

Metodologia semiautomatica di estrazione del drenaggio da DTM applicata allo studio della deformazione indotta da tettonica attiva

Eliana BELLUCCI SESSA (*), Rosa NAPPI (*), Giuseppe VILARDO (*)

(*) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia – Osservatorio Vesuviano, Via Diocleziano, 328 – Napoli, tel. 0816108350, fax 0816108351, e-mail bellucci@ov.ingv.it

Riassunto

L'analisi statistica delle aste fluviali è importante negli studi di tettonica attiva poiché consente di derivare informazioni sulle deformazioni indotte sul territorio dalle faglie attive, sulla base della correlazione diretta esistente tra queste ultime e la risposta idrografica.

Il drenaggio derivato automaticamente da DTM non si presta ad essere utilizzato in tali analisi, poiché il dato in fase di vettorializzazione segue le quattro direzioni ortogonali alla cella di analisi. In questa nota viene presentata una metodologia semiautomatica per l'estrazione del drenaggio da un DTM (*Digital Terrain Model*) ad alta risoluzione (5x5m) che approssimi il più possibile il reale andamento del reticolo idrografico e ciò al fine di ottenere risultati affidabili per l'analisi statistica delle aste fluviali.

La metodologia proposta è stata testata in un'area tettonicamente attiva, quale quella dell'area del bacino del fiume Tammaro (zona ubicata tra Campania e Molise), epicentro del terremoto del 5 giugno del 1688 ($M_w=6.7$).

I risultati ottenuti dall'applicazione del metodo mostrano una considerevole corrispondenza con il reticolo idrografico estratto dalla CTR (Carta Tecnica Regionale) e derivato su base fotointerpretativa.

Abstract

The statistical analysis of stream orientations is an helpful tool in the active tectonic studies because the rivers network is an important geomorphologic feature useful to derive the deformation due to active faults. The drainage network automatically derived from DTM's is not generally usable for this type of analysis because the automatic routines generate the stream network following the four direction orthogonal to the cell. In this paper we present a semiautomatic methodology to extract the drainage network from high resolution DTM data (5x5 pixel m) the most possible consistent with the real water-drainage pattern, in order to make accurate statistic azimuthal analyses of stream orientations. The methodology have been tested on the active tectonic area of the Tammaro basin (Campania and Molise Regions), epicentral zone of the 1688 strong earthquake ($M_w=6.7$). The results obtained by the application of the proposed methodology show a good agreement with the drainage pattern map derived from photo-interpretation (Regional Technical Cartography).

Introduzione

Lo studio del reticolo di drenaggio, ed in particolare degli ordini delle aste fluviali più giovani (I, II, III, IV ordine), è importante per evidenziare i cambiamenti morfologici subiti dal territorio.

L'utilità dell'analisi della distribuzione azimutale delle aste fluviali nell'individuazione delle relazioni esistenti fra il drenaggio superficiale e l'assetto tettonico regionale è dimostrata da molti lavori (Currado & Fredi, 2000, Lupia Palmieri et al, 2001, Della Seta et al., 2004), ma i tempi di estrazione, digitalizzazione e codifica delle aste fluviali sono lunghi e laboriosi con un alto errore cumulato.

Disponendo di un DTM ad alta-media risoluzione, è possibile con la maggior parte dei software GIS di uso comune estrarre il reticolo di drenaggio ed assegnare gli ordini alle singole aste fluviali in modo rapido ed automatico. Purtroppo, i risultati così ottenuti non sono idonei per gli studi di tettonica attiva a causa del limite di conversione tra il dato raster e quello vettoriale che avviene solo lungo le 4 direzioni ortogonali alla cella. A causa di ciò, il risultato dell'analisi statistica del reticolo di drenaggio derivato dal DTM mostra una distribuzione azimutale con orientazione delle aste fluviali esclusivamente lungo le direzioni N-S ed E-O. Per ovviare a questo problema, è stata elaborata ex novo una metodologia di estrazione semiautomatica del reticolo di drenaggio basata sulla generalizzazione del dato vettoriale ottenuto dall'applicazione di procedure automatiche di estrazione.

E' stata scelta come area test quella del bacino del Fiume Tammaro (Appennino Meridionale), perché soggetta a deformazione tettonica recente. Infatti, tale bacino ricade nella zona di culminazione della catena, dove sono stati localizzati gli epicentri dei terremoti più forti dell'ultimo secolo. In particolare, l'area del bacino del fiume Tammaro (Figura 1) è stata colpita dal forte terremoto del 5 giugno del 1688 ($M_w=6.7$).

Il confronto dei risultati ottenuti ha permesso di definire il valore di generalizzazione del reticolo di drenaggio derivato da DTM che meglio si approssima a quello ottenuto dai dati estratti da restituzione fotogrammetrica.

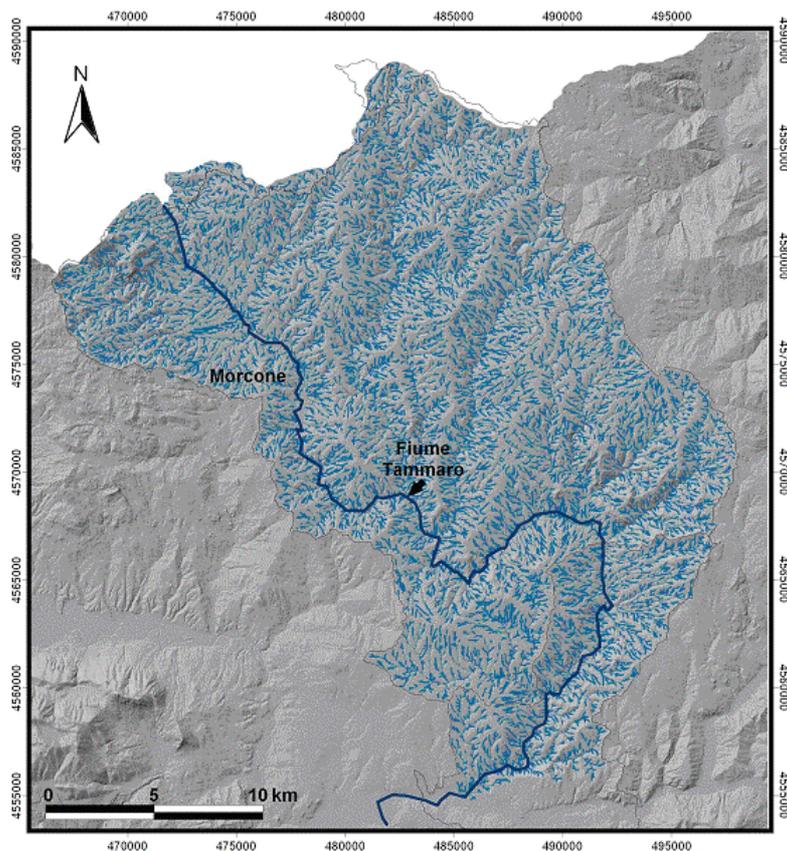


Figura 1 - Area del bacino del fiume Tammaro.

Metodologia

La metodologia proposta ed applicata in questo lavoro ha previsto, in primis, la produzione di un DTM ad alta risoluzione (pixel 5x5m), dal quale sono stati successivamente estratti i vari parametri idrografici su cui sono stati effettuati i test di generalizzazione. Il DTM dell'area del bacino del Tammaro è stato creato sulla base di dati altimetrici vettoriali in scala 1:5.000 estratti dalla CTR. I

dati originali (curve di livello e punti quotati) sono stati controllati e revisionati tramite un'operazione di eliminazione delle duplicazioni e correzione dei valori altimetrici errati, al fine di generare un DTM di elevata qualità con risoluzione spaziale di 5m. Tale DTM è stato generato usando l'interpolatore Kriging (ArcGIS, ESRI).

Dal DTM, con tutti gli strumenti propri del GIS (calcolo delle direzioni di flusso, calcolo dell'accumulo del flusso e classificazione delle aree di accumulo), è stato estratto il reticolo del drenaggio, scegliendo il valore 500 quale soglia di selezione idonea agli scopi del lavoro.

L'operazione successiva ha previsto l'assegnazione del valore dell'ordine dell'asta fluviale ad ogni tratto del reticolo idrografico secondo il metodo Strahler (Andy Mitchell, 1991) e la successiva vettorializzazione del dato (Figura 2).

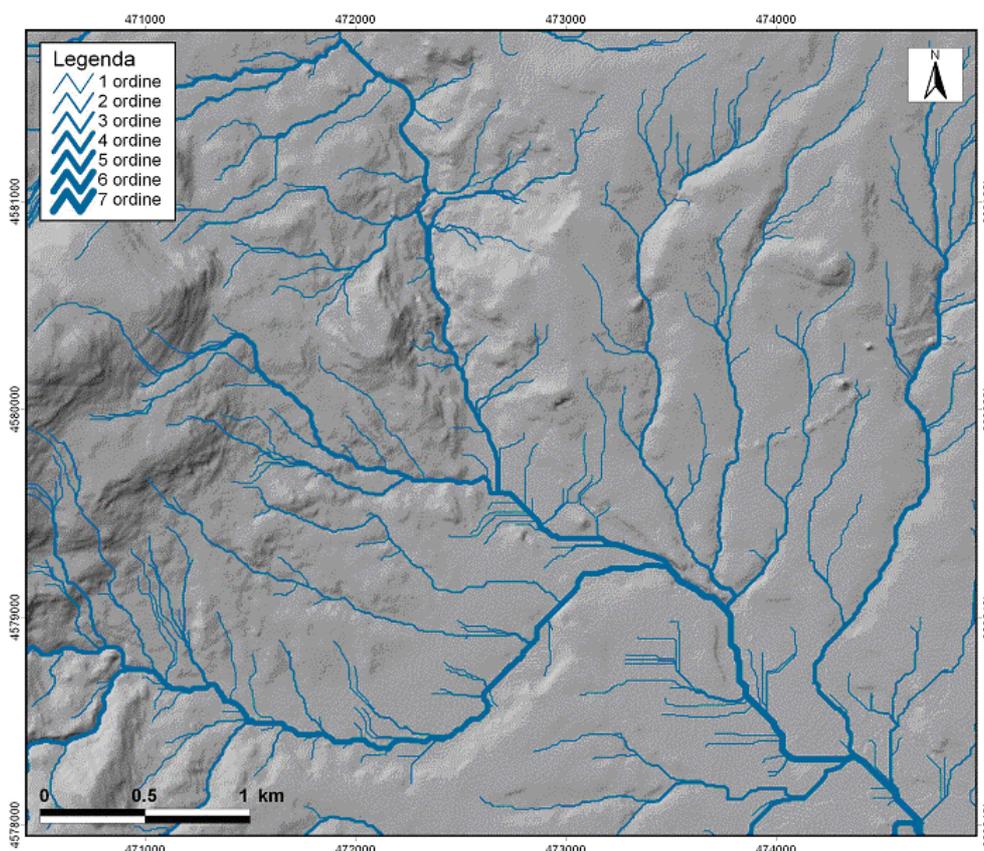


Figura 2 - Particolare del drenaggio derivato da DTM con relativa estrazione degli ordini.

L'analisi statistica della distribuzione azimutale delle aste fluviali, effettuata per ognuno dei primi quattro ordini e rappresentata attraverso una serie di diagrammi a rosa, ha mostrato effettivamente che l'orientazione delle aste stesse avviene solo lungo le direzioni N-S ed E-O.

Sono state eseguite, quindi, le generalizzazioni del dato vettoriale del reticolo del drenaggio derivato in modalità automatica con i valori di 10, 15, 20, 25 e 50 metri in modo tale da poter stabilire il valore di soglia che meglio approssimasse la distribuzione azimutale del dato generalizzato a quella dell'idrografia di superficie estratta dalla CTR.

L'estrazione dell'idrografia di superficie dalla CTR ha previsto le seguenti operazioni: a) selezione degli strati tematici relativi all'idrografia di superficie; b) verifica della reale collocazione degli elementi idrografici; c) verifica della corretta giunzione degli elementi ricadenti in fogli adiacenti; d) inserimento di un campo di codifica per la registrazione dell'ordine del fiume; e) assegnazione del valore dell'ordine del fiume per confronto con il dato prodotto dal DTM ed automaticamente classificato.

Il confronto tra i dati derivati da DTM e quelli estratti dalla CTR ha evidenziato il loro differente dettaglio di informazione spaziale (Figura 3).

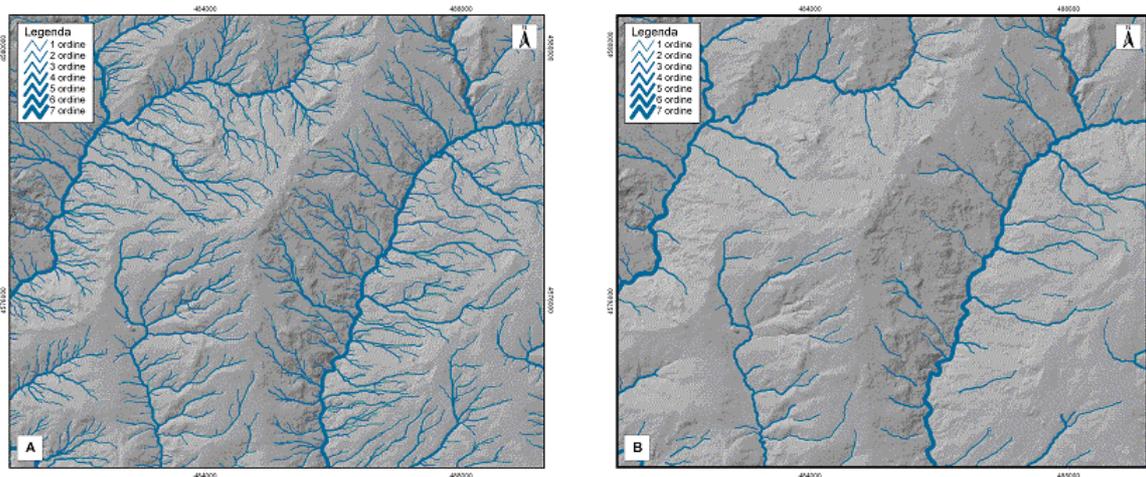


Figura 3 - Confronto tra reticolo di drenaggio derivato da DTM (A) e reticolo idrografico estratto dalla CTR (B).

Sia la copertura che la densità del reticolo di drenaggio estratto dal DTM risultano di gran lunga superiori rispetto a quelle della CTR. Pertanto, per rendere confrontabili le due differenti tipologie di dato si è proceduto alla selezione delle sole aste comuni ad entrambi i file (Figura 4).

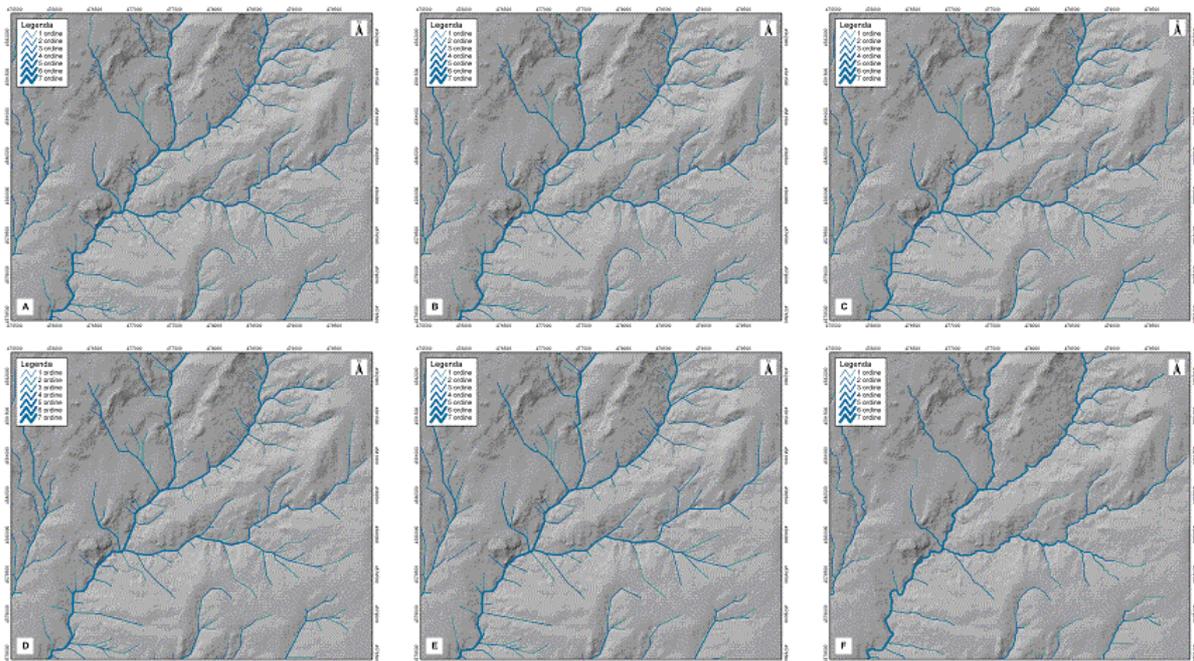


Figura 4 - Dettagli della generalizzazione del drenaggio con le seguenti soglie: A) 10m; B) 15m; C) 20; D) 25m; E) 50m. F) particolare della medesima area della CTR.

L'osservazione dei diagrammi a rosa, rappresentati in figura 4, permette di affermare che: a) la generalizzazione ha eliminato totalmente il problema della distribuzione della direzione delle aste

fluviali nelle sole due direzioni N-S ed E-O; b) per i valori di soglia pari a 25 e 50 metri aumenta notevolmente il rumore, rendendo il diagramma poco leggibile; c) i diagrammi azimutali relativi al I e al IV ordine non mostrano alcuna congruenza con quelli relativi alla CTR; d) i diagrammi azimutali relativi al II e al III ordine mostrano una maggiore congruenza con quelli della CTR; e) i valori che hanno dato risultati maggiormente congruenti con i dati della CTR sono quelli ottenuti dalla generalizzazione a 20 metri.

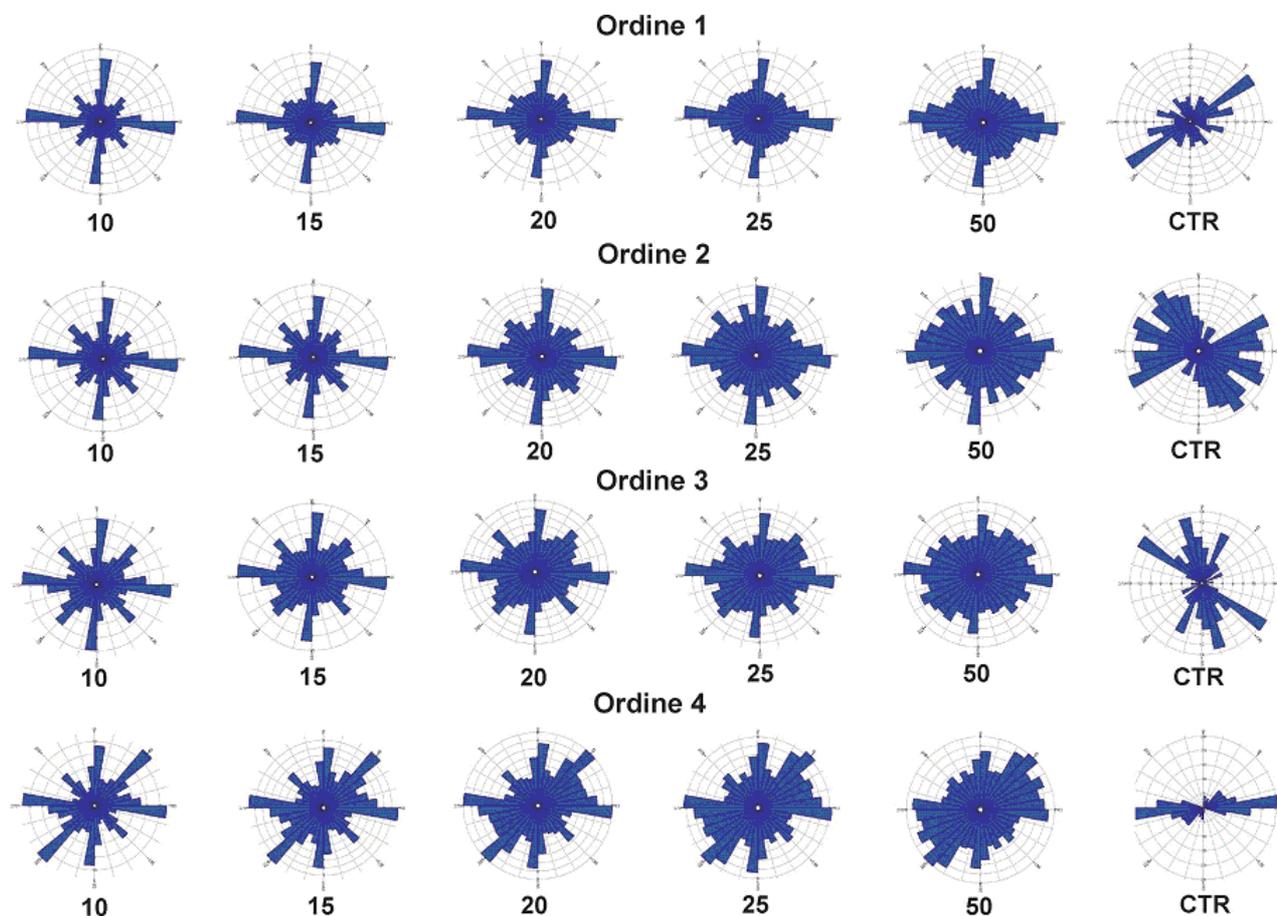


Figura 5 - Per gli ordini I, II, III e IV vengono riportati i diagrammi a rosa per i dati del drenaggio generalizzati e per la CTR; in basso ad ogni diagramma vengono riportati il numero di archi usati per l'analisi.

Conclusioni

In questo lavoro è stata proposta e verificata una metodologia semiautomatica di estrazione del drenaggio da DTM, al fine di rendere il dato fruibile per effettuare analisi statistiche, come l'analisi della distribuzione azimutale delle aste fluviali, che consente di individuare le relazioni esistenti tra il drenaggio superficiale e l'assetto tettonico regionale.

L'area del bacino del fiume Tammaro (Appennino Meridionale), colpita dal forte terremoto storico del 5 giugno del 1688 ($M_w=6.7$), è stata scelta per l'applicazione di questa metodologia in quanto, essendo fortemente soggetta a deformazione tettonica recente, permette l'individuazione delle relazioni suddette.

L'applicazione della metodologia ha permesso di stabilire che, nella zona in questione, il valore di 20 metri per la generalizzazione del reticolo di drenaggio derivato da DTM, risulta quello più prossimo ai dati ottenuti da fotointerpretazione.

Il risultato ottenuto è importante perché, scelto il valore da usare per la generalizzazione, è poi possibile fruire in maniera diretta dei dati derivati dal DTM di dettaglio per lo studio delle deformazioni sull'intero territorio.

Questa metodologia diviene uno strumento indispensabile, laddove si abbia a disposizione un DTM e non sia fruibile una base cartografica numerica.

Riferimenti bibliografici

Andy Mitchell (1991), *The ESRI Guide to GIS Analysis Volume 1: Geographic Pattern & Relationships*, ESRI Press

Currado C., Fredi P. (2000), "Morphometric parameters of drainage basins and morphotectonic setting of eastern Abruzzo", *Memorie della Società Geologica Italiana*, 55, 411-419

Della Seta M., Del Monte M., Fredi P., Lupia Palmiere E., 2004, "Quantitative morphotectonic analysis as a tool for detecting deformation patterns in soft-rock terrains: a case study from the southern Marches, Italy" *Géomorphologie : relief, processus, environnement*, 2004, n° 4, p. 267-284

Lupia Palmieri E., Biasini A., Caputo C., Centamore E., Ciccacci S., Del Monte M., Fredi P., Pugliese F. (2001), "Geomorfologia quantitativa e morfodinamica del territorio abruzzese. III. Il Bacino idrografico del Fiume Saline" *Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria*, 24, 157-176.