

Introduzione

Sabine Fink, Anna Belser, Giovanni De Cesare,
Christoph Scheidegger, Christine Weber e David Vetsch

I processi idrologici e idraulici, come il trasporto dei sedimenti, influenzano gli organismi acquatici, anfibi e terrestri e i loro habitat ben oltre il canale di un fiume. Quest'area, il cosiddetto «paesaggio fluviale», comprende un'elevata diversità di habitat ripari, che possono variare nello spazio e nel tempo a seconda della portata del corso d'acqua e della dinamica dei sedimenti. Gli animali e le piante adattati alla vita nei paesaggi fluviali traggono vantaggio dalle mutevoli caratteristiche dell'ambiente stesso. La dinamica dei sedimenti può in particolare fornire nutrienti, promuovere la riproduzione e creare o alterare temporaneamente gli habitat.

Nei paesaggi fluviali prossimi allo stato naturale, l'ampia area che collega la terra e l'acqua offre spazio sufficiente per mitigare i rischi di piena. Nei paesaggi fluviali alterati, invece, le infrastrutture umane e i terreni agricoli sono colpiti da eventi che superano la portata di progetto, rendendo necessarie misure di protezione e una gestione del rischio residuo. Per combinare la protezione contro le piene e le funzioni ecologiche dei paesaggi fluviali è fondamentale comprendere il grado di connettività tra le zone acquatiche e terrestri che li caratterizzano. I corsi d'acqua prossimi allo stato naturale sono interconnessi con l'ambiente circostante in più dimensioni: longitudinalmente dalla sorgente alla foce, lateralmente dall'acqua alle rive (comprese) e verticalmente dalle acque superficiali alle acque sotterranee. La dinamica dei sedimenti influenza la connettività in tutte queste dimensioni e determina processi che coinvolgono spazi a scala dall'intero bacino idrografico alla singola particella.

Nei paesaggi fluviali ecologicamente interconnessi, le specie possono trovare rifugio in aree in cui l'impatto di eventi estremi (p. es. piene e siccità) è ridotto. La connettività funzionale promuove inoltre la biodiversità, anche in aree di dimensioni ridotte, poiché unisce gli habitat e consente agli organismi di disperdersi o colonizzare nuove aree. La ricolonizzazione degli habitat del paesaggio fluviale è un processo chiave, poiché lungo corsi d'acqua funzionali la dispersione delle specie riparie può raggiungere grandi distanze. La pianificazione strategica della rivitalizzazione e della conservazione a scala di bacino deve far leva su una prospettiva olistica.

I modelli possono aiutare a prevedere la probabilità che le specie raggiungano gli habitat all'interno del paesaggio fluviale dopo anni o decenni, anche in condizioni climatiche e morfologiche mutevoli (cfr. cap. 1; Fink e Scheidegger 2023). Le specie acquatiche e terrestri presenti nei paesaggi fluviali dipendono inoltre da habitat specifici per insediarsi, crescere e riprodursi. A livello di bacino idrografico, la formazione di questi habitat in luoghi particolari è determinata da fattori climatici e idrologici e, a livello locale, da fattori idrodinamici (cfr. cap. 2; van Rooijen *et al.* 2023).

Nei paesaggi fluviali prossimi allo stato naturale, l'acqua e la terra sono ben interconnesse e comprendono reti alimentari, in cui gli insetti che emergono dall'acqua servono da alimento per i predatori terrestri (p. es. ragni e uccelli; cfr. cap. 3; Kowarik e Robinson 2023). La connettività funzionale laterale tra habitat acquatici e terrestri, ad esempio la deviazione delle acque di piena, può essere importante anche per prevenire i pericoli naturali. I paesaggi fluviali con uno spazio riservato alle acque sufficiente per la ritenuta delle piene sono in grado di ridurre i picchi di piena, mitigando così l'impatto a valle. In caso di grande evento di piena, le opere di deviazione laterale deviano l'acqua, influenzando al tempo stesso il trasporto dei sedimenti nel canale principale (cfr. cap. 4; Frei *et al.* 2023). Siccome piene regolari sono importanti per la vegetazione delle zone golenali, la costruzione di opere di deviazione laterale può anche essere un'efficace misura ecologica.

Durante i piccoli e grandi eventi di piena, le specie dei paesaggi fluviali cercano rifugio in habitat acquatici o terrestri in cui l'impatto della portata elevata e della mobilitazione dei sedimenti è ridotto (cfr. cap. 5; Rachelly *et al.* 2023). Il mosaico di habitat all'interno dei paesaggi fluviali prossimi allo stato naturale crea numerosi rifugi, la cui disponibilità e funzionalità presuppongono tuttavia un apporto di sedimenti. Il deposito di sedimenti fini nelle zone golenali durante le piene è importante anche per la formazione di habitat ripari terrestri, come i boschi golenali ricchi di specie. Questo processo dipende fortemente dalla struttura degli habitat: gli arbusti e la vegetazione erbacea, ad esempio, lo favoriscono. La conoscenza delle caratteristiche di deposito dei sedimenti fini nei corsi composti è inoltre fondamentale per la protezione contro le piene nei corsi d'acqua rettificati (cfr. cap. 6; Conde *et al.* 2023).

I sedimenti in sospensione possono anche depositarsi nel substrato fluviale, dove le particelle fini trattenute negli spazi interstiziali provocano un intasamento del letto fluviale (la cosiddetta colmatazione), riducendo così la porosità e gli scambi di acqua (cfr. cap. 7; Dubuis *et al.* 2023). Con l'aumento della portata, la maggiore mobilità del materiale solido di fondo e la risospensione dei sedimenti fini consentono il disintasamento. È importante capire quali siano i fattori responsabili della colmatazione del letto, poiché questo processo ostacola i flussi di nutrienti e impedisce la libera circolazione di acqua ben ossigenata. Quest'ultima è molto importante per lo sviluppo delle uova dei pesci che le depongono nel substrato fluviale, come ad esempio la trota fario. Il tipo e le dimensioni dei sedimenti presenti nel substrato hanno inoltre un impatto sulla distribuzione spaziale della trota fario a seconda dell'età e del sesso (cfr. cap. 8; Takatsu *et al.* 2023).

L'instaurazione di una dinamica sedimentaria prossima allo stato naturale è fondamentale per migliorare la funzione ecologica del substrato fluviale. Una continuità dei sedimenti compromessa può essere mitigata mediante un apporto di sedimenti. L'approccio ottimale per le misure di ripristino del materiale solido di fondo varia a seconda dell'obiettivo perseguito, ad esempio il miglioramento dell'habitat per la riproduzione dei pesci, la promozione delle strutture dell'alveo o il miglioramento della dinamica nel canale (cfr. cap. 9; Mörtl *et al.* 2023). Per tutte le misure, la tempistica, la qualità e la quantità ideali del substrato aggiunto dipendono dagli obiettivi di protezione contro le piene e dalle caratteristiche ecologiche delle specie acquatiche e terrestri o dell'habitat interessato dall'apporto (p. es. pesci e vegetazione nel tratto fluviale).

La presente pubblicazione è il risultato di un processo interattivo, che ha coinvolto i ricercatori coinvolti nel progetto e il gruppo d'accompagnamento composto da professionisti di studi d'ingegneria privati, ONG e amministrazioni cantonali e federali. Riassume i principali risultati della fase di progetto 2017–2021 (cfr. riquadro 1) e include il punto di vista di ricercatori o professionisti del settore non direttamente coinvolti nel progetto (cfr. riquadro: «Nella pratica» in ogni capitolo). Ulteriori informazioni sul programma «Sistemazione ed ecologia dei corsi d'acqua» e sui progetti sono disponibili all'indirizzo www.rivermanagement.ch, che contiene anche i link verso rapporti e pubblicazioni scientifiche precedenti.

Riquadro 1: Programma di ricerca «Sistemazione ed ecologia dei corsi d'acqua»

La legge federale sulla protezione delle acque (LPAC, 1991) e l'ordinanza sulla protezione delle acque (OPAC, 1998) mirano a garantire corsi d'acqua funzionali in paesaggi fluviali prossimi allo stato naturale e al contempo la protezione contro le piene. Per adempiere questo mandato, dal 2011 è attuata una strategia nazionale di rivitalizzazione. Con lungimiranza, 20 anni fa l'UFAM ha avviato, assieme agli istituti di ricerca VAW (ETH Zurich), PL-LCH (EPFL), Eawag e WSL, il programma di ricerca interdisciplinare «Sistemazione ed ecologia dei corsi d'acqua», il cui obiettivo è elaborare soluzioni scientifiche e pratiche per la gestione delle acque nonché definire soluzioni per l'attuazione. Al programma partecipano ricercatori di varie discipline e professionisti del settore. I risultati mirano a contribuire all'attuazione della LPAC e della legge federale sulla sistemazione dei corsi d'acqua (1991) e sono messi a disposizione dei professionisti sotto forma di articoli scientifici e tecnici, manuali, rapporti e nella serie di pubblicazioni dell'UFAM «Studi sull'ambiente».

«Paesaggi fluviali: dinamica dei sedimenti e connettività» è il quarto progetto di ricerca pluriennale del programma «Sistemazione ed ecologia dei corsi d'acqua», dopo «Rodano-Thur», «Gestione integrata del bacino fluviale» e «Dinamica dei sedimenti e degli habitat». Comprende due campi di ricerca principali,

entrambi incentrati sulla protezione contro le piene e l'ecologia nei corsi d'acqua di medie dimensioni: (i) la dinamica dei sedimenti e (ii) la connettività longitudinale, laterale e verticale. Una descrizione dettagliata del progetto di ricerca con le priorità, i sottoprogetti e gli interrogativi di ricerca specifici è disponibile in Vetsch *et al.* (2018) e Fink *et al.* (2018).

Tra i principali prodotti concreti del programma di ricerca presentati finora figurano:

- Handbuch für die Erfolgskontrolle bei Fließgewässerrevitalisierungen (Woolsey *et al.* 2005) [in tedesco e inglese]
- Integrales Gewässermanagement – Erkenntnisse aus dem Rhone-Thur-Projekt (Rohde 2005) [in tedesco]
- Synthesebericht Schwall/Sunk (Meile *et al.* 2005) [in tedesco]
- Wasserbauprojekte gemeinsam planen. Handbuch für die Partizipation und Entscheidungsfindung bei Wasserbauprojekten (Hostmann *et al.* 2005) [in tedesco e francese]
- Schede tematiche sulla sistemazione e l'ecologia dei corsi d'acqua. Risultati del progetto di gestione integrata del bacino fluviale (UFAM 2012) [in tedesco, francese e italiano]
- Schede tematiche sulla sistemazione e l'ecologia dei corsi d'acqua. Dinamica dei sedimenti e degli habitat (UFAM 2017a) [in tedesco, francese e italiano]