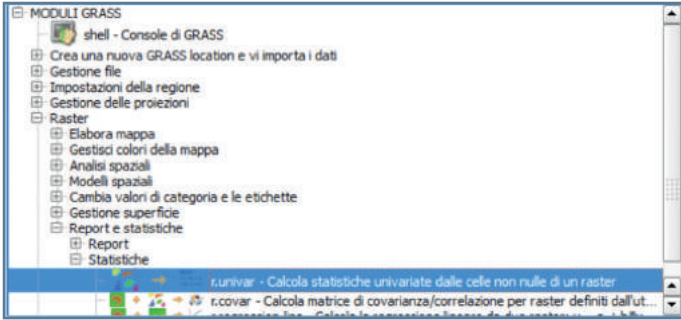


Figura 8 – Comando r.univar.

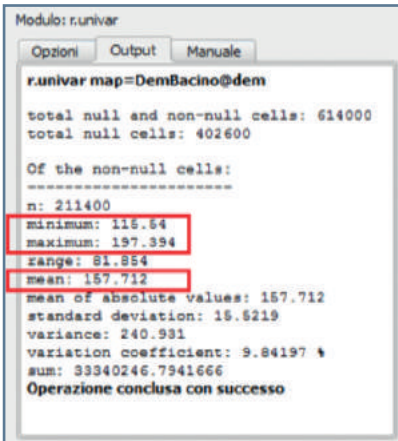


Figura 9 – Individuazione quota minima e massima tramite il comando r.univar.

in input, il nome della mappa raster di cui calcolare le statistiche (DemBacino) e, successivamente, occorre cliccare su “esegui”. In output è possibile leggere i valori delle quote, minima e massima, del bacino idrografico (Figura 9). Nell’esempio riportato, si è ottenuto un valore, di quota massima, pari a 197,4 m s.l.m.m. e un valore, di quota minima, pari a 115,5 m s.l.m.m. La Tabella, di Figura 9, riporta, anche, il valore della quota media del bacino idrografico, pari a 157,7 m (valore diverso da quello della media aritmetica). La determinazione di detta quota può essere effettuata anche costruendo la curva ipsografica, che fornisce la distribuzione delle superfici nelle diverse fasce altimetriche. Ogni punto della suddetta curva ha, come ordinata, un valore di quota h_i e, come ascissa, la superficie parziale del bacino A_i , posta al di sopra della quota considerata. Ovviamente, alla quota massi-

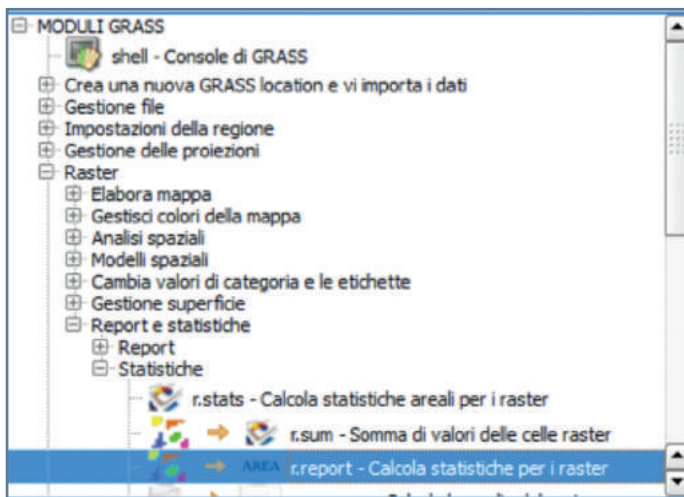


Figura 10 – Comando r.report.

ma corrisponde una superficie nulla mentre, alla quota minima, che è quella della sezione di chiusura, corrisponde la superficie dell’intero bacino.

L’area racchiusa dalla curva ipsografica e dagli assi coordinati, rapportata alla superficie del bacino, fornisce il valore dell’altitudine media (V. Ferro, 2012). Per poter costruire questa curva, è necessario selezionare, in GRASS, il comando: r.report (Figura 10).

Quindi, si seleziona l’unità di misura nonché, eventualmente, il numero di celle e la percentuale di copertura (Figura 12).

Cliccando su “esegui”, GRASS restituisce, in output, una tabella che è possibile salvare come file di testo (Figura 12), e, successivamente, importare in Excel. Tale tabella riporta, per ciascun intervallo di quote, la relativa estensione.

Importando in Excel questa tabella, è opportuno calcolare, in una colonna, l’area cumulata relativa a ciascuna quota e, successivamente, per ciascuna riga, è opportuno calcolare la differenza tra l’area totale del bacino e l’area cumulata della quota stessa, come indicato nella successiva Tabella 1.

| | Area | Area Cumulata | Area Superiore |
|---------------|-------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Quota 0 | A_0 | $A_{cumulata0} = A_0$ | $A_{s0} = A_{TOTALE} - A_{cumulata0}$ |
| Quota 1 | A_1 | $A_{cumulata1} = A_{cumulata0} + A_1$ | $A_{s1} = A_{TOTALE} - A_{cumulata1}$ |
| Quota 2 | A_2 | $A_{cumulata2} = A_{cumulata1} + A_2$ | $A_{s2} = A_{TOTALE} - A_{cumulata2}$ |
| Quota 3 | A_3 | $A_{cumulata3} = A_{cumulata2} + A_3$ | $A_{s3} = A_{TOTALE} - A_{cumulata3}$ |
| Quota 4 | A_4 | $A_{cumulata4} = A_{cumulata3} + A_4$ | $A_{s4} = A_{TOTALE} - A_{cumulata4}$ |
| Quota 5 | A_5 | $A_{cumulata5} = A_{cumulata4} + A_5$ | $A_{s5} = A_{TOTALE} - A_{cumulata5}$ |
| Quota 6 | A_6 | $A_{cumulata6} = A_{cumulata5} + A_6$ | $A_{s6} = A_{TOTALE} - A_{cumulata6}$ |
| Quota 7 | A_7 | $A_{cumulata7} = A_{cumulata6} + A_7$ | $A_{s7} = A_{TOTALE} - A_{cumulata7}$ |
| Quota 8 | A_8 | $A_{cumulata8} = A_{cumulata7} + A_8$ | $A_{s8} = A_{TOTALE} - A_{cumulata8}$ |
| ... | ... | ... | ... |
| Quota massima | A_n | $A_{cumulataMassima} = A_{TOTALE}$ | $A_{sMassima} = 0$ |

Tabella 1 – Metodo di costruzione curva ipsografica in Excel.

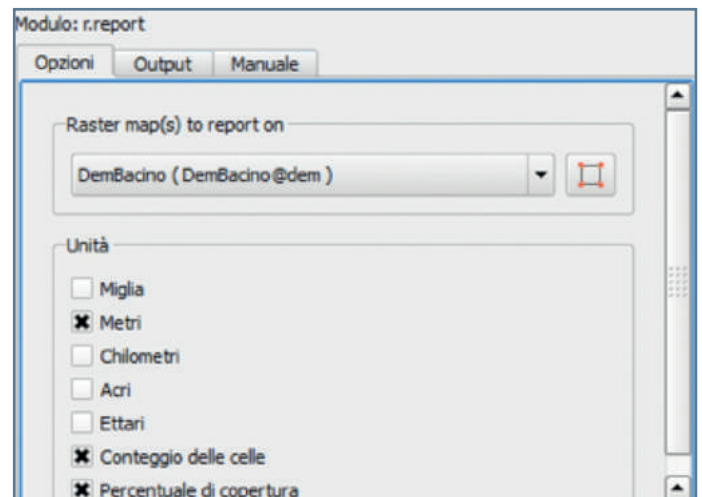


Figura 11 – Opzioni comando r.report.

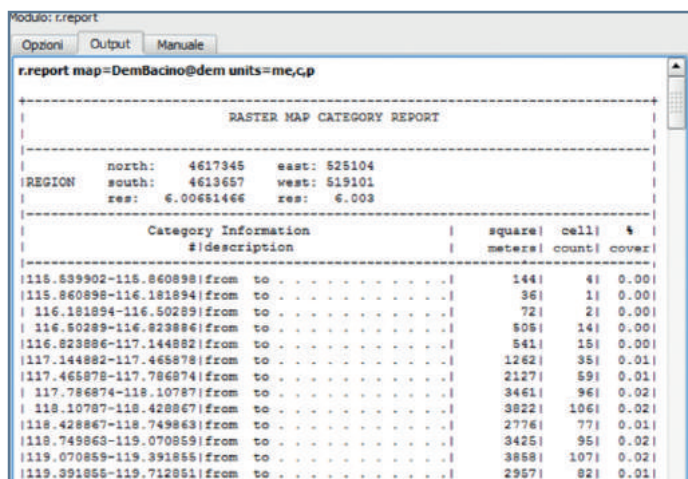


Figura 12 - Output comando r.report.

Quindi, riportando in un grafico, sull'asse delle ordinate, il valore delle quote e, sull'asse delle ascisse, il valore delle superfici parziali del bacino, poste al di sopra delle quote stesse, si determina la curva ipsografica (Figura 13). Inoltre, è possibile calcolare, analiticamente, l'altitudine media del bacino idrografico come media pesata delle quote medie h_j con peso la superficie parziale (V. Ferro, 2002):

$$h_m = \frac{\sum h_j A_j}{\sum A_j} = \frac{\sum h_j A_j}{A} \quad (2)$$

Il valore calcolato analiticamente coincide con quello riportato in GRASS tramite il comando: r.univar (Figura 9).

Lunghezza media dell'asta principale

La lunghezza media dell'asta principale può essere intesa come il percorso idraulicamente più lungo. Quindi, ai fini della determinazione del suo valore, è necessario estendere l'asta principale sino alla linea spartiacque (Figura 14).

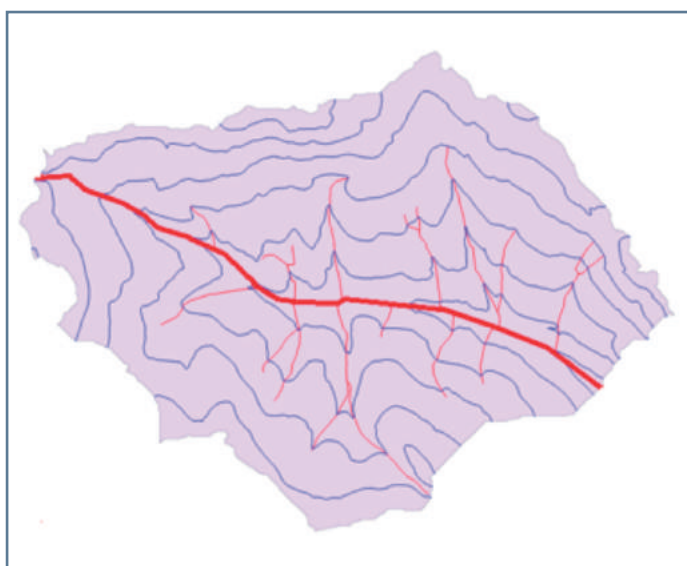


Figura 14 - Individuazione asta principale.

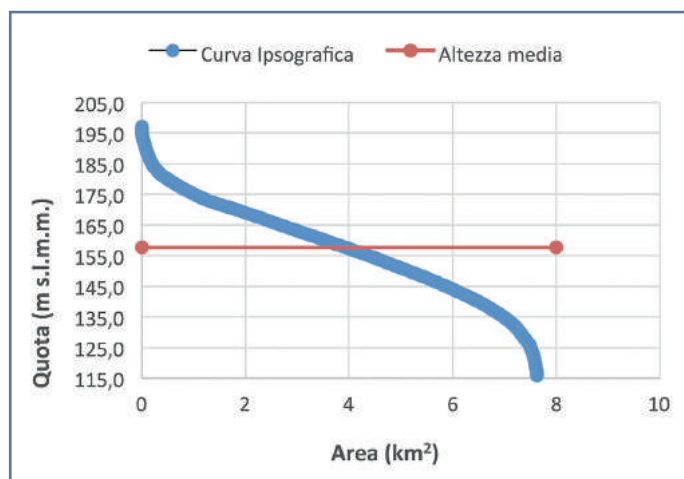


Figura 13 - Curva ipsografica e altitudine media del bacino.

Quindi, selezionando il comando: misura linea;



sarà possibile ricavarne la lunghezza (Figura 15).

Nell'esempio esposto si è individuata una lunghezza complessiva di circa 4 chilometri.

Pendenza media dell'asta principale

La pendenza media dell'asta principale viene calcolata, solitamente, con i seguenti tre metodi (E. Usai, 2012):

- dividendo la differenza di quota tra le estremità di monte e di valle (sezione di chiusura, sbocco in mare, lago, corso d'acqua o altro recipiente), per la lunghezza del corso d'acqua;
- dividendo la differenza tra le quote d'alveo che si trovano all'85% e al 10% della lunghezza rispetto allo sbocco per la lunghezza del corso d'acqua compreso tra queste due quote (questo metodo è adottato dall'US Geological Service);
- tracciando la retta di compenso del profilo del corso d'acqua, a partire dall'estremità di valle, in modo da ottenere

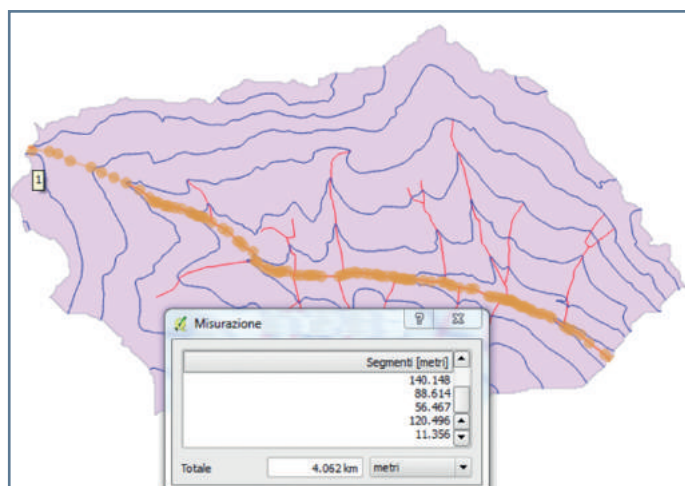


Figura 15 - Lunghezza media asta principale.

due triangoli curvilinei, di area uguale, situati sopra e sotto la stessa retta di compenso. La pendenza di questa retta è considerata come pendenza media del corso d'acqua.

Molto meno adottato è il seguente quarto metodo:

- con la media ponderata delle pendenze di n tratti L_i , in cui possa dividersi il corso d'acqua e cioè adottando la formula:

$$i = \frac{\sum(i_i L_i)}{L} \quad (3)$$

dove:

- i è la pendenza media del corso d'acqua;
- i_i è la pendenza del generico tratto di corso d'acqua;
- L_i è la lunghezza (in m) del generico tratto di corso d'acqua;
- L è la lunghezza totale (in m) del corso d'acqua.

Con questa media ponderata, si ottiene, però, un valore molto simile a quello che si ottiene con il primo dei metodi sopra indicati. Pertanto, con riferimento al primo metodo esposto e, attraverso il comando: **informazione elementi**;



è possibile conoscere i dati relativi alle quote di valle e di monte del reticolo (**Figura 16**).

Si ricava, quindi, un valore indicativo di pendenza media dell'asta principale pari a:

$$i = \frac{Z_{max} - Z_{min}}{L} \cdot 100 = \frac{179,8 \text{ m} - 116,5 \text{ m}}{4000 \text{ m}} \cdot 100 \cong 1,58\%$$

Bibliografia

[1] L. Fanizzi, G. Pisicchio (2016): "Morfometria dei bacini idrografici mediante l'uso del software QGIS - Parte I", Rivista L'AMBIENTE, n. 1, Gennaio-Febbraio, Ed. G.I.R.S.A., Milano;

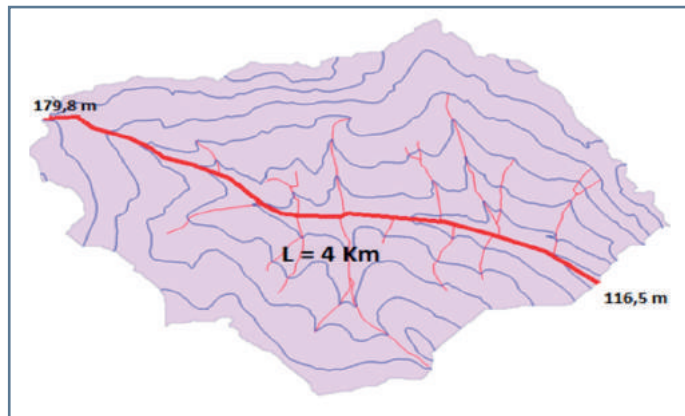


Figura 16 – Individuazione parametri di determinazione della pendenza media dell'asta principale.

[2] V. Noti (2015): "GIS Open Source per geologia e ambiente – Analisi e gestione di dati territoriali e ambientali con QGIS", Dario Flaccovio Editore, Palermo;

[3] V. Ferro (2002): "La sistemazione dei bacini idrografici", Ed. McGraw-Hill, Milano;

[4] G. Brancucci (2012/2013): "Dispense sull'uso di GRASS e QGIS per l'analisi del territorio", Materiale Didattico per il Corso di Geomorfologia per il Progetto di Paesaggio, Università degli Studi di Genova;

[5] R. Albano (2015): "Guida all'utilizzo dei dati vettoriali mediante Quantum GIS 2.8", Materiale Didattico, Modulo: I GIS Liberi, Corso di Aggiornamento, Ed. Erasmo, U.d.S. Basilicata, Potenza;

[6] V. Ferro (2012): "Elementi di idraulica ed idrologia per le scienze agrarie, ambientali e forestali" Ed. McGraw-Hill, Milano;

[7] M. Ciabatti (1982): "Elementi di idrologia superficiale," Ed. CLUEB, Bologna;

[8] E. Usai (2012): "Manuale di idrologia per la progettazione" Ed. Hoepli, Milano.

Ringraziamenti

L'autore ringrazia vivamente l'Ing. Giuseppe Pisicchio per la generosa collaborazione informatica profusa nella stesura del presente lavoro.

Ravenna 2016 – Fare i conti con l'ambiente

Fare i conti con l'ambiente (20-22 maggio, Ravenna) è un singolare festival tecnico-scientifico nato a Ravenna nove anni fa per volontà di un gruppo di professionisti dell'ambiente, il network labelab, guidato da Giovanni Montresori e Mario Sunseri. Un Festival che, sin dalle origini, ha manifestato tutta la sua originalità, miscelando contenuti dall'alto valore tecnico-scientifico calati all'interno di un "palcoscenico" particolare come il centro storico della città, una delle più suggestive d'Europa. Promuovere la qualità nel settore dei rifiuti e dei servizi pubblici locali, l'economicità, l'efficienza e trasparenza attraverso l'accesso e condivisione delle informazioni (open content), la gestione degli open data e l'open innovation rappresenta da anni la visione di labelab che sta alla base della manifestazione di Ravenna, quest'anno in misura ancora maggiore.

In questa 9ª edizione sono programmate oltre 50 iniziative (fra cui numerosi i momenti formativi gratuiti riconosciuti dagli ordini professionali) a chilometri zero (si svolgono interamente nel centro storico pedonale di Ravenna all'interno di 12 sale attrezzate). *Fare i conti con*

l'ambiente si configura come un vero e proprio festival formativo con un'ampia rassegna di conferenze, seminari di formazione (denominati labmeeting) e workshop in grado di abbracciare tutti i segmenti di attualità tecnico-scientifica del settore rifiuti, acqua, energia, bonifiche e sostenibilità ambientale.

E poi tantissimi altri momenti, come la conferenza del giornalista Umberto Torelli del Corriere della Sera, sempre attento ad esplorare i legami e le possibilità offerte dalla tecnologia in campo ambientale, la presenza della FIMA, Federazione Italiana Media Ambientali, con il consueto incontro dei blogger e dei giornalisti ambientali nel cosiddetto Labecamp, non-conferenza sui temi della sostenibilità.

Importante segnalare due notevoli momenti formativi (tre giorni residenziali), due vere e proprie **Scuole di Alta Formazione** ospitate all'interno della manifestazione: sulla **Bonifica di Siti Contaminati** e la **Gestione dei Rifiuti**.

Disponili su www.ravenna2016.it i programmi preliminari. È possibile iscriversi con pochi click.