

Morfotipi fluviali per la Pianificazione di Bacino

Alexander Palummo¹

¹ Università di Firenze - Dipartimento di Architettura (DiDA), alexander.palummo@unifi.it

Abstract. Lo studio propone l'introduzione di un'invariante strutturale fluviale per gli strumenti di pianificazione territoriale attraverso la definizione di un abaco dei morfotipi fluviali. A partire dai paleoalvei è possibile definire il trend evolutivo dell'alveo e dell'uso del suolo storico in prossimità dei corsi d'acqua, mettendo in evidenza caratteri ecosistemici, patrimoniali e aspetti dell'attività agricola interconnessa. In questo contesto i morfotipi vanno intesi come dei modelli attraverso i quali sarà possibile classificare le forme ricorrenti dei sistemi fluviali e metterle in relazione al sistema insediativo.

Parole chiave: pianificazione fluviale, bacino idrografico, reticolo idrografico.

1 Introduzione

Lo studio propone l'introduzione di un'invariante fluviale negli strumenti di Pianificazione territoriale attraverso la definizione di un abaco dei morfotipi fluviali (o morfotipologie territoriali dei contesti fluviali e perfluviali) a cui applicare linee guida multiscalari. In funzione di tale analisi grafica e geografica sarà possibile individuare buone pratiche di gestione del rischio riferite alle diverse morfologie territoriali. In questo contesto i morfotipi vanno quindi intesi come dei modelli astratti da applicare ai vari contesti fluviali: la loro ricostruzione parte dall'analisi del bacino (o sottobacino), individuando la gerarchia delle aste del suo reticolo idrografico, prosegue con una classificazione tipologica (e individuazione dei patterns) del reticolo in funzione dei caratteri geomorfologici e si conclude, attraverso uno schema morfotipologico dei patterns, con una definizione dei morfotipi con cui classificare le forme ricorrenti dei sistemi fluviali in relazione alla distribuzione del sistema insediativo. Per permettere oggi un monitoraggio continuo delle dinamiche d'alveo e contribuire alla riduzione del rischio idraulico l'approccio suggerito è quello della riqualificazione fluviale, integrata dall'uso dei Sistemi Informativi Territoriali per la gestione del dato fluviale aperto, sia esso acquisito in remoto (telerilevamento da SAT o da SAPR) che con rilievi di campagna (GIS mapping) [1].

2 Un contributo per la pianificazione fluviale toscana

All'interno del Piano Paesaggistico della Regione Toscana, oggetto del presente studio, si propone di introdurre un'invariante dedicata specificatamente alla dimensione fluviale che si affianchi alle altre esistenti.

A livello regionale il PIT (Piano di Indirizzo Territoriale con valenza di Piano Paesaggistico – Cfr. regione.toscana.it) conta quattro invarianti ed esaminando nel dettaglio gli elaborati cartografici e le descrizioni delle stesse nei vari allegati del Piano si evince che questo, pur risultando molto organico e dettagliato, non dedica uno spazio specifico alla componente fluviale, che nei fatti è inglobata dalle tematiche più propriamente idro-geo-morfologiche (Invariante I), ecologiche (Invariante II) e insediative urbane o rurali (Invarianti III e IV). La rappresentazione cartografica – soprattutto per le invarianti I e II – attribuisce allo spazio fluviale una certa importanza patrimoniale e strategica; tale importanza non è però sufficiente a descriverne completamente il ruolo chiave sia all'interno di un approccio bioregionale che per quanto concerne la pianificazione integrata.

3 I morfotipi fluviali

In questa sede si propone di dedicare un'analisi specifica alla dimensione fluviale e perfluviale dei sottobacini dell'Arno attraverso i morfotipi fluviali. All'interno dell'area presa in esame lo studio dei caratteri del reticolo idrografico di tali bacini deve conformarsi ai criteri di gerarchizzazione e tipizzazione di Horton/Strahler per raggiungere una resa grafica ottimale.

Il metodo di Horton in particolare attribuisce un ordine gerarchico a tutti i tratti compresi tra due successive confluenze; dopo aver consentito la classificazione dei diversi rami, li raggruppa in aste, assumendo che ogni asta è rappresentata da uno o più rami adiacenti aventi il medesimo ordine. Al termine della procedura di gerarchizzazione, l'intero bacino è suddiviso in rami e aste; esiste, ovviamente, una sola asta con ordine pari a quello massimo. L'ordine massimo indica, a parità di condizioni, se il reticolo è più o meno sviluppato e ben gerarchizzato. Questa metodologia è stata ripresa da Strahler e perfezionata. Successivamente lo stesso Horton ne ha arricchito i contenuti, tanto che il metodo oggi più diffuso è detto anche metodo di Horton e Strahler. Tale metodologia è particolarmente apprezzabile per la rapidità di lettura e di comprensione nella restituzione grafica e per il margine di errore ridotto in caso di un'eventuale analisi di secondo livello.

Dall'analisi con metodo H&S (Horton e Strahler), l'elevata gerarchizzazione del bacino dell'Arno emerge con completezza sufficiente a consentire non solo una contestualizzazione delle sue acque nel territorio di appartenenza, ma anche un confronto con gli altri bacini limitrofi in modo da poter avviare ulteriori analisi di taglio più ecosistemico su scala metropolitana. I pattern dei reticoli idrografici, invece, sono rappresentativi dei caratteri geomorfologici e della densità di drenaggio, parametro che mette in rapporto la lunghezza totale della rete idrografica con l'area del bacino da essa drenato. Infine, i sottobacini individuati sono stati ricondotti alle macro categorie tipiche della metodologia utilizzata dallo stesso metodo di H&S [3].

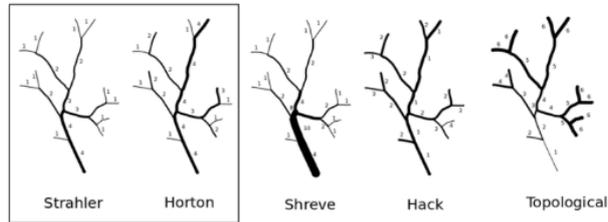


Fig. 1. Schema dei tipi di reticolo utilizzati per la tipizzazione dei sottobacini analizzati.

In particolare le strutture del reticolo individuate nei tratti a monte del bacino in analisi sono: subdentritico (B), subdentritico pinnato (B+C), divergente (D), convergente (E), convergente subdentritico (E+B).

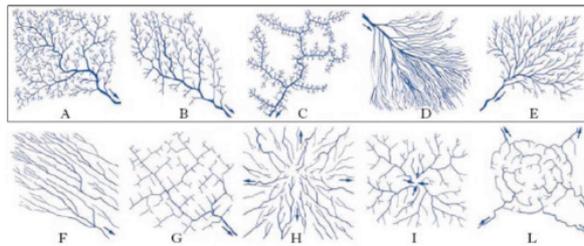


Fig. 2. Schema delle strutture idrografiche individuate nei sottobacini analizzati.

Come naturale evoluzione di questo metodo, si può procedere a un'ulteriore analisi dei sottobacini disomogenei riscontrando, anche nel loro caso, la tendenziale disomogeneità già emersa per il bacino principale: l'Arno è un insieme (artificiale) di sottobacini differenti piuttosto che un bacino con caratteristiche omogenee frutto di una naturale evoluzione idro-geo-morfologica [2].

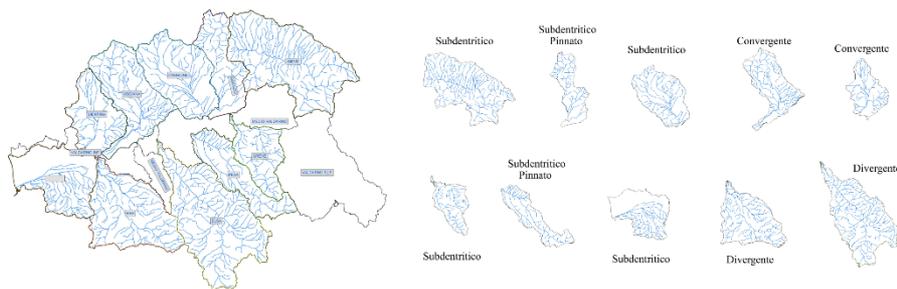
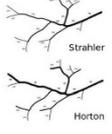
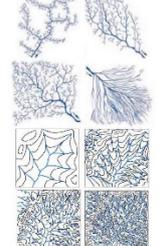
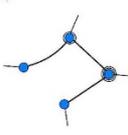
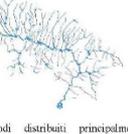
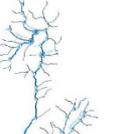


Fig. 3. Tipizzazione dei reticoli idrografici dei sottobacini dell'Arno usando il metodo H&S.

La successiva analisi morfotipologica del reticolo permette di interpretare le forme ricorrenti dei sistemi fluviali schematizzando i pattern dei reticoli in una forma

sintetizzata basata sull'articolazione nodi-aste. I nodi rappresentano i punti di confluenza del reticolo fluviale, gli stessi usati per la gerarchizzazione delle aste. Le aste sono porzioni di corso d'acqua tra due nodi (o tra la sorgente e il primo nodo della rete) [4]. Attraverso lo studio incrociato delle tipologie fluviali individuate e degli usi del suolo si pongono le basi per tutta una serie di classificazioni di carattere più funzionale dei corsi d'acqua (in base, per esempio, anche alle classi di pericolosità). Dal punto di vista delle discipline paesaggistiche, ricostruire l'assetto morfologico, ecologico e strutturale di un bacino fluviale può contribuire a determinare, attraverso la resa grafica specifica delle tipologie fluviali e perifluviali, una nuova "regola", fluida e integrata. La scelta di proporre un abaco esprime quindi questa nuova regola, utile alla rappresentazione dell'invariante strutturale fluviale mancante – dapprima studiata in dettaglio (a livello di tratto/asta) e poi qui riportata a scala di bacino [5].

| Bacino / Sottobacino | Gerarchia | Tipologia | Schema Morfotipologico | Morfotipo |
|--|--|---|---|---|
| <p>Superficie racchiusa tra le linee di dislivello o di spartiacque topografico di raccolta delle acque superficiali confluenti verso un corpo idrico riceitore [Treccani]</p>  | <p>Individuazione reticoli e analisi morfometrica ovvero analisi geometrico quantitativa di tipo planimetrico delle reti idrografiche seguendo il metodo Horton-Strahler (l'asta priva di affluenti è quella di prim'ordine, se un'asta di prim'ordine va a confluire in una di secondo già formata non si ha alcun incremento d'ordine del corso d'acqua di secondo ordine a valle del punto di confluenza) [1933-1952]</p>  | <p>Pattern dei reticoli idrografici rappresentativi dei caratteri geomorfologici e della densità di drenaggio, parametro che mette in rapporto la lunghezza totale della rete idrografica con l'area del bacino da essa drenata.</p>  | <p>Analisi morfotipologica del reticolo che permette di interpretare le forme ricorrenti dei sistemi fluviali in una forma sintetizzata basata sull'articolazione nodi-aste. I nodi rappresentano i punti di confluenza del reticolo fluviale, gli stessi usati per la gerarchizzazione delle aste. Le aste sono le porzioni di corso d'acqua tra due nodi (o tra la sorgente e il primo nodo della rete).</p>  | <p>Analisi morfotipologica del reticolo in correlazione con gli elementi antropici che permette di classificare le forme ricorrenti dei sistemi fluviali in relazione alla distribuzione del sistema insediativo. Alle informazioni precedentemente rinviate sulle tipologie e gli schemi morfotipologici si aggiungono quelle del sistema insediativo caratterizzante il morfotipo stesso.</p>  |
| Sieve* | Arno | <p>5</p> <p>Subdentritico</p>  <p>Pattern dentritico dove in cui alcuni rami fluviali hanno direzioni preferenziali (per maggiore attività laterale), indica un certo controllo tettonico evidenziando così la presenza di un sistema di fratture più o meno perpendicolare.</p> | <p>Nodi distribuiti principalmente sull'asta principale, i flussi delle acque confluiscono direttamente sul corso d'acqua primario che subisce un aumento di portata peritale.</p>  | <p>La concentrazione degli insediamenti urbani risulta prevalentemente in sinistra idrografica, dove la pendenza è più dolce e le aste fluviali sono più numerose.</p>  |
| Isenzio* | Arno | <p>5</p> <p>Pinnato/subdentritico</p>  <p>Pattern caratterizzato dall'avere le aste fluviali secondarie di limitata lunghezza; si rinvicchia in aree con terreni omogenei, impermeabili e a morfologia pianeggiante o dolce.</p> | <p>Nodi distribuiti su due aste (principale e secondaria di sinistra idrografica), i flussi delle acque confluiscono direttamente sul corso d'acqua primario che subisce</p>  | <p>Le aree con maggior concentrazione insediativa risultano quasi esclusivamente in zone pianeggianti a valle del bacino.</p>  |

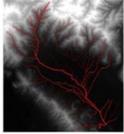
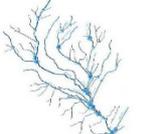
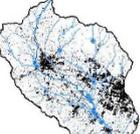
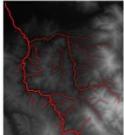
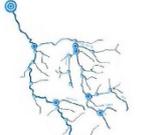
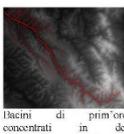
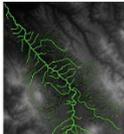
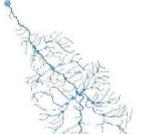
| | | | | | | |
|----------|------|---|---|--|---|---|
| | | | | | un aumento di portata diretto soprattutto nel tratto finale per l'apporto dell'asta di riva sinistra. | |
| Ombrone* | Arno |  Bacini di prim'ordine concentrati in sinistra idrografica | 6 | Subdentritico  Pattern dentritico dove in cui alcuni rami fluviali hanno direzioni preferenziali (per maggiore acclività laterale), indica un certo controllo tettonico evidenziando così la presenza di un sistema di fratture più o meno parallele |  Nodi distribuiti principalmente sull'asta principale, i flussi delle acque confluiscono direttamente sul corso d'acqua primario che subisce un aumento di portata diretto |  La concentrazione degli insediamenti urbani risulta prevalentemente in sinistra idrografica, dove la pendenza è più dolce e le aste fluviali sono più numerose |
| Greve* | Arno |  Bacini di prim'ordine distribuiti su due aste (principale e secondaria) ma con maggiore concentrazione in destra idrografica | 6 | Subdentritico  Pattern dentritico dove in cui alcuni rami fluviali hanno direzioni preferenziali (per maggiore acclività laterale), indica un certo controllo tettonico evidenziando così la presenza di un sistema di fratture più o meno parallele |  Nodi distribuiti su due aste (principale e secondaria di destra idrografica), i flussi delle acque confluiscono direttamente sul corso d'acqua primario che subisce un aumento di portata diretto soprattutto nel tratto finale per l'apporto dell'asta di riva destra. |  La concentrazione degli insediamenti urbani risulta prevalentemente in destra idrografica, dove la pendenza è più dolce e le aste fluviali sono più numerose |
| Pesa* | Arno |  Bacini di prim'ordine concentrati in destra idrografica e di breve estensione | 4 | Subdentritico/pinnato  Pattern dentritico dove in cui alcuni rami fluviali hanno direzioni preferenziali (per maggiore acclività laterale), indica un certo controllo tettonico evidenziando così la presenza di un sistema di fratture più o meno parallele |  Nodi distribuiti principalmente sull'asta principale, i flussi delle acque confluiscono direttamente sul corso d'acqua primario che subisce un aumento di portata diretto |  Le aree con maggior concentrazione insediativa risultano quasi esclusivamente in zone di crinale a valle del bacino (anche se di scarsa numerosità) |
| Elisa* | Arno |  Elevata numerosità di bacini di prim'ordine uniformemente distribuiti | 7 | Divergente  Pattern che presenta un ramo principale dal quale si dipartono più collettori secondari fino a formare una sorta di ventaglio, può essere caratterizzate di aree delle conoidi alluvionali |  Nodi distribuiti uniformemente su tutto il reticolo, gli afflussi di portata sull'asta principale sono abbastanza equilibrati da parte di tutte le altre aste |  Le zone con maggior presenza urbana sono quelle che corrispondono alla valle principale del bacino, centri minori si trovano anche sui crinali |

Fig. 4. Abaco dei morfotipi fluviali.

4 Conclusioni

Lo studio dei caratteri del sistema fluviale contribuisce alla definizione di strategie di gestione delle aree di contesto fluviale e perfluviale e all'autosostenibilità del sistema bioregionale. In questa prospettiva, dal presente contributo si potrà procedere a un'innovativa ricombinazione dei principali elementi territoriali, tra cui: il comportamento delle acque (andamento del reticolo, trasporto solido e sedimenti); le

tipologie di reticolo in funzione del substrato pedologico e della geomorfologia; le informazioni della rete ecologica trasversale/longitudinale; la risposta del territorio perifluviale agli eventi calamitosi (alluvioni, inondazioni, dissesti).

Al contempo, questa proposta teorica è da considerarsi perfezionabile, e non solo perché l'argomento è in continua evoluzione, ma anche perché non sono ancora state adeguatamente categorizzate le buone pratiche per la gestione del rischio "morfotipologicamente" correlato.

Verosimilmente, tali limiti verranno superati man mano che alcune tematiche (tra cui l'uso del suolo, la geologia e le pendenze) saranno maggiormente approfondite in sede di individuazione di azioni strategiche di area vasta specifiche per la pianificazione fluviale o in analoghi contesti applicativi.

Riferimenti bibliografici

1. Casagrande L., Cavallini P., Frigeri A., Furieri A., Marchesini I., Neteler M., 2013. GIS Open Source. GRASS GIS, Quantum GIS e SpatiaLite. Elementi di software libero applicato al territorio. Dario Flacovio Editore, Palermo.
2. Cencetti C., Tacconi P., 2005, The Fluvial Dynamics of the Arno River. *Giornale di Geologia Applicata*, 1.
3. Devroye L., Kruszewski P., 1996, On the Horton-Strahler number for random tries, *RAIRO - Theoretical Informatics and Applications - Informatique Théorique et Applications*.
4. Evers M., 2016, Integrative river basin management: challenges and methodologies within the German planning system. In: *Environ Earth Sci*, Springer Berlin Heidelberg.
5. Strahler A.N., 1957, *Objective and Quantitative Field methods of terrain analysis*, Harper & Row, New York.