



Repubblica e Cantone Ticino
Dipartimento del territorio

Masterplan operativo per la riqualifica dei corsi d'acqua in Riviera

Allegato 2 - Catalogo delle misure di rivitalizzazione

Committente
Data

Ufficio dei corsi d'acqua
09.04.2021



Allegato 2

Data	09.04.2021
Committenti	Ufficio dei corsi d'acqua Via Franco Zorzi 13 6501 Bellinzona
Mandatario	Oikos - Consulenza e ingegneria ambientale Sagl Via Riale Righetti 20a 6503 Bellinzona-Carasso +41 91 829 16 81 info@oikos.swiss



Resp. progetto	Alberto Conelli alberto.conelli@oikos.swiss
Collaboratori	Maurizio De Zaiacomo, maurizio.dezaiacomo@oikos.swiss

Indice

1	Introduzione	1
2	Definizioni e basi giuridiche della rivitalizzazione	1
3	Pianificazione strategica 2014	3
4	Controllo di plausibilità nel Masterplan Riviera	4
4.1	Selezione dei tratti da approfondire - piccoli e medi corsi d'acqua	4
4.2	Selezione dei tratti da approfondire - fiumi Ticino, Brenno e Moesa	5
5	Fattori che guidano la progettazione degli interventi di rinaturazione	6
6	Per approfondire	8

1 Introduzione

Nel corso della procedura promossa dall'Ufficio dei corsi d'acqua per la realizzazione del Masterplan per la riqualifica dei corsi d'acqua in Riviera, è emersa l'esigenza di trattare in dettaglio alcuni temi sensibili e rispondere a quesiti frequentemente sollevati.

Il presente documento ha lo scopo di descrivere, dal punto di vista normativo e tecnico, il tema degli interventi di rivitalizzazione. In particolare, viene fornita un'introduzione sulle basi normative che definiscono gli interventi e una descrizione dei fattori che influenzano la scelta e la progettazione delle misure. Infine, viene fornita una panoramica completa delle possibili misure realizzabili, secondo la tipologia di corso d'acqua, la scala di intervento, i deficit presenti e gli obiettivi che si vogliono raggiungere. Il catalogo è completato con esempi e casi pratici di interventi già realizzati.

Il documento è organizzato nel modo seguente:

- definizioni e basi giuridiche (Capitolo 2);
- pianificazione delle rivitalizzazioni 2014 (Capitolo 3);
- controllo di plausibilità nel Masterplan Riviera (Capitolo 4);
- fattori che guidano la progettazione degli interventi di rinaturalizzazione (Capitolo 5);
- catalogo delle misure di rivitalizzazione.

Elenchiamo, per coordinamento e approfondimento, gli ulteriori temi connessi con la progettazione delle misure. Essi vengono affrontati in allegati specifici del Masterplan, ai quali si rimanda per approfondimento:

- spazio riservato alle acque (Allegato 3 del Masterplan);
- allargamenti con spostamento e rimozione degli argini, sicurezza idraulica e conflitti con infrastrutture (Allegato 5 del Masterplan);
- zone golenali e attività umane (Allegato 6 del Masterplan);
- rivitalizzazione dei corsi d'acqua in area agricola (Allegato 7 del Masterplan);
- gestione delle aree rivitalizzate e ruolo dei consorzi di manutenzione (Allegato 8 del Masterplan).

2 Definizioni e basi giuridiche della rivitalizzazione

Obiettivo del presente capitolo è fornire le informazioni di base sugli interventi di rivitalizzazione dei corsi d'acqua.

La Legge federale sulla protezione delle acque definisce gli interventi di rivitalizzazione come il *"Ripristino, con misure di natura edile, delle funzioni naturali di acque superficiali arginate, corrette, coperte o messe in galleria"* (LPAC, art. 4, lett. m).

La Legge federale sulla sistemazione dei corsi d'acqua specifica peraltro che gli obiettivi ecologici sono da perseguire non soltanto nell'ambito di interventi di rivitalizzazione, ma per qualsiasi intervento tecnico sui corsi d'acqua (art. 4, cpv. 2):

"Gli interventi sui corsi d'acqua devono per quanto possibile rispettare o eventualmente ricostituire il tracciato naturale. Le acque e lo spazio riservato alle acque vanno sistemati in modo da:

- a. offrire un biotopo adeguato a una fauna e una flora variate;*
- b. salvaguardare per quanto possibile l'interazione tra acque di superficie e acque sotterranee;*
- c. favorire la crescita di una vegetazione riparia stanziale."*

Il principio delle rivitalizzazioni è di operare con misure di natura edile su tratti di corsi d'acqua modificati artificialmente, dove vi sono dei deficit e delle alterazioni dello stato naturale, con lo scopo di migliorare la qualità ecologica e morfologica di fiumi e riali, aumentandone la fruibilità per la

popolazione, garantendo al contempo la sicurezza del territorio dagli eventi di piena.

Fig. 1 Intervento di rinaturazione con rimessa a cielo aperto di un tratto intubato, nel corso dei lavori



Le funzioni svolte dai corsi d'acqua allo stato naturale sono molteplici e possono avere un grande valore:

- il trasporto di acqua, di materiale solido di fondo e di legname galleggiante;
- la riduzione dei colmi di piena;
- la formazione di acque sotterranee;
- la conservazione della biodiversità, costituendo habitat per specie acquatiche, anfibi e terrestri;
- la costituzione di un reticolo per la mobilità delle specie, con il collegamento di spazi vitali nel paesaggio;
- la degradazione di inquinanti (capacità di autodepurazione);
- i corsi d'acqua diversificati sono inoltre molto interessanti per le persone in cerca di ristoro e svago.

Lo stato ecomorfologico è il parametro di riferimento per valutare il grado di naturalità e di funzionalità del corso d'acqua prima e dopo gli interventi. La valutazione dello stato ecomorfologico di un tratto di corso d'acqua tiene in considerazione i seguenti criteri principali:

- larghezza media dell'alveo;
- variabilità della larghezza dell'alveo bagnato;
- interventi di consolidamento del fondo;
- interventi di consolidamento e rinforzo del piede di sponda;
- ampiezza e topologia delle rive.

Concretamente, i progetti di rivitalizzazione si attuano andando a intervenire prioritariamente sugli aspetti sopraelencati, aumentando lo spazio disponibile ai corsi d'acqua (allargamento e diversificazione del fondo e delle sponde), attraverso la rimozione o la modifica degli elementi artificiali di consolidamento del fondo e delle sponde: mura, arginature, lastricature, tratti di alveo rettificati e sponde geometriche banalizzate, tratti in condotta sotterranea. Vengono così riattivati i processi di erosione, trasporto

e deposito di materiale (sedimenti e materia organica) che costruiscono nel tempo le forme tipiche degli ecosistemi acquatici naturali, con la creazione di ambienti diversificati e ricchi di specie animali e vegetali. La funzionalità dei corsi d'acqua come corridoi ecologici e le interconnessioni tra ambienti naturali vengono ripristinate con la rimozione o mitigazione di quei manufatti che costituiscono ostacolo alla percorribilità da parte della fauna ittica e terrestre (salti di fondo, briglie e traverse, camere, tratti lastricati o cementati).

Fig. 2 Intervento di rivitalizzazione con riqualifica dell'alveo (stato ecomorfologico post operam seminaturale) e realizzazione di un percorso di mobilità lenta sulla sponda. Riale Ragon a Claro, progetto realizzato nel 2020.



3 Pianificazione strategica 2014

A livello cantonale, la Pianificazione strategica delle rivitalizzazioni (Pianificazione strategica, UCA 2014, consultabile online: <https://www4.ti.ch/dt/dc/uca/temi/corsi-dacqua/corsi-dacqua/compiti/ri-cupero-ambientale/pianificazioni-strategiche/>, un estratto è riportato in appendice al presente documento) è lo strumento che permette di definire, su tutta la rete idrografica del Canton Ticino, i tratti fluviali a elevato potenziale di rivitalizzazione, valutando i benefici per la natura e il paesaggio in relazione ai presumibili costi di intervento. A questo livello di pianifica-

zione, si valuta che i costi siano elevati in zone urbane o in presenza di importanti infrastrutture nelle immediate vicinanze del corso d'acqua, mentre li si considera contenuti all'interno di zone naturali o poco urbanizzate. La Pianificazione strategica delle rivitalizzazioni identifica i tratti a maggior potenziale di rivitalizzazione, identificandoli in via preliminare senza approfondire dal punto di vista progettuale gli interventi.

4 Controllo di plausibilità nel Masterplan Riviera

Il Masterplan per la riqualifica dei corsi d'acqua in Riviera prende forma a seguito della pianificazione strategica cantonale delle rivitalizzazioni del 2014: esso riprende come base conoscitiva quanto emerso dalla pianificazione, andando ad approfondire gli obiettivi e valutando in modo più capillare il beneficio ecologico degli interventi sui vari tratti precedentemente identificati. L'obiettivo è di fare un ulteriore passo verso la realizzazione degli interventi, con un controllo di plausibilità e un coordinamento delle misure proposte sui tratti con potenziale di rivitalizzazione.

4.1 Selezione dei tratti da approfondire - piccoli e medi corsi d'acqua

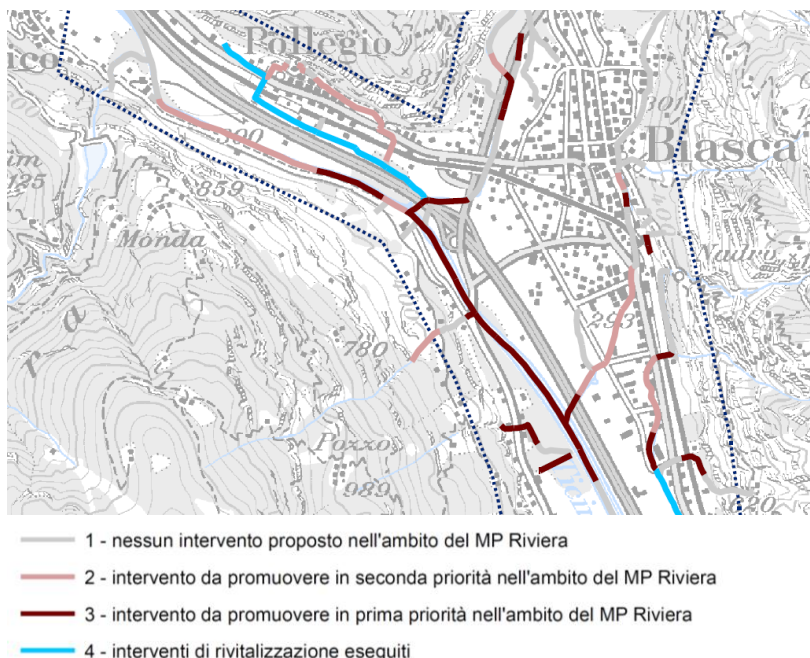
La rete idrografica della Valle Riviera è stata oggetto di una serie di sopralluoghi concentrati essenzialmente tra aprile e luglio 2019 da parte del GT Rivitalizzazioni, con lo scopo di convalidare i risultati della pianificazione strategica 2014, arricchendoli con le seguenti valutazioni:

- verifica dello stato ecomorfologico attuale (valutazione del deficit) ed eventuale aggiornamento;
- apprezzamento del regime idrologico (es: corso d'acqua a deflusso permanente o intermittente, temporaneo o episodico);
- valutazione della qualità e potenzialità degli ambienti acquatici (es: corso d'acqua piscicolo / a macrofite acquatiche);
- valutazione della connettività longitudinale acquatica in relazione agli ostacoli trasversali in alveo (soglie, briglie, ponti) e al trasporto solido (manufatti di ritenuta);
- valutazione della connettività longitudinale nel contesto del reticolo ecologico della Valle Riviera (deficit attuale, ruolo potenziale);
- valutazione della fattibilità tecnica (presenza di restrizioni conflittuali, possibilità concreta di risanare i deficit ecomorfologici);
- valutazione generale del contesto territoriale (zona edificata, zona SAC, zone di pregio naturalistico, ecc.).

I risultati sono stati ripresi in GIS e riportati in una mappa (v. estratto di seguito, Fig. 3, e nella mappa in appendice al presente documento). I tratti a beneficio elevato o medio sono stati approfonditi per quanto attiene ai possibili interventi di rivitalizzazione nelle rispettive schede d'intervento nel Masterplan. I tratti già rivitalizzati sono stati rilevati e indicati sulla mappa.

Questi dati potranno fungere da base conoscitiva per il prossimo aggiornamento della pianificazione strategica delle rivitalizzazioni.

Fig. 3 Estratto della mappa del controllo di plausibilità 2019 allestita sulla base dei dati della pianificazione strategica delle rivitalizzazioni (UCA, 2014). I tratti da promuovere nell'ambito del Masterplan sono indicati in verde scuro (prima priorità) e verde chiaro (seconda priorità). Sopralluoghi e valutazioni: GT Rivitalizzazioni (2019).



4.2 Selezione dei tratti da approfondire - fiumi Ticino, Brenno e Moesa

Per quanto riguarda invece i grandi corsi d'acqua, nell'ambito dei lavori del GT Rivitalizzazioni, sono stati identificati i tratti del fiume Ticino, Brenno e Moesa con maggiore potenziale di rivitalizzazione, ovvero laddove un allargamento dello spazio di mobilità porterebbe al massimo raggiungimento degli obiettivi ecologici, senza uscire dallo SRA già determinato (Ufficio dei corsi d'acqua, 2018). L'analisi è stata condotta sulla base di dati GIS incrociando i dati inerenti ai deficit attuali dello spazio di mobilità con la larghezza dello SRA disponibile per un possibile allargamento. I risultati indicano che all'interno delle golene inventariate, i tratti caratterizzati da argini sommergibili ma con estesi boschi golenali al di fuori di detti argini, presentano un elevato potenziale di rivitalizzazione (Estratto in Fig. 4, si veda anche la mappa in appendice). La Moesa, invece, a causa della vicinanza dell'autostrada e di altre infrastrutture, non risulta favorevole a eventuali allargamenti.

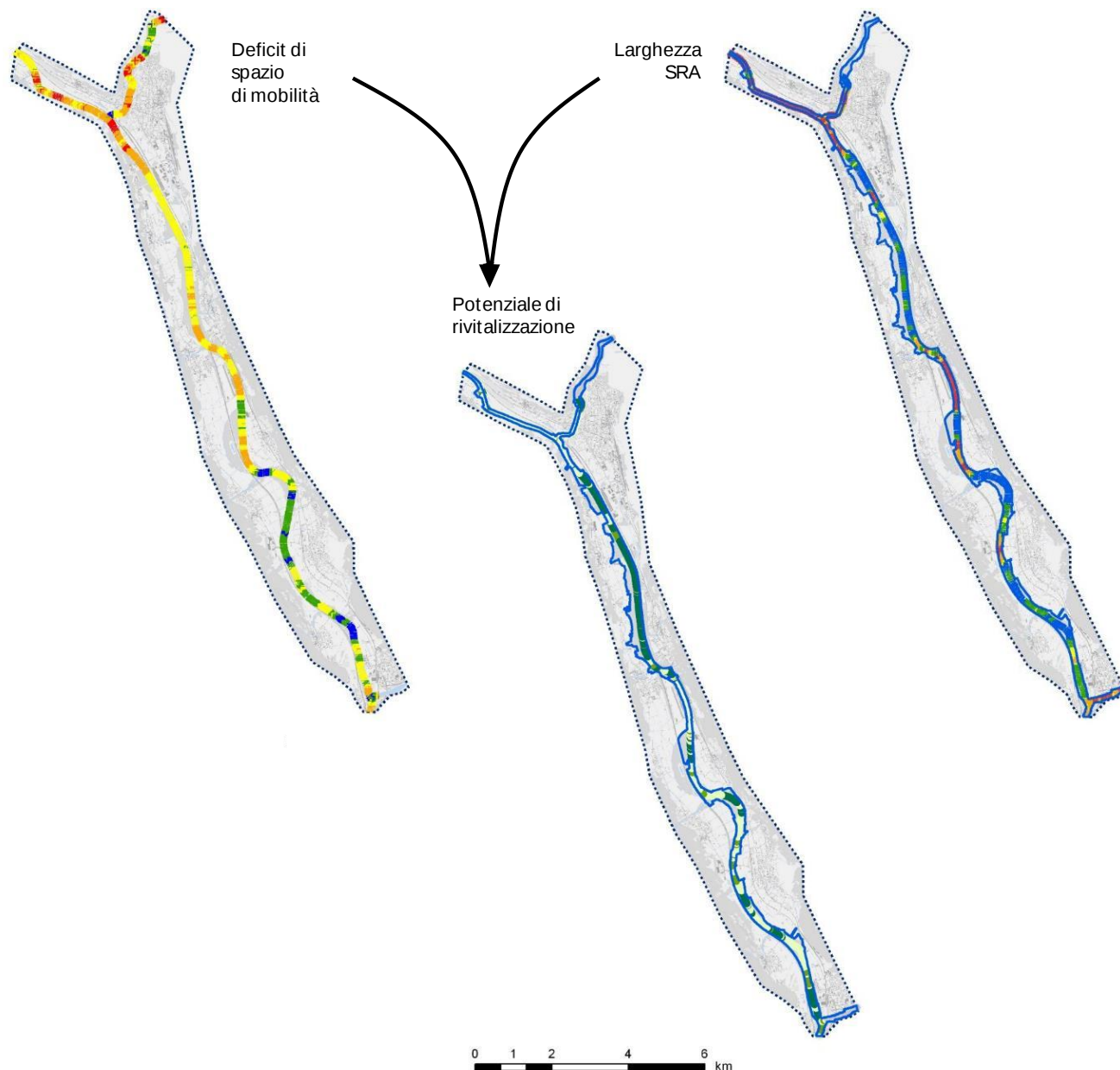


Fig. 4 Tratti di grandi corsi d'acqua a potenziale di rivitalizzazione elevato (verde scuro, a destra). Tale potenziale è ottenuto incrociando i dati sul deficit di spazio di mobilità legato alle arginature (a sinistra) e la larghezza dello spazio riservato alle acque (SRA), intesa come possibilità teorica di raggiungere il 100% delle funzioni naturali nello SRA già determinato (Ufficio dei corsi d'acqua, 2017). Il quadro teorico di valutazione è descritto in Paccaud & Roulier, (2016).

5 Fattori che guidano la progettazione degli interventi di rinaturazione

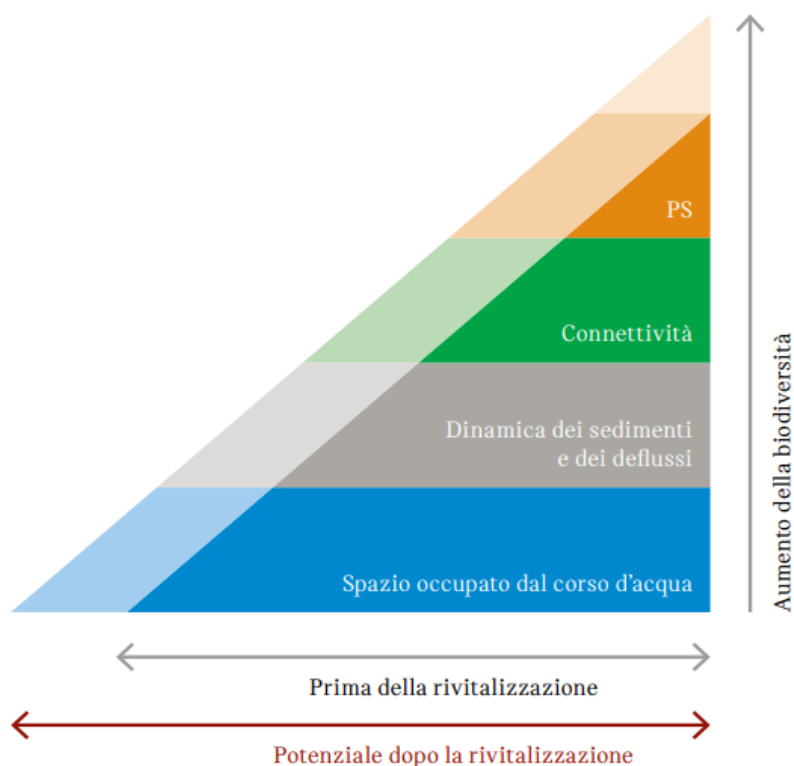
Con lo scopo di facilitare la comprensione del catalogo delle misure di rivitalizzazione (vedi schede alle pagine seguenti), vengono qui introdotti i principali fattori e le caratteristiche peculiari delle misure e dei corsi d'acqua che devono essere tenuti in considerazione nella progettazione e valutazione degli interventi di rinaturazione:

- la scala di intervento;
- i deficit del tratto in esame e gli obiettivi delle misure;
- il potenziale del corso d'acqua;
- la funzionalità e la specificità di ogni misura attuabile;
- l'idoneità e l'efficacia delle misure nel rispondere alle esigenze di ogni progetto.

Nella seguente figura è rappresentata una piramide dei fattori ecologici che influenzano la biodiversità nelle golene:

La ricchezza di ambienti e specie è determinata soprattutto dallo spazio disponibile per il corso d'acqua (in blu nella figura), che costituisce l'elemento di base perché un corpo idrico possa esprimere pienamente il suo potenziale ecologico. Il secondo fattore è la dinamica naturale dei sedimenti e dei deflussi (in grigio): una dinamica naturale è caratterizzata da un susseguirsi di eventi di piena più o meno importanti, che permettono una modifica continua della morfologia dell'alveo, lo spostamento di piccole e grandi quantità di sedimenti e i nuovi apporti tramite le erosioni delle sponde e i tributari laterali; questa dinamica garantisce la presenza, la formazione e la continua trasformazione/maturazione degli ambienti pionieri caratteristici dei corsi d'acqua e delle golene.

Fig. 5 Piramide dei fattori ecologici che influenzano la biodiversità nelle golene, tratto dalla scheda informativa Dinamica dei sedimenti e degli habitat, UFAM 2017.



Un ulteriore fattore è la connettività degli habitat (in verde nella figura): la presenza di una rete di connessioni funzionali permette lo spostamento delle popolazioni e lo scambio genetico tra le specie tipiche di questi ambienti; la connettività si intende non solo in senso longitudinale al corso d'acqua ma anche in senso trasversale, tra l'alveo e le rive, e verticale, tra l'alveo e il fondo. La connessione tra gli ambienti fluviali è un presupposto per la vitalità delle popolazioni e per la colonizzazione dei tratti in seguito agli interventi di rinaturazione.

Infine, gli interventi di promozione specifica (PS, in arancione) sono quelle misure atte a promuovere direttamente la presenza di determinate specie, ricreando condizioni locali idonee per la loro vitalità. Misure specifiche sono solitamente applicate a una scala di intervento ridotta e sono intese come misure complementari a quelle più estese precedentemente illustrate.

6 Sinergie: l'uomo quale obiettivo delle rivitalizzazioni

Nella progettazione e valutazione degli interventi di rinaturazione, accanto ai fattori ecologici sopra menzionati, che hanno come scopo la riattivazione della dinamica naturale e la promozione della biodiversità, occorre tenere in considerazione l'uomo e le sinergie che si innescano in relazione a temi quali la fruizione e la funzione ricreativa dei corsi d'acqua. Soprattutto in ambienti urbanizzati e in prossimità degli insediamenti, le rivitalizzazioni permettono alla popolazione di accedere alle rive dei corsi d'acqua

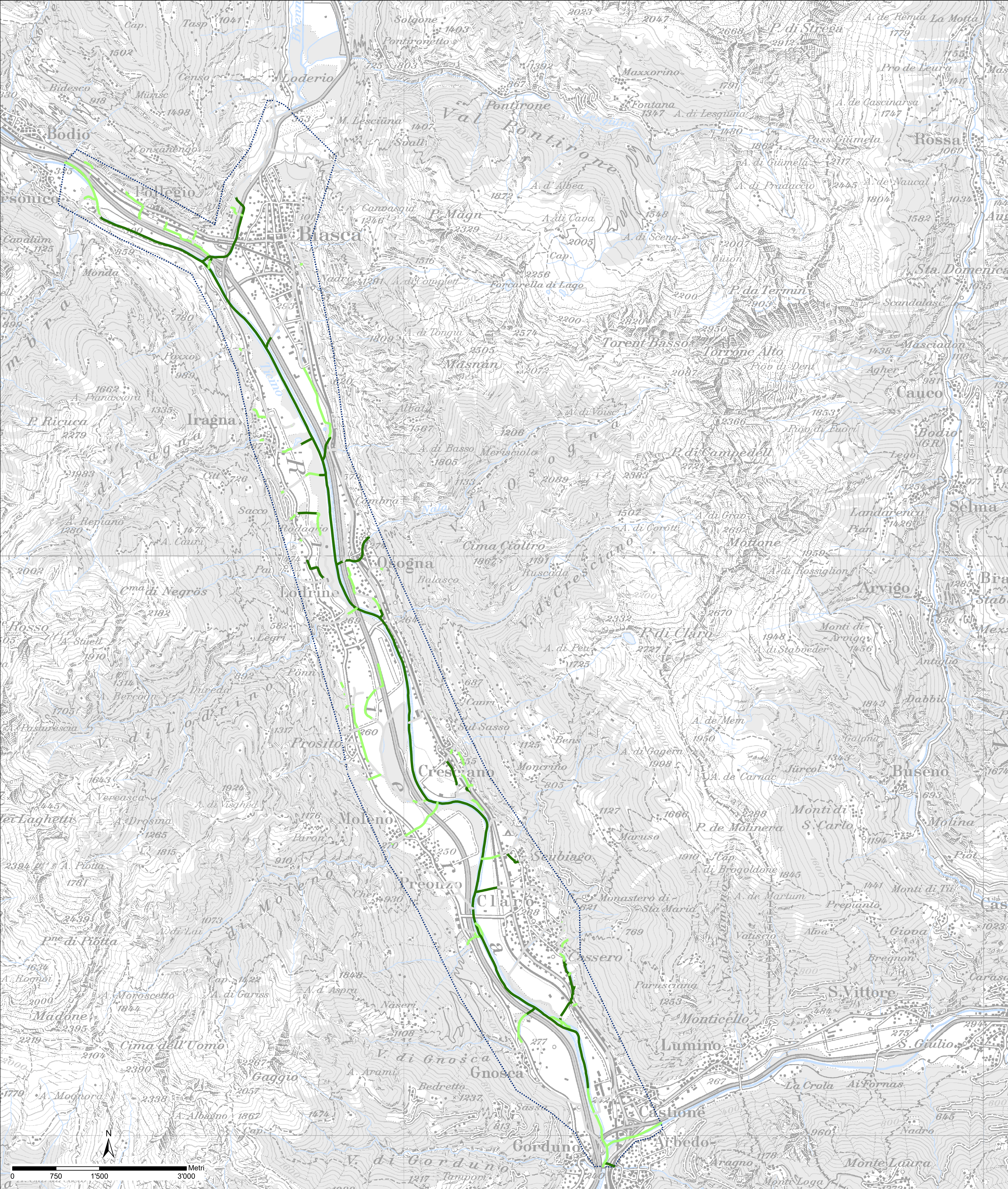
e contribuiscono a migliorare l'offerta di svago di prossimità, riducendo la mobilità legata agli scopi ricreativi. Spesso questo tipo di sinergia si è rivelato essere un fattore decisivo nella genesi di un progetto di rivitalizzazione, soprattutto per quanto riguarda la costruzione del consenso a livello locale.

7 Per approfondire

- [1] Friedl, F., Battisacco, E., Vonwiller, L., Fink, S., Vetsch, D., Weitbrecht, V., Franca, M. J., Scheidegger, Ch., Boes, R. M., Schleiss, A. 2017: Riporti di ghiaia ed erosione delle sponde. In: Dinamica dei sedimenti e degli habitat. Ufficio federale dell'ambiente (UFAM), Berna. Scheda 7.
- [2] Göggel W. (2012). Revitalisation des cours d'eau. Planification stratégique. Un module de l'aide à l'exécution Renaturation des eaux. Office fédéral de l'environnement, Berne. L'environnement pratique n° 1208: 43 pp.
- [3] Ufficio dei corsi d'acqua (2006). Stato ecomorfologico dei corsi d'acqua nel Cantone Ticino. Bellinzona, dati non pubbl., 49 pp.
- [4] Ufficio dei corsi d'acqua (Pianificazione strategica, UCA 2014). Pianificazione strategica LPac, Rivitalizzazioni dei corsi d'acqua. Bellinzona, dicembre 2014.
- [5] Ufficio federale dell'ambiente - UFAM in collaborazione con EAWAG/AWEL (2006): Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau en Suisse: Ecomorphologie niveau C. L'environnement pratique. Office fédéral de l'environnement, Berne: 72 pp. (Projet de juillet 2006).
- [6] Ufficio federale dell'ambiente - UFAM (2017). Tonolla D.; Chaix O.; Meile T.; Zurwerra A.; Büsser P.; Oppliger S.; Essyad K. 2017. Deflussi discontinui – Misure. Un modulo dell'aiuto all'esecuzione Rinaturazione delle acque Ufficio federale dell'ambiente, Berna. Pratica ambientale n. 1701: 135 pagg.
- [7] Ufficio federale dell'ambiente - UFAM (ed.) 2018: Manuale Accordi programmatici nel settore ambientale 2016–2019. Comunicazione dell'UFAM quale autorità esecutiva ai richiedenti. Pratica ambientale n. 1501: 266 pagg.

Oikos

Mappe



Masterplan operativo per la riqualifica dei corsi d'acqua in Riviera

Resp. progetto: AC Formato: 841 x 594 cm (A1)
Mandato n.: 2075 Scala: 1:30'000
Nome file: - Data: 07.05.2021

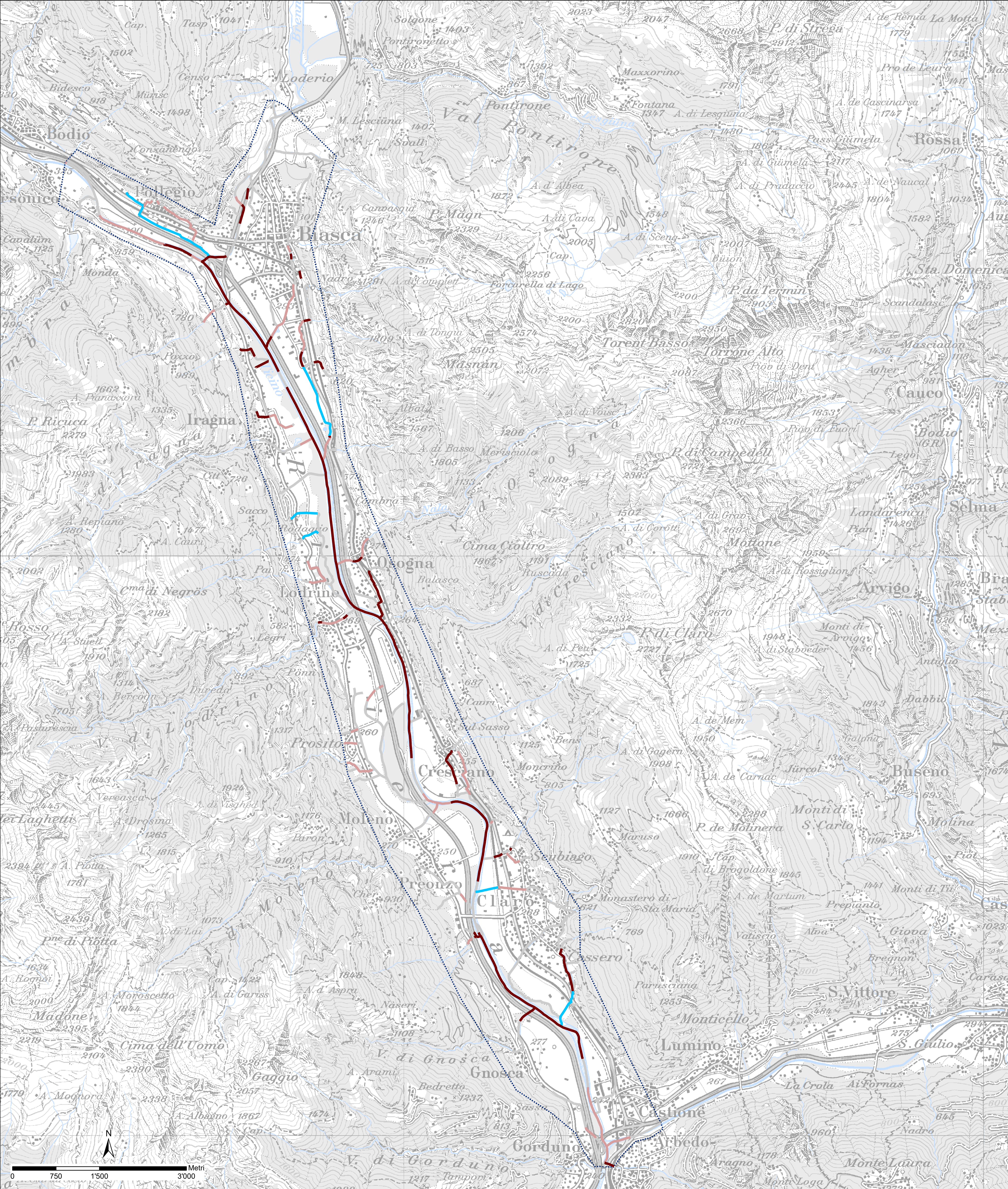
 Oikos
Consulenza
e ingegneria
ambientale Sagi Via Riale Righetti 20a
6503 Bellinzona
+41 91 829 16 81
info@oikos.swiss

Legenda

PIANIFICAZIONE STATEGICA RIVITALIZZAZIONI 2014 (Ufficio dei corsi d'acqua)

Beneficio ecologico vs costi

- 1 - contenuto
- 2 - medio
- 3 - rilevante



Masterplan operativo per la riqualifica dei corsi d'acqua in Riviera

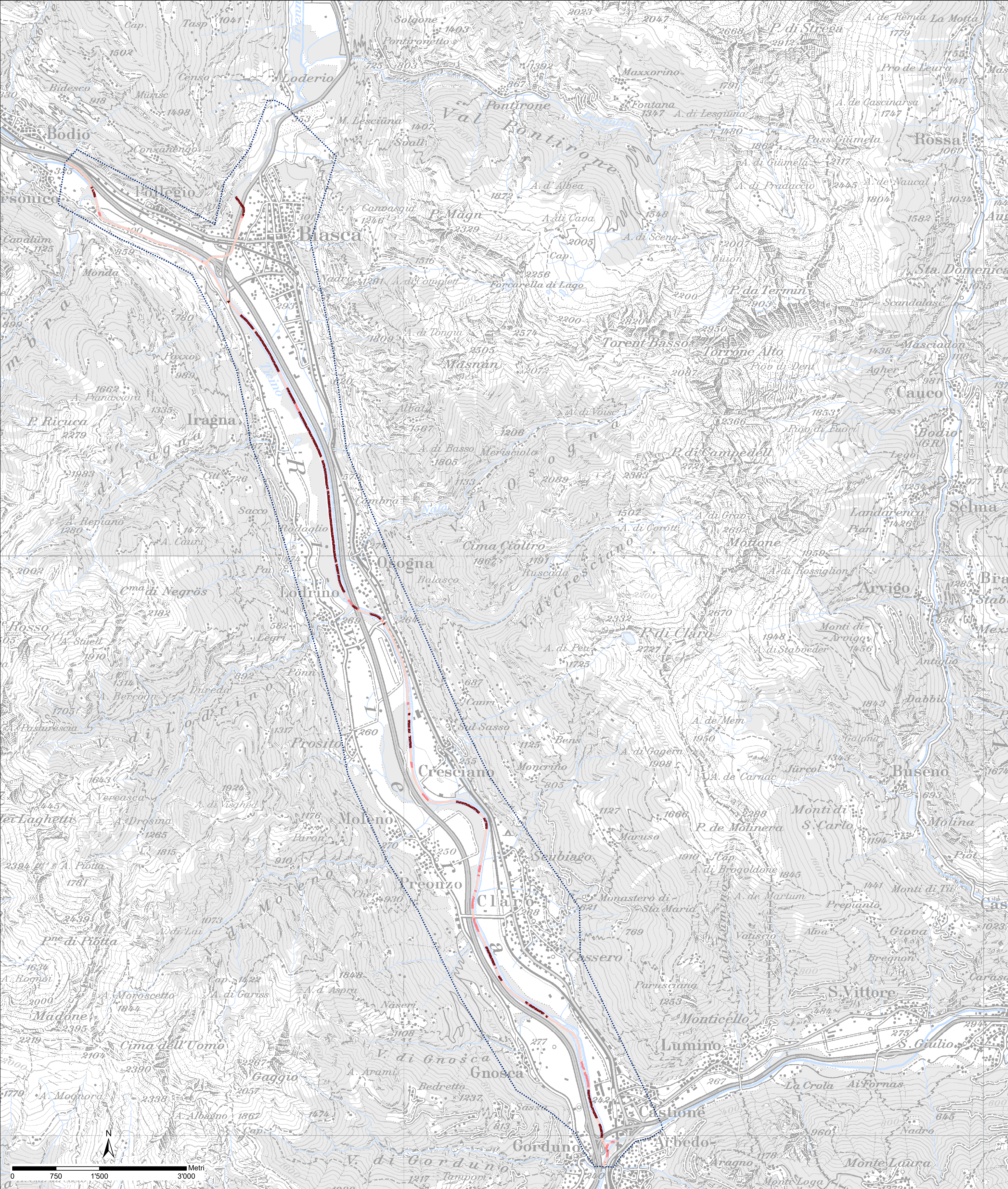
Resp. progetto: AC Formato: 841 x 594 cm (A1)
Mandato n.: 2075 Scala: 1:30'000
Nome file: - Data: 07.05.2021

 Oikos
Consulenza
e ingegneria
ambientale Sagi Via Riale Righetti 20a
6503 Bellinzona
+41 91 829 16 81
info@oikos.swiss

Legenda

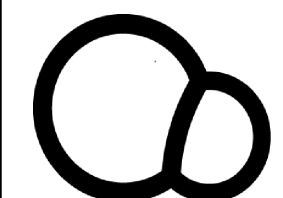
INTERVENTI DI RIVITALIZZAZIONE - VALUTAZIONE NELL'AMBITO DEL MASTERPLAN

- 1 - nessun intervento proposto nell'ambito del MP Riviera
- 2 - intervento da promuovere in seconda priorità nell'ambito del MP Riviera
- 3 - intervento da promuovere in prima priorità nell'ambito del MP Riviera
- 4 - interventi di rivitalizzazione eseguiti



Masterplan operativo per la riqualifica dei corsi d'acqua in Riviera

Resp. progetto: AC Formato: 841 x 594 cm (A1)
Mandato n.: 2075 Scala: 1:30'000
Nome file: - Data: 07.05.2021

 Oikos
Consulenza
e ingegneria
ambientale Sagi Via Riale Righetti 20a
6503 Bellinzona
+41 91 829 16 81
info@oikos.swiss

Legenda

POTENZIALE DI ALLARGAMENTO DELL'ALVEO DEI GRANDI FIUMI

- 0 - nullo o non valutato
- 1 - basso
- 2 - medio
- 3 - elevato

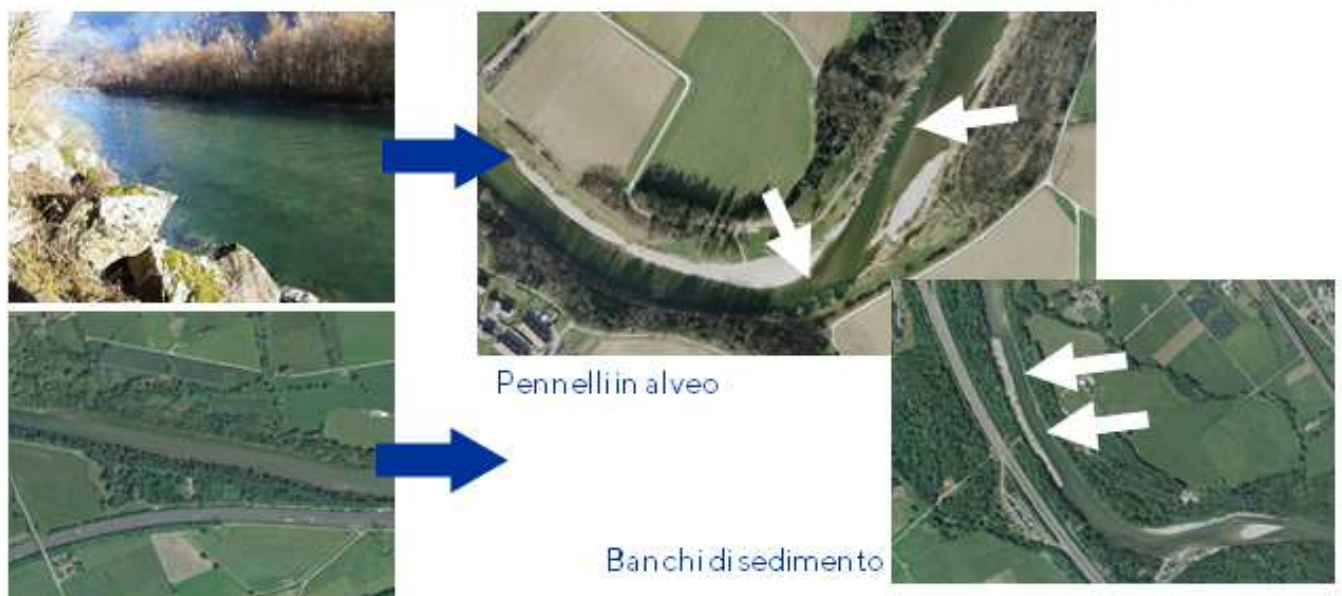
Catalogo delle misure di rivitalizzazione

Misura C: Diversificazione corso d'acqua

- Diversificazione = ricreare **variabilità di habitat** per specie legate al fiume ed alle sponde
- C1-C2 **Strutturazione** del fondo e delle sponde



- C3 Diversificazione = ricreare **variabilità idromorfologica dell'alveo**
(all'interno dell'alveo = *in-stream restoration*)





Misura C: Diversificazione corso d'acqua

Scala di intervento:

- piccola o media o grande

Costi:

- bassi o medi o elevati

Potenziale ecologico:

- basso o medio o elevato

Potenziale di fruizione:

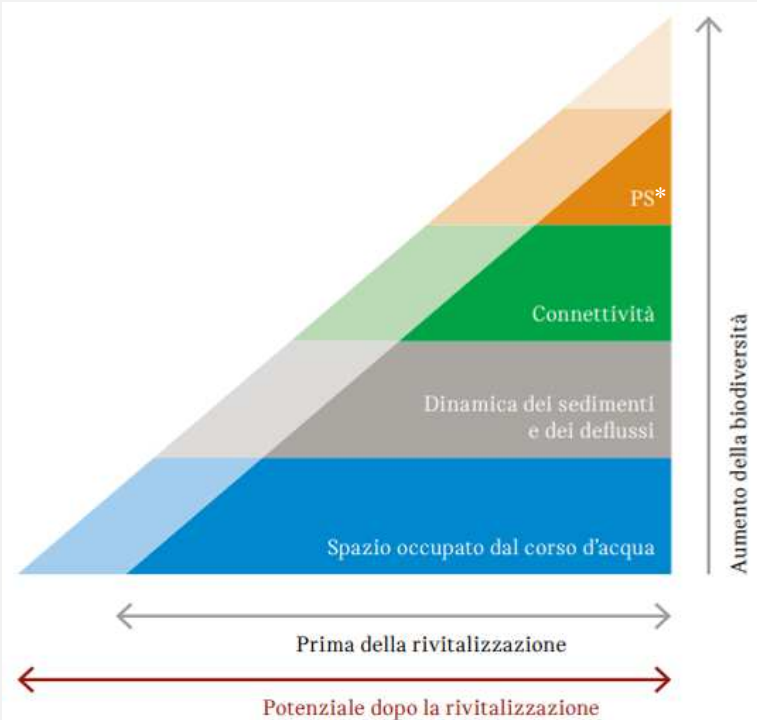
- basso o medio o elevato

Pro:

- Costi contenuti
- Facilità di realizzazione

Contro:

- Durata limitata nel tempo
- Misure puntuali (non ideali per grandi fiumi)
- Funzionalità limitata (misure complementari)

C-1	Strutturazione dell'alveo		
Descrizione	Posa in alveo di strutture di varia tipologia per la creazione di habitat diversificati per la fauna ittica o per altre specie di flora e fauna legata agli ambienti dei greti: • materiale vegetale: ceppaie e tronchi ancorati al fondale; • materiale inerte: blocchi ciclopici, strutture di blocchi e pietrame, banchi di sedimento; • strutture di ingegneria naturalistica: deflettori del flusso idrico, rifugi e ricoveri per la fauna ittica.		
Scala di intervento consigliabile	☒ Piccola Intervento puntuale o su una piccola tratta 1-50 m	☐ Media Intervento locale o su una media tratta 50-200 m	☐ Grande Intervento esteso a una vasta tratta/area o diversi elementi del reticolo idrico > 200 m
Obiettivo	Obiettivi idromorfologici • Diversificazione idromorfologica a livello di microscala per la creazione di habitat Obiettivi di qualità ecologica e biodiversità • Ricostituzione di habitat • Reintroduzione di specie L'obiettivo della misura è la creazione di habitat e siti idonei per la vita (rifugio, nutrimento, riproduzione) di specie ittiche e altre specie di flora e fauna. In quanto tali, gli interventi devono essere studiati in dettaglio dal punto di vista delle specie <i>target</i>, della tipologia e collocazione.		
Funzionalità/efficacia	Intervento di promozione specifica (PS), puntuale o locale. Senza o con limitate modifiche idromorfologiche dell'alveo.  *PS: Promozione specifica		

C-1		Strutturazione dell'alveo				
Costi	☒	Contenuti	☐	Medi	☐	Elevati
Gestione	Intervento che necessita un controllo dello stato e della funzionalità delle strutture, che possono essere soggette a deterioramento o esposte al rischio di rimozione in seguito a eventi di piena.					
Valutazione	Punti di forza/Opportunità			Punti di debolezza/Rischi		
	• Costi molto contenuti • Facilità di realizzazione e messa in opera • Misura maggiormente idonea ed efficace per i piccoli e medi corsi d'acqua, con deficit di diversità degli habitat e dove la dinamica del corso d'acqua non riesce a garantire naturalmente la presenza di strutture			• Durata limitata nel tempo ed efficacia limitata al sito di intervento • Funzionalità di sola promozione specifica • Necessità di controllo ed eventuale manutenzione, sostituzione e rifacimento in caso di perdita della funzionalità delle strutture • Le misure puntuali sono più difficilmente applicabili a grandi fiumi, a causa della grande portata (minore durata e maggiore probabilità di rimozione delle strutture) e delle variazioni di livello idrico (deflussi discontinui) • Per grandi fiumi con una dinamica naturale funzionale, i fenomeni di erosione e deposito di sedimenti e detriti vegetali sono sufficienti alla creazione di strutture e habitat diversificati. Tale misura è quindi superflua.		
Immagine C-1.1 Ceppaie e tronchi in alveo						
Strutturazione mediante posa di ceppaie e tronchi ancorati in alveo						

C-1

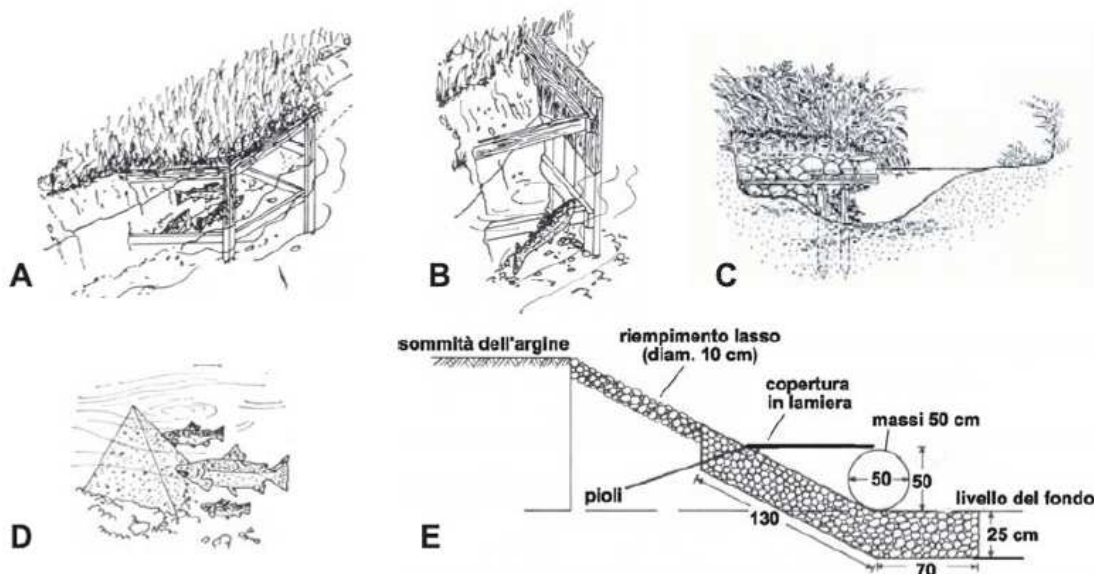
Strutturazione dell'alveo

Immagine
C-1.2
Struttura con
blocchi,
pietrame,
ceppaie



Diversificazione degli habitat in alveo mediante posa di blocchi, pietrame e ceppaie

Immagine
C-1.3
Strutture di
rifugio e ricovero
per pesci



Strutture di rifugio e ricovero per pesci: rifugio sottosponda a pensilina (A), deflettore (B), rifugio/riparo ricavato nel corpo di un deflettore di corrente (C), riparo "dente di drago" (D), riparo/rifugio con lamiera creata lungo una difesa spondale con gabbionata (E). Immagini: CIRF, La riqualificazione fluviale in Italia.

C-2

Strutturazione delle sponde

Descrizione

- Modifica della struttura della sponda, con eventuale rimozione o mitigazione dell'impatto di manufatti artificiali (muri, lastrici) e sostituzione con una copertura vegetale o con consolidamenti meno impattanti (scogliere alla rinfusa rinverdite, sponde rinforzate con tecniche di ingegneria naturalistica)
- Modifica del profilo trasversale della sponda con riduzione della pendenza
- Diversificazione della copertura spondale con piantumazione di boschetti ripuali, arbusti, creazione di strutture per la piccola fauna terrestre (insetti, rettili e anfibi)
- Creazione o miglioramento della fascia di riva molle al piede della sponda

Scala di intervento

☒	Piccola Intervento puntuale o su una piccola tratta 1-50 m	☒	Media Intervento locale o su una media tratta 50-200 m	☐	Grande Intervento esteso a una vasta tratta/area o diversi elementi del reticolo idrico >200 m
-------------------------------------	--	-------------------------------------	--	--------------------------	--

Obiettivo

Obiettivi idromorfologici

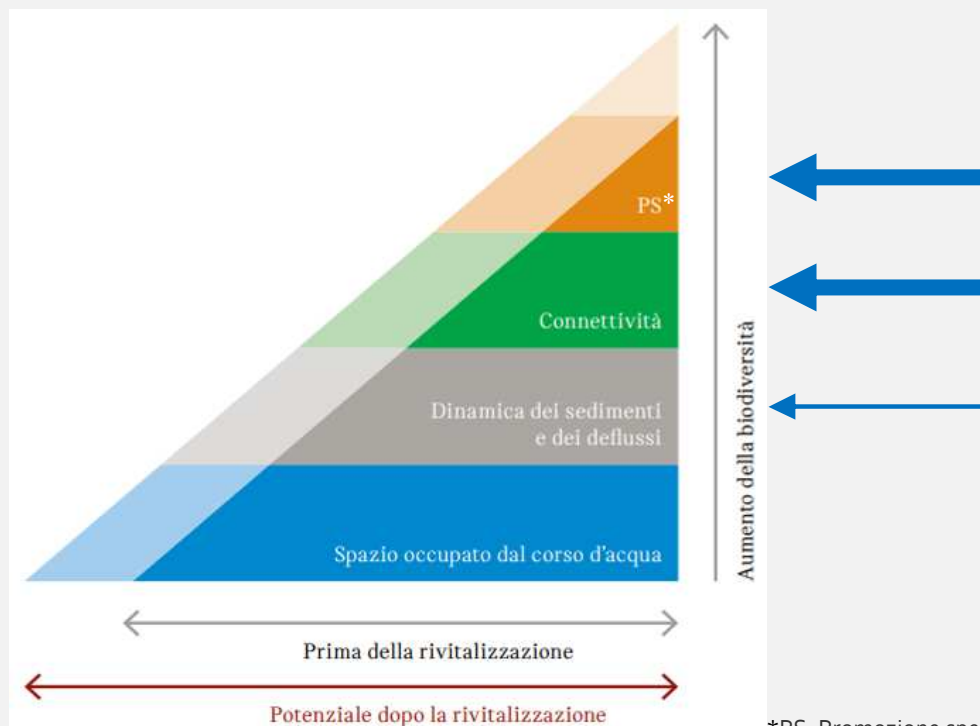
- Preservare le forme del paesaggio e le fasce ecologiche spondali di transizione

Obiettivi di qualità ecologica e biodiversità

- Ricostituzione e interconnessione di habitat (fiume, zone golenali, fasce spondali, riva)
- Reintroduzione di specie e contenimento di specie esotiche invasive

Funzionalità/efficacia

Intervento multifunzionale. In termini di promozione specifica (PS) esso favorisce la presenza di specie di piccola fauna terrestre o anfibia, di avifauna, di specie ittiche (ombreggiamento, detriti vegetazione, alberi, ceppaie). Intervento che inoltre migliora sensibilmente la connettività trasversale tra le sponde e il corso d'acqua. La strutturazione di una sponda naturale può contribuire almeno parzialmente al miglioramento della dinamica dei sedimenti (apporto laterale di materiale organico e lapideo, piccole erosioni).



*PS: Promozione specifica

C-2		Strutturazione delle sponde				
Costi	☒	Contenuti	☐	Medi	☐	Elevati
Gestione	Intervento che necessita di cure di avviamento nei primi anni, per favorire la crescita della vegetazione ripuale nel modo desiderato e per il contrasto delle specie invasive. Possono essere necessari anche interventi per la sistemazione di erosioni indesiderate.					
Valutazione	Punti di forza/Opportunità			Punti di debolezza/Rischi		
	• Costi generalmente contenuti, a seconda del tipo di intervento: costi bassi per la sola piantumazione e diversificazione spondale, costi superiori nel caso di rimozione e sostituzione di consolidamenti artificiali • Misura multifunzionale efficace • Durata illimitata nel tempo, dopo il termine delle cure di avviamento • Flessibilità di intervento: attuabile per brevi tratte come pure su tratte di media lunghezza. Per interventi su tratti di fiume di grande estensione sono più indicate le misure successive			• Necessità di gestione iniziale con le cure di avviamento per evitare effetti indesiderati • Necessità di una valutazione dal punto di vista della sicurezza idraulica, per la modifica delle sezioni di deflusso senza allargamento dell'alveo • Intervento che agisce sulla sponda e sul piede di sponda. Non migliora deficit eventualmente presenti all'interno dell'alveo bagnato		
Immagine C-2.1 Strutture in sponda						
Strutturazione delle sponde mediante posa di ceppaie e pietrame, sponde dinamiche che si rinverdiscono attraverso processi naturali, con presenza di specie pioniere						

C-2

Strutturazione delle sponde

Immagine
C-2.2
Riprofilatura di
una sponda
artificiale



Riprofilatura di una sponda artificiale: scarpata percorribile per la riconnessione con l'alveo del corso d'acqua. Diversificazione degli habitat mediante posa di blocchi e pietrame. Creazione di rifugio per la piccola fauna

Immagine
C-2.3
Strutture e
copertura
spondale



Rinverdimento e piantumazione di vegetazione ripuale

C-3

Diversificazione idromorfologica dell'alveo attuale

Descrizione

Modifica della morfologia dell'alveo attuale, senza significativi spostamenti delle arginature esistenti o allargamenti, sono possibili alcune tipologie di intervento:

- creazione di pennelli in blocchi, per diversificare il flusso idrico monotono in alvei banalizzati (rallentamento del flusso in alcune zone, concentrazione del flusso e accelerazione in altre). I pennelli possono avere anche una funzione di controllo di processi erosivi (difesa di sponda, prevenzione erosioni, creazione di zone di deposito di sedimento fine) o ancora possono avere l'obiettivo della creazione di habitat per la fauna ittica (pozze e raschi);
- posa di materiale in alveo a formare banchi mobili. I banchi sono più funzionali per la diversificazione morfologica e il contrasto del deficit di sedimento piuttosto che la difesa di sponda;
- creazione di allargamenti puntuali dell'alveo (insenature) o miglioramento sinuosità delle sponde (riporto di materiale), con eventuali piccoli interventi sull'argine (1-50 m). Si ottiene così una diversificazione idromorfologica alla scala puntuale o di piccola tratta.

Scala di intervento

☒	Piccola Intervento puntuale o su una piccola tratta 1-50 m	☒	Media Intervento locale o su una media tratta 50-200 m	☐	Grande Intervento esteso a una vasta tratta/area o diversi elementi del reticolo idrico >200 m
-------------------------------------	--	-------------------------------------	--	--------------------------	---

Obiettivo

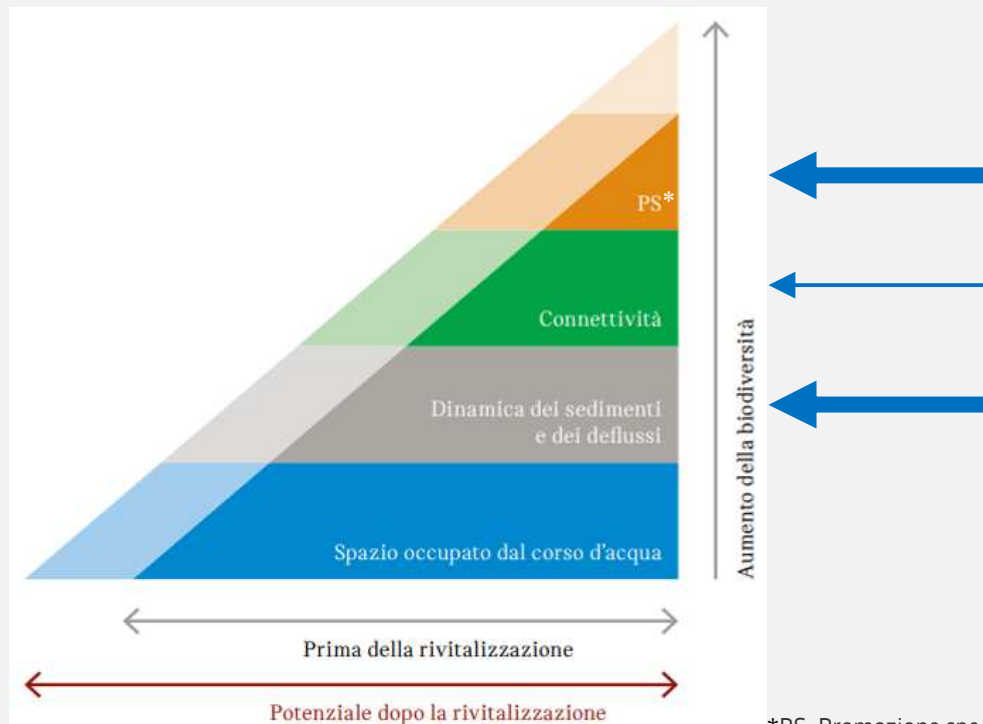
Obiettivi idromorfologici

- Riequilibrare il ciclo dei sedimenti
- Preservare le forme del paesaggio

Obiettivi di qualità ecologica e biodiversità

- Ricostituzione di habitat e reintroduzione di specie

Funzionalità/efficacia



*PS: Promozione specifica

C-3

Diversificazione idromorfologica dell'alveo attuale

Costi



Contenuti



Medi



Elevati

Gestione

Misura che implica il solo controllo della funzionalità degli interventi in alveo ed eventuale correzione di effetti indesiderati. In caso di interventi che coinvolgono gli argini e le sponde, sono necessarie cure di avviamento e una gestione della vegetazione sulle superfici interessate.

Valutazione

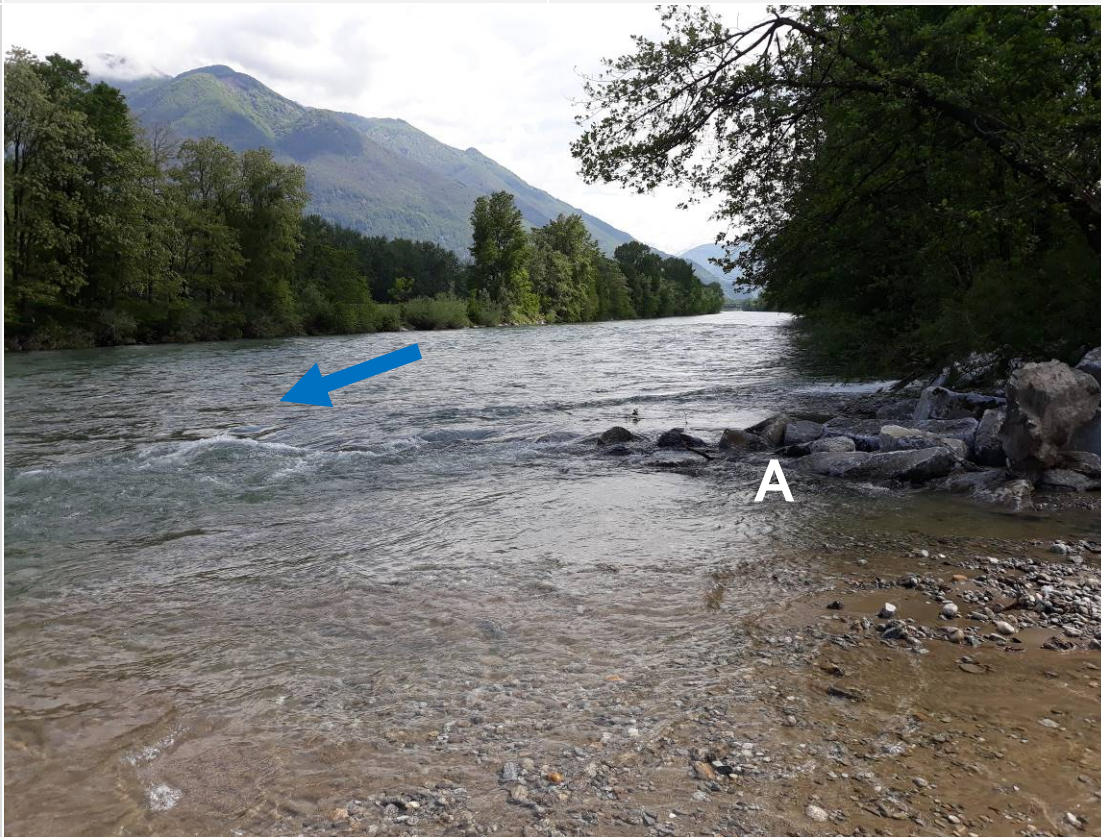
Punti di forza/Opportunità

- Costi unitari generalmente contenuti o medi
- Misura multifunzionale che migliora sensibilmente i deficit idromorfologici (habitat) e di dinamica dell'alveo
- Effetti di lunga durata nel tempo, qualora le misure siano correttamente progettate e dimensionate
- costi di gestione bassi o nulli

Punti di debolezza/Rischi

- Necessità di una valutazione e approfondimento dal punto di vista della sicurezza idraulica, per la modifica delle sezioni di deflusso, con restringimenti localizzati e per la modifica della rugosità dell'alveo, con un rallentamento delle velocità di deflusso
- La creazione di strutture ripetitive (moduli di pennelli simmetrici) può portare effetti negativi e banalizzazione delle forme del paesaggio

Immagine
C-3.1
Diversificazione
dell'alveo:
pennello

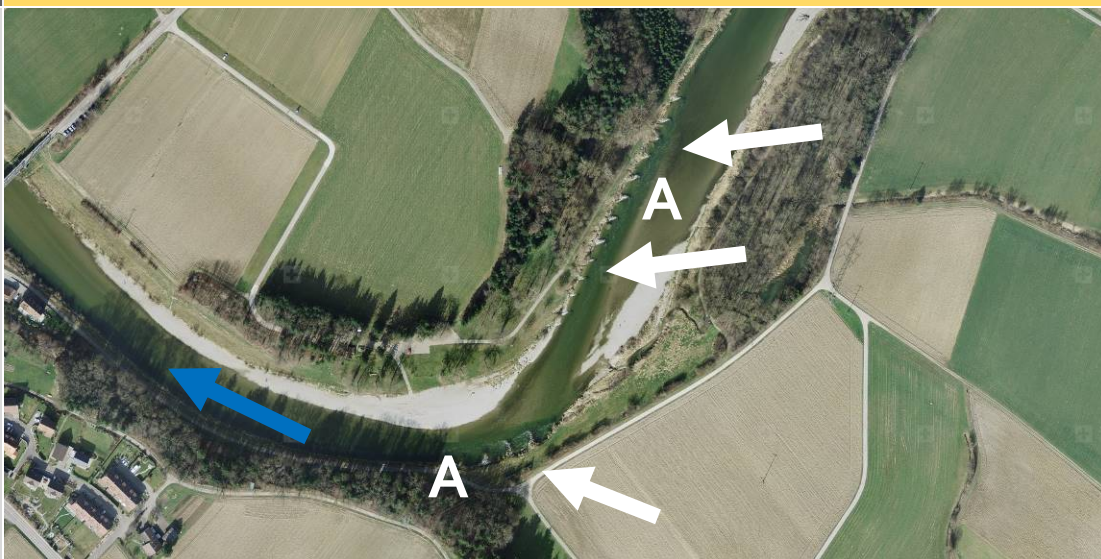


Strutturazione dell'alveo mediante la creazione di un pennello semisommerso in blocchi (A). Il deflusso viene deviato verso la sponda opposta, favorendo la presenza di zone di acqua calma e il deposito dei sedimenti.

C-3

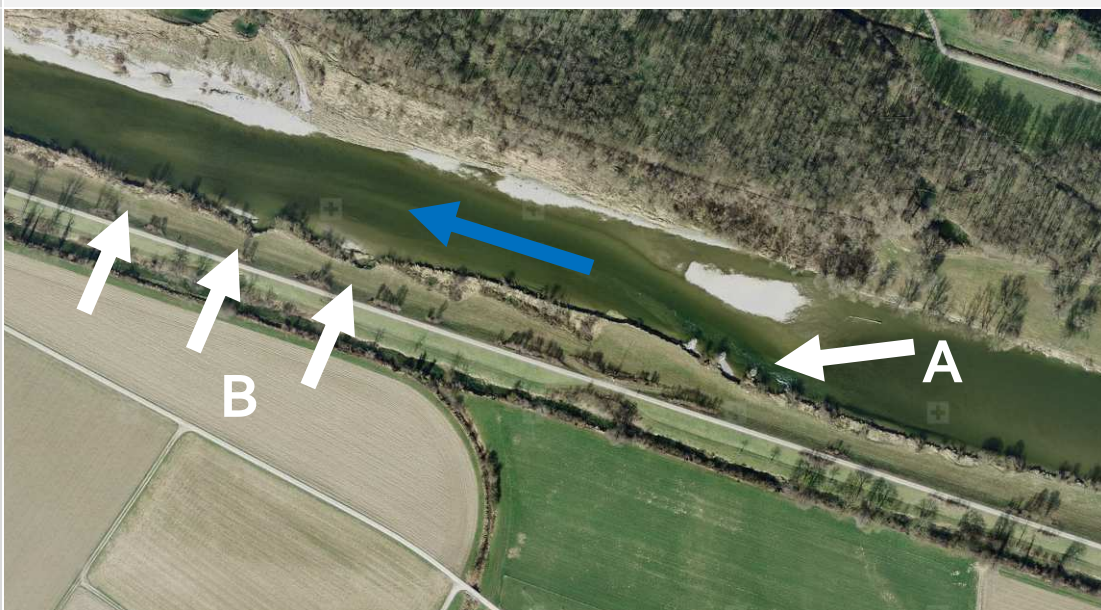
Diversificazione idromorfologica dell'alveo attuale

Immagine
C-3.2
Diversificazione
dell'alveo:
pennelli in
blocchi



Diversificazione idromorfologica e difesa di sponda mediante creazione di pennelli in blocchi ai piedi dell'argine, sulla sponda in curva esterna (A). Fiume Thur presso Gütighausen (ZH).

Immagine
C-3.3
Diversificazione
dell'alveo:
pennelli in
blocchi e
insenature nella
sponda



Diversificazione dell'alveo in sponda sinistra mediante pennelli in blocchi (A) e insenature (B). Fiume Thur presso Niederneunforn (TG).

C-3

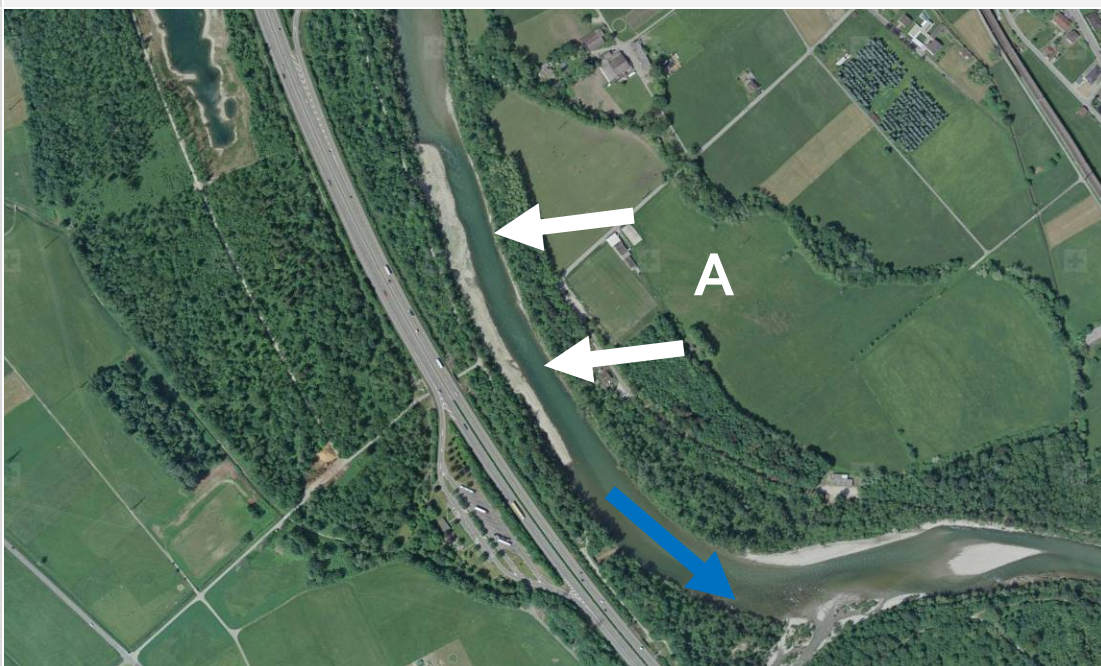
Diversificazione idromorfologica dell'alveo attuale

Immagine
C-3.4
Diversificazione
dell'alveo:
bancone di
sedimento in
alveo



Diversificazione idromorfologica e riporto di sedimenti mediante creazione di bancone (inondabile e mobile) di materiale alluvionale in alveo.

Immagine
C-3.5
Diversificazione
dell'alveo:
bancone di
sedimento



Diversificazione dell'alveo in sponda destra con deposito di materiale in alveo (A). Fiume Ticino presso Cresciano.

Misura A: Allargamento dell'alveo

- A1 Allargamento = maggiore **spazio** per **variabilità** di ambienti e **riattivazione processi dinamici** naturali del fiume (sedimenti, variazioni idromorfologiche)



Rimozione e/o
arretramento degli
argini



Creazione di un ramo
secondario

- A2 Creazione di zone golenali attive, rami secondari, riattivazione di lanche e zone umide = **connessione** con reticolo idrico, golene, ambienti collaterali



Creazione nuovo
alveo laterale con
estese golene
attive



Riattivazione
e connessione
golene
e zone umide

Misura A: Allargamento dell'alveo

Scala di intervento:

☐ piccola ☐ media ☒ grande

Costi:

☐ bassi ☐ medi ☒ elevati

Potenziale ecologico:

☐ basso ☐ medio ☒ elevato

Potenziale di fruizione:

☐ basso ☐ medio ☒ elevato

Pro:

- Misura multifunzionale integrata
- Effetti diffusi e duraturi (definitivi)
- Miglioramento sicurezza idraulica

Contro:

- Costi elevati
- Conflitti (restituzione aree al fiume)

- A3 Una possibilità per diminuire i costi: definizione di **fasce di mobilità e limiti di intervento**



Fascia di mobilità

Limite di intervento

Nuovo letto del
fiume

Nuovo argine

Pro:

- Costi contenuti (il fiume fa il suo lavoro)
- Stessi vantaggi come per allargamento

Contro:

- Effetti positivi (allargamento) non immediati
- Conflitti (restituzione aree al fiume)

A-1

Allargamento dell'alveo con spostamento degli argini

Descrizione

Modifica significativa della morfologia dell'alveo attuale mediante allargamento del corso d'acqua. Gli argini sono rimossi, arretrati e ricostruiti secondo i principi della strutturazione delle sponde (misura M-2). L'allargamento del corso d'acqua può essere attuato con:

- allargamento della sezione idraulica su una o entrambe le sponde, con formazione di zone golenali laterali, lo spazio guadagnato viene restituito alla dinamica del corso d'acqua;
- creazione di un ramo laterale secondario, ad esempio con il taglio di un meandro;
- creazione di un nuovo alveo allargato a finaco del vecchio alveo, che può essere mantenuto attivo in parte o riconvertito ad altri usi.

In entrambi i casi il corso d'acqua sarà libero di occupare i nuovi spazi disponibili, sviluppando i processi idromorfologici e dinamici tipici di un corso d'acqua naturale. Le zone golenali laterali, più o meno frequentemente inondate, saranno colonizzate da vegetazione pioniera, vegetazione ripuale e boschi umidi. L'aumento dello spazio disponibile permette la ricostituzione degli ambienti di transizione e delle successioni naturali che caratterizzano i corsi d'acqua. I processi di erosione, trasporto e deposito di sedimenti sono riattivati. La presenza di ambienti variegati e la riattivazione dei processi dinamici permette la ricostituzione di habitat e microhabitat. Tale ricostruzione può essere eventualmente accelerata mediante interventi di strutturazione (misure M-1 e M-2).

La misura deve essere attuata a scala media o grande, piccoli allargamenti puntuali rientrano nella categoria precedente di diversificazione idromorfologica (M-3).

Scala di intervento

☐	Piccola Intervento puntuale o su una piccola tratta 1-50 m	☒	Media Intervento locale o su una media tratta 50-200 m	☒	Grande Intervento esteso a una vasta tratta/area o diversi elementi del reticolo idrico >200 m
--------------------------	--	-------------------------------------	--	-------------------------------------	--

Obiettivo

Obiettivi idromorfologici

- Restituire spazio al corso d'acqua
- Riattivare le dinamiche idromorfologiche proprie del corso d'acqua
- Preservare e ricreare le forme del paesaggio fluviale di fondovalle
- Riequilibrare il ciclo dei sedimenti

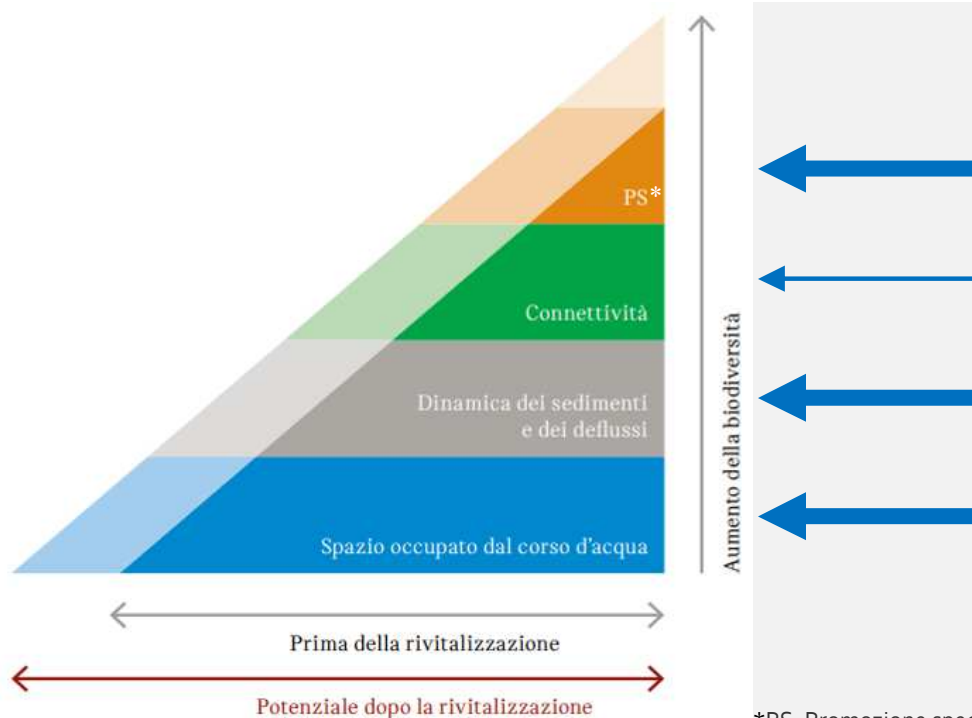
Obiettivi di qualità ecologica e biodiversità

- Ricostituzione di habitat e reintroduzione di specie
- Interconnessione di habitat

A-1

Allargamento dell'alveo con spostamento degli argini

Funzionalità/
efficacia



*PS: Promozione specifica

Costi



Contenuti



Medi



Elevati

Gestione

Misura che necessita un controllo dei risultati e una gestione *post-operam* a vari livelli:

- monitoraggio ed eventuali azioni correttive;
- gestione delle superfici restituite al corso d'acqua: zone golenali, superfici rinverdate, boschi ripuali, per evitare effetti indesiderati come la diffusione di specie dannose e una banalizzazione degli ambienti rivitalizzati

Valutazione

Punti di forza/Opportunità

- Intervento integrato che agisce a tutti i livelli nel miglioramento del potenziale del corso d'acqua
- Misura con effetti benefici significativi e diffusi per il corso d'acqua
- Effetti di lunga durata nel tempo o definitivi, le misure devono essere correttamente progettate e dimensionate
- La pianificazione delle misure deve tenere conto non solo degli obiettivi di rivitalizzazione ma anche del contesto di intervento e della vocazione del territorio (fruizione, interazione con aree urbanizzate, agricoltura). In questo modo è possibile trovare soluzioni sinergiche e opportunità di effetti positivi integrati
- Maggiore volume di laminazione con diminuzione delle portate al colmo di piena

Punti di debolezza/Rischi

- La restituzione di spazio al corso d'acqua implica la sottrazione di spazi ad altri usi e quindi la nascita di potenziali conflitti. Si rende necessaria una pianificazione degli interventi con negoziazione e valutazione degli effetti per tutti i portatori di interesse
- Costi generalmente medi o elevati, anche perché la misura si attua tipicamente a media o grande scala
- Necessità di una valutazione e di un approfondimento dal punto di vista della sicurezza idraulica, per la modifica delle sezioni di deflusso, con restringimenti localizzati e per la modifica della rugosità dell'alveo, con un rallentamento delle velocità di deflusso

A-1

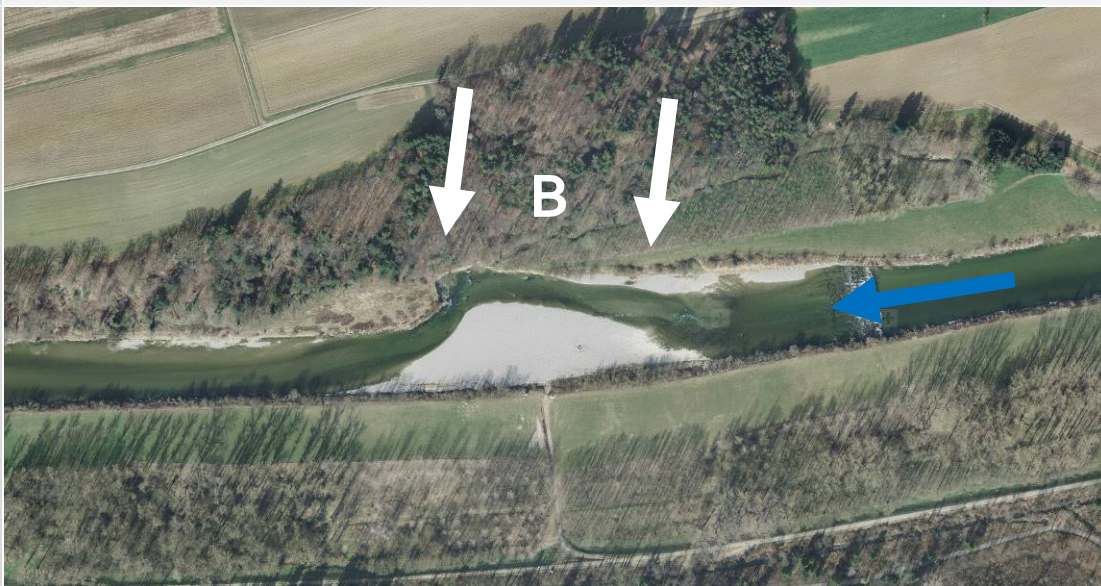
Allargamento dell'alveo con spostamento degli argini

Immagine
A-1.1
Allargamento
dell'alveo:
arretramento
dell'argine su
una sponda



Allargamento dell'alveo rettificato, in sponda sinistra, con arretramento dell'argine. La tratta interessata è piuttosto breve, con soli 250 m di lunghezza (A). Fiume Thur presso Feldi (ZH).

Immagine
A-1.2
Allargamento
dell'alveo

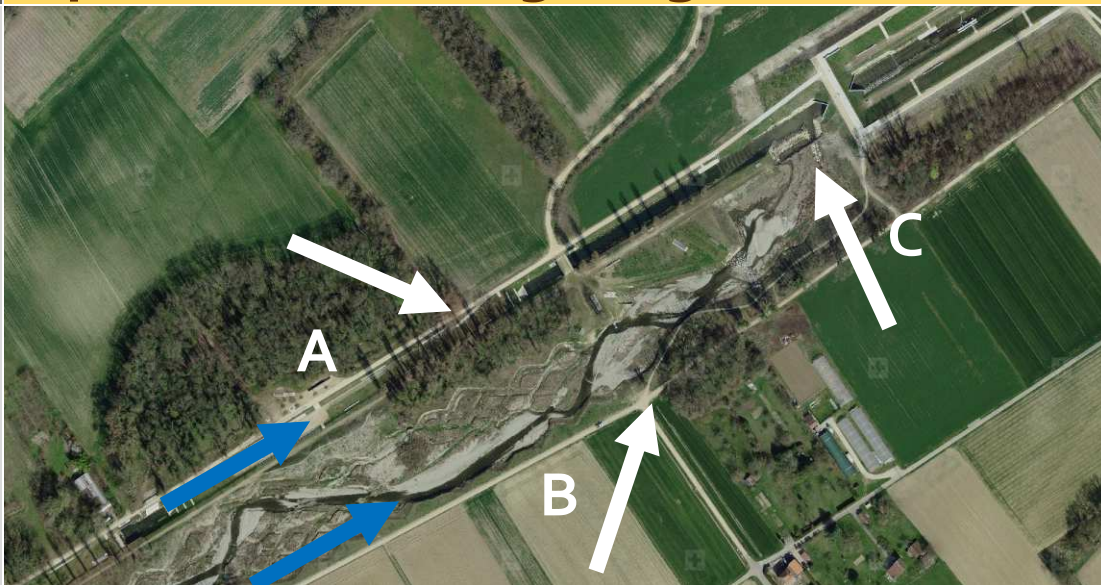


Diversificazione dell'alveo rettificato, mediante allargamento in sponda destra. La dinamica dei sedimenti con erosione e sedimentazione è riattivata (B). Questo favorisce la creazione di habitat e la formazione di strutture naturali: banchi di sedimento, scarpate di erosione, ceppaie e alberi in alveo. Fiume Thur presso Pfyn (TG), tratto di lunghezza di ca. 300 m.

A-1

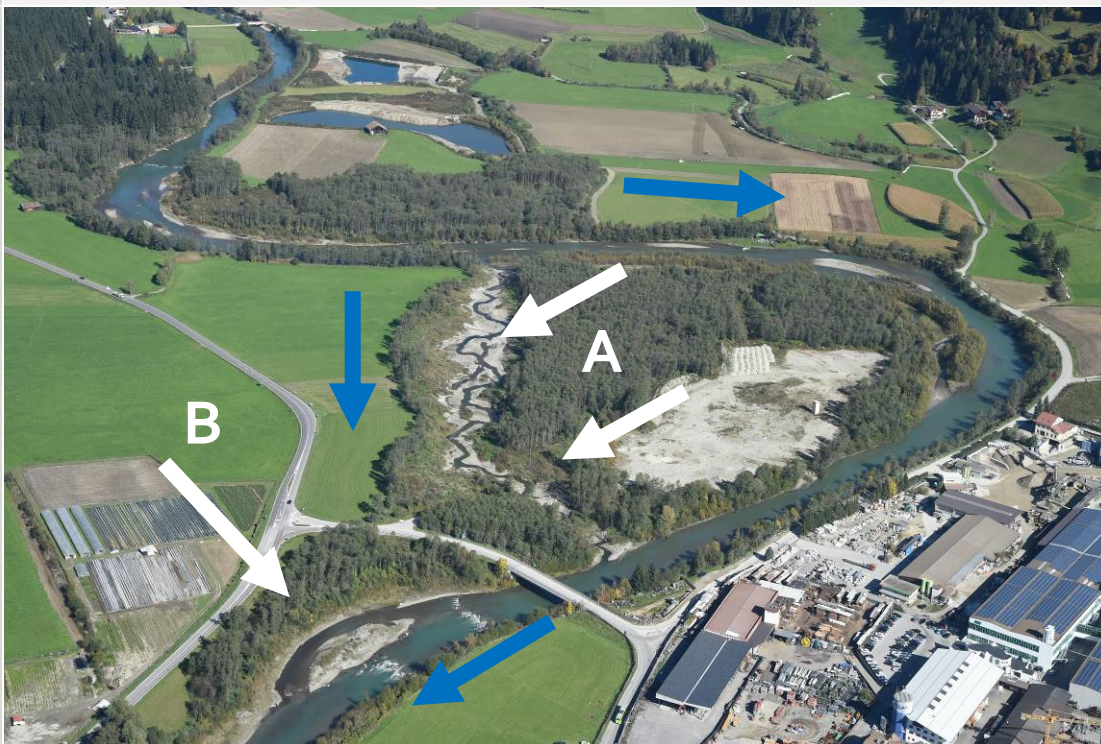
Allargamento dell'alveo con spostamento degli argini

Immagine
A-1.3
Allargamento
dell'alveo:
apertura di un
ramo secondario
in un nuovo
alveo



Allargamento dell'alveo rettificato mediante apertura di un nuovo alveo (B) a fianco di quello attuale (A). Il vecchio alveo è in parte stato riconvertito per scopi ricreativi: parco pubblico. Si noti la confluenza dei due rami (C). Fiume Aire presso Lully (GE).

Immagine
A-1.4
Allargamento
dell'alveo:
apertura di un
ramo secondario



Allargamento dell'alveo con attivazione di un ramo secondario a tagliare un meandro (A), ulteriore allargamento con ramo secondario più breve e isolamento di un banco di sedimenti centrale (B). Torrente Aurino tra Gais e Molini di Tures (BZ, I) Immagine: Agenzia per la Protezione Civile, Provincia autonoma di Bolzano.

A-2

Creazione e riattivazione di lanche e zone umide

Descrizione

La misura è un'estensione della scheda precedente (A-1). Oltre all'allargamento dell'alveo per la riqualifica del corso d'acqua, si prevede anche la creazione e la riattivazione di ambienti umidi interconnessi con il fiume, quali lanche e paludi. In questo modo si ricostituiscono le forme tipiche del paesaggio fluviale alluvionale di fondovalle nel suo complesso, favorendo la formazione di un reticolo ecologico di ambienti umidi diversificati e interconnessi.

All'atto pratico valgono le stesse indicazioni già espresse per la precedente misura M-4, in fase di pianificazione e di progetto si dovrà tenere in considerazione quali siti hanno una vocazione o caratteristiche idonee per un intervento di questo tipo.

Si riportano, a titolo di riferimento, alcune tipologie di intervento per ambienti umidi:

- creazione o riattivazione di lanche e meandri morti, non collegati al corso d'acqua principale
- creazione o riattivazione di lanche e braccia secondari, idraulicamente collegati e riattivati nel corso delle piene
- creazione di zone paludose alluvionali
- creazione di aree di laminazione delle piene

Scala di intervento

☐	Piccola Intervento puntuale o su una piccola tratta 1-50 m	☒	Media Intervento locale o su una media tratta 50-200 m	☒	Grande Intervento esteso a una vasta tratta/area o diversi elementi del reticolo idrico >200 m
--------------------------	---	-------------------------------------	---	-------------------------------------	---

Obiettivo

Obiettivi idromorfologici

- Restituire spazio al corso d'acqua e agli ambienti acquatici alluvionali a esso connessi
- Riattivare delle dinamiche idromorfologiche proprie del corso d'acqua
- Preservare e ricreare le forme del paesaggio fluviale di fondovalle nel suo complesso
- Riequilibrare il ciclo dei sedimenti

Obiettivi di qualità ecologica e biodiversità

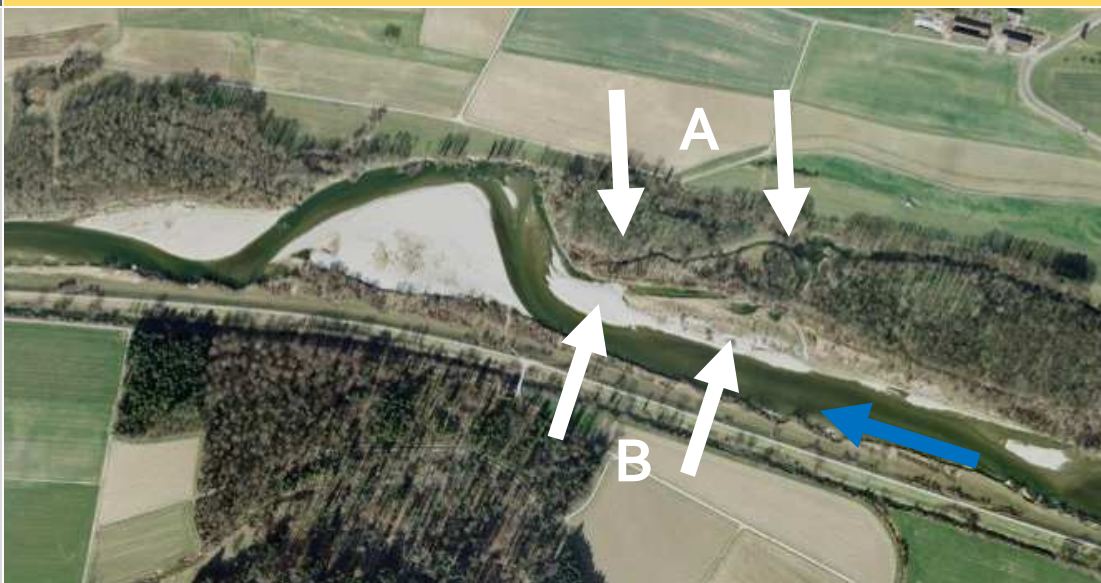
- Ricostituzione di habitat e reintroduzione di specie, non solo per quanto riguarda l'ambiente fluviale ma anche per quegli ambienti umidi e di transizione collegati al fiume
- Interconnessione di habitat di tipo fluviale, golene, paludi e zone umide

A-2	Creazione e riattivazione di lanche e zone umide				
Funzionalità/efficacia					Aumento della biodiversità *PS: Promozione specifica
Costi	☐	Contenuti	☐	Medi	☒ Elevati
Gestione	Misura che necessita un controllo dei risultati e una gestione <i>post-operam</i> a vari livelli: • monitoraggio ed eventuali azioni correttive • gestione delle superfici restituite al corso d'acqua: zone golenali, superfici rinverdate, boschi ripuali, per evitare effetti indesiderati come la diffusione di specie dannose e una banalizzazione degli ambienti rivitalizzati				
Valutazione	Punti di forza/Opportunità • Intervento integrato che agisce a tutti i livelli nel miglioramento del potenziale del corso d'acqua e degli ambienti umidi a esso interconnessi • Misura di intervento con effetti benefici significativi e diffusi per il corso d'acqua e gli ambienti umidi a esso collegati • Effetti di lunga durata nel tempo o definitivi • La pianificazione delle misure deve tenere conto non solo degli obiettivi di rivitalizzazione ma anche del contesto di intervento e della vocazione del territorio (fruizione, interazione con aree urbanizzate, agricoltura). In questo modo è possibile trovare soluzioni sinergiche e opportunità di effetti positivi integrati • Maggiore volume di laminazione con diminuzione delle portate al colmo di piena		Punti di debolezza/Rischi • La restituzione di spazio al corso d'acqua implica la sottrazione di spazi ad altri usi e quindi la nascita di potenziali conflitti. Si rende necessaria una pianificazione degli interventi con negoziazione e valutazione degli effetti per tutti i portatori di interesse • Costi generalmente medi o elevati, anche perché la misura si attua tipicamente a media o grande scala • Necessità di una valutazione e di approfondimento dal punto di vista della sicurezza idraulica, per la modifica delle sezioni di deflusso, con restringimenti localizzati e per la modifica della rugosità dell'alveo, con un rallentamento della velocità di deflusso		

A-2

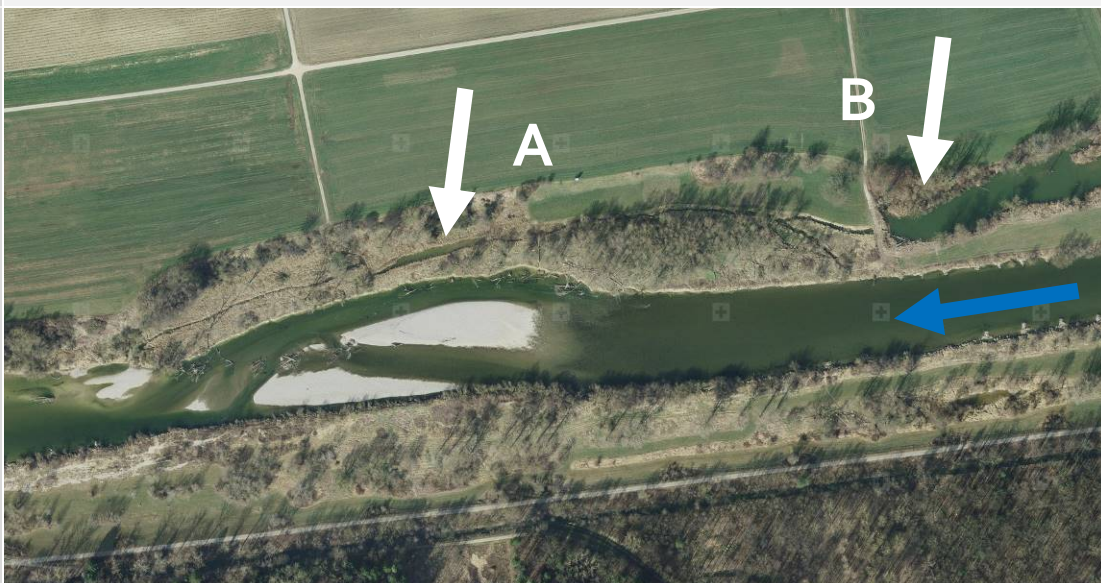
Creazione e riattivazione di lanche e zone umide

Immagine
A-2.1
Creazione e
riattivazione di
zone umide



Riqualifica dell'alveo rettificato, creazione di lanche attive contigue al corso d'acqua (B) e riconnessione di un canale laterale con zone paludose e specchi d'acqua ferma (A). Fiume Thur presso Fahrhof (TG).

Immagine
A-2.2
Riattivazione e
riconnessione di
zone umide

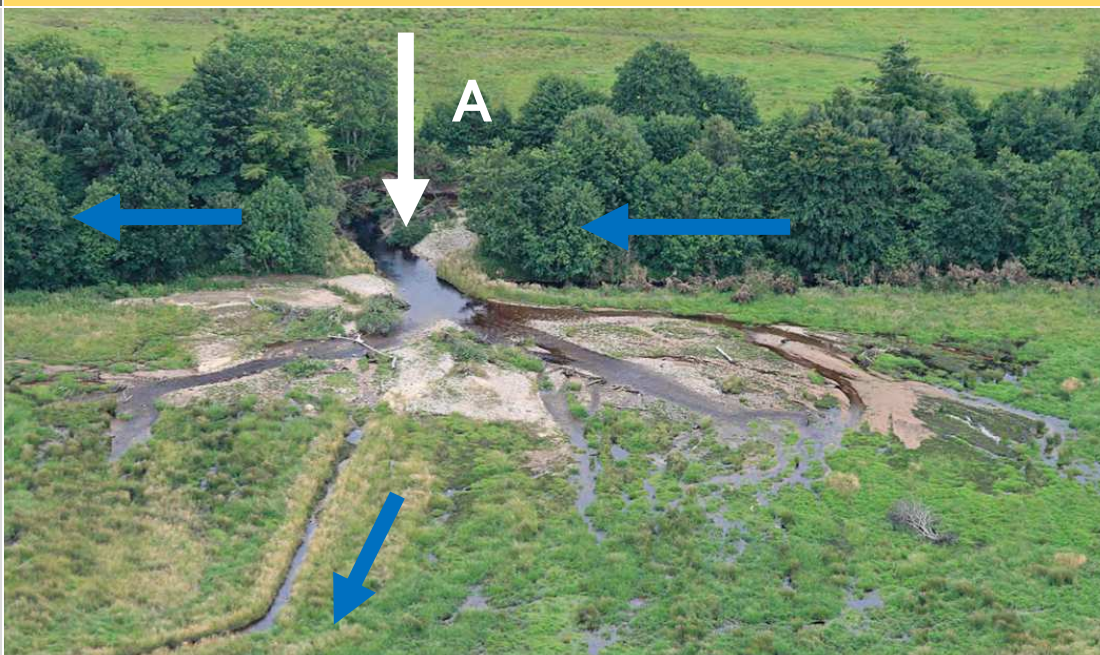


Riqualifica dell'alveo rettificato, riattivazione di ambienti umidi golenali in sponda destra (A) e riconnessione di uno stagno (B). Fiume Thur Uesslingen (TG).

A-2

Creazione e riattivazione di lanche e zone umide

Immagine
A-2.3
Apertura di un
argine per la
riattivazione di
processi
alluvionali
planiziali



Apertura nell'argine (A) per la riattivazione di processi alluvionali in una zona pianeggiante lungo il corso d'acqua. Non visibili nell'immagine sono i nuovi argini edificati oltre la zona inondabile. Riale Burn of Mosset presso Forres (Scozia). Immagine: Scot Avia, *The River Restoration Centre*.

Immagine
A-2.4
Creazione di un
ramo secondario
e di lanche



Allargamento dell'alveo con attivazione di un ramo secondario a tagliare un meandro (vedi immagine M-4.4), il ramo secondario illustrato nella scheda precedente si attiva durante gli eventi di piena e forma lanche e ambienti umidi interconnessi con il fiume in condizioni normali. Torrente Aurino tra Gais e Molini di Tures (BZ, I) Immagine: Agenzia per la Protezione Civile, Provincia autonoma di Bolzano.

A-3

Rimozione argini e pianificazione fascia di mobilità

Descrizione

Si tratta di una misura il cui scopo è l'allargamento dell'alveo del corso d'acqua per la riattivazione dei processi idromorfologici e la creazione di ambienti e habitat fluviali, spondali e golenali, come per i casi illustrati in precedenza. La differenza con le misure precedenti (M-4, M-5) è soprattutto per la tempistica e la modalità di realizzazione: l'allargamento e riqualifica vengono ideati e pianificati ma non vengono poi realizzati immediatamente con un unico intervento di progettazione e di cantiere. La misura si focalizza sulla riattivazione dei processi e non sulle forme del fiume.

La modalità di riqualifica del corso d'acqua avviene in primo luogo tramite la pianificazione e la definizione degli spazi di allargamento da restituire al fiume, con la definizione di una fascia di mobilità del corso d'acqua; in seguito si procede con la rimozione dell'arginatura esistente. Il corso d'acqua avrà quindi la possibilità di costruire e rimodellare il suo nuovo alveo tramite i naturali processi erosivi e di deposito di sedimenti. La dinamica di questo processo sarà lenta e soggetta agli eventi di piena del corso d'acqua.

La definizione della fascia di mobilità del corso d'acqua viene implementata attraverso la definizione di *limiti di discussione* e *limiti di intervento*:

- *Limite di discussione.* Si definiscono in planimetria dei limiti di mobilità dell'alveo, raggiunti i quali sarà necessario attivare una fase di negoziazione, valutazione, pianificazione e progettazione di interventi di consolidamento o di protezione spondale, con lo scopo di evitare l'ulteriore mobilità del fiume oltre una fascia desiderata (*limiti di intervento*).
- *Limite di intervento.* Il contenimento e il controllo della larghezza dell'alveo e della mobilità del fiume (pianificati al punto precedente) sono messi in atto quando il corso d'acqua raggiunge i limiti della fascia di intervento. La regimazione dell'alveo e la protezione delle sponde sono chiaramente realizzati con criteri di ingegneria ambientale e naturalistica, secondo quanto mostrato con la misura M-2. Gli interventi saranno messi in opera quando il corso d'acqua avrà già costruito un alveo allargato, funzionale dal punto di vista ecologico e idromorfologico.

All'atto pratico sono possibili alcune varianti nell'applicazione della misura, secondo le condizioni del sito e le necessità di amministrazione e gestione del processo. Ad esempio è possibile procedere con la sola pianificazione delle fasce di discussione e di intervento e con la rimozione delle arginature, per attivare il processo di allargamento. È altrimenti possibile definire le fasce, rimuovere l'argine esistente e realizzare le nuove protezioni spondali in corrispondenza dei limiti desiderati. Le nuove arginature si attiveranno in seguito, solamente se e quando il fiume le raggiungerà. Sono anche possibili delle soluzioni miste, per misure che coinvolgono lunghi tratti di fiume, con la suddivisione in tratte con diverse caratteristiche (larghezza della fascia di mobilità, requisiti di sicurezza idraulica, priorità di intervento, disponibilità di finanziamenti, ecc.).

Questa tipologia di misura è pensata per essere una misura strategica, applicata su un orizzonte temporale lungo e per estesi tratti di fiume (> 1 km, fino a decine di km), in quanto offre grandi vantaggi in termini di costi unitari (per metro di fiume riqualificato).

Scala di intervento

☐	Piccola Intervento puntuale o su una piccola tratta 1-50 m	☐	Media Intervento locale o su una media tratta 50-200 m	☒	Grande Intervento esteso a una vasta tratta/area o diversi elementi del reticolo idrico >200 m
--------------------------	--	--------------------------	--	-------------------------------------	--

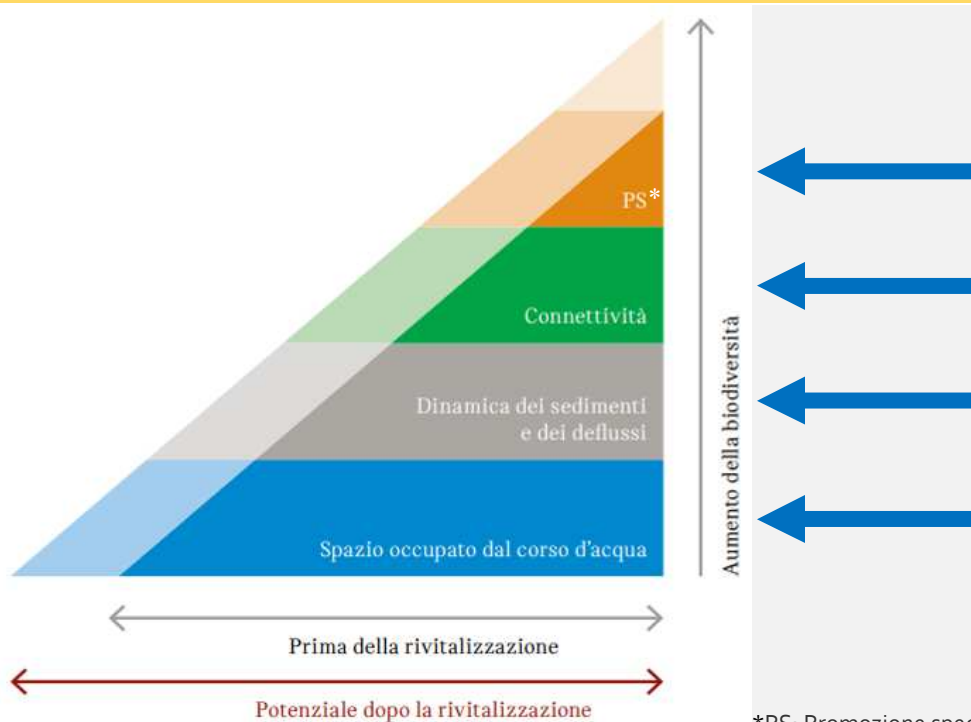
Costi

☒	Contenuti	☐	Medi	☐	Elevati
-------------------------------------	-----------	--------------------------	------	--------------------------	---------

A-3

Rimozione argini e pianificazione fascia di mobilità

Funzionalità/
efficacia



*PS: Promozione specifica

Gestione

Misura strategica che consiste nell'attivazione di una procedura di pianificazione e progettazione. Necessita la definizione di un controllo periodico dello stato del corso d'acqua rispetto alle fasce di mobilità. La dinamica naturale di variazione del corso d'acqua, più lenta rispetto all'intervento di riprogettazione dell'alveo, lo espone meno a problemi di invasione dei nuovi ambienti da parte di neofite. Anche dal punto di vista dei manufatti idraulici, all'interno delle fasce di mobilità sono molto limitate o inesistenti le necessità di azioni correttive.

Valutazione

Punti di forza/Opportunità

- Intervento integrato che agisce a tutti i livelli nel miglioramento del potenziale del corso d'acqua
- Misura di intervento alla radice del problema (spazio occupato dal corso d'acqua)
- Costi unitari e di cantiere contenuti. Il corso d'acqua lavora per ricrearsi lo spazio necessario. Opere e manufatti realizzati solo dove e quando necessario
- Effetti di lunga durata nel tempo o definitivi
- Misura applicabile a tratti di fiume molto lunghi, effetti diffusi ed estesi
- Processo di trasformazione lenta dell'alveo: minor esposizione a situazioni indesiderate e possibilità di valutazione e gestione del processo (neofite, erosioni)

Punti di debolezza/Rischi

- Trasformazione lenta dell'alveo: effetti non immediati. In caso di deficit significativi o di problemi idraulici, è necessario del tempo prima di raggiungere lo stato desiderato: sufficiente larghezza delle sezioni di deflusso per il contenimento delle piene, sufficiente variabilità idromorfologica e di habitat
- La restituzione di spazio al corso d'acqua implica la sottrazione di spazi ad altri usi e quindi la nascita di potenziali conflitti. Si rende necessaria una pianificazione delle fasce di mobilità con negoziazione e valutazione degli effetti per tutti i portatori di interesse
- Necessità di una valutazione e di approfondimento dal punto di vista della sicurezza idraulica
- Necessità di una pianificazione finanziaria per l'orizzonte di intervento

A-3

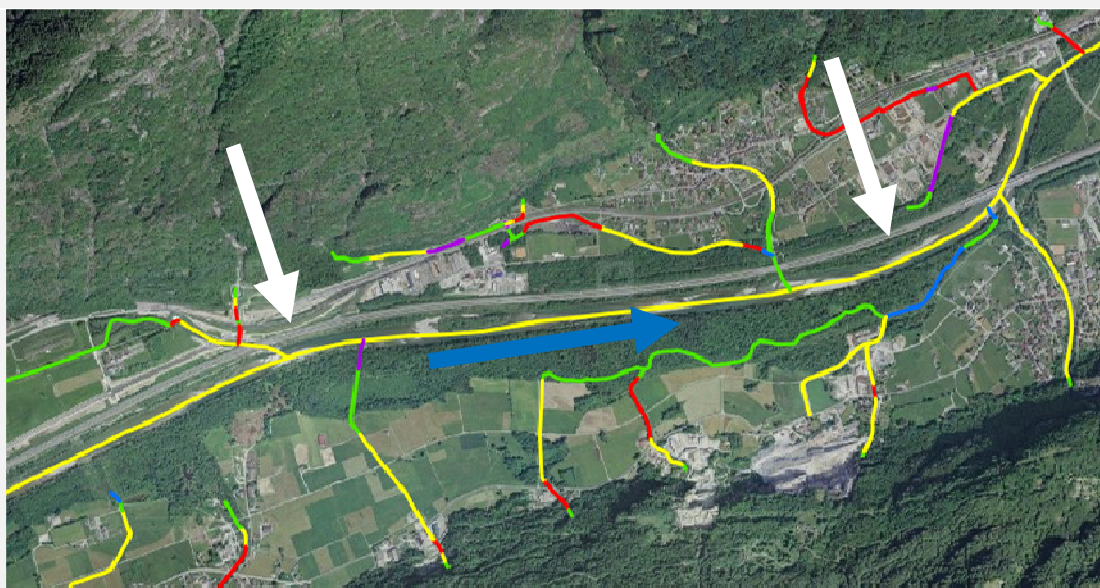
Rimozione argini e pianificazione fascia di mobilità

Immagine
A-3.1
Argine del fiume
Ticino presso
Lodrino



Boscone di Lodrino, sponda destra Ticino. La presenza di un argine rettilineo longitudinale all'alveo, con lunghezza di 2 km, porta a una semplificazione e banalizzazione del corso d'acqua dal punto di vista idromorfologico e a un deficit della dinamica del trasporto solido per tutto il tratto.

Immagine
A-3.2
Fiume Ticino
presso Lodrino



Fotografia aerea dello stesso tratto di fiume della precedente immagine. Si noti come l'argine in sponda destra costituisca un limite evidente per la dinamica naturale del fiume.

A-3

Immagine
A-3.3
Pianificazione
fascia di mobilità

Rimozione argini e pianificazione fascia di mobilità



Esempio di pianificazione di fascia di mobilità. Tratto a valle della confluenza tra Kander e Simme.

Misura B: Riconnessione reticolo idrico

- B1 Eliminazione o aggiramento di barriere e salti di fondo = **percorribilità** da parte di specie ittiche e dei sedimenti

Rimozione briglie e salti di fondo



Rimozione traversa o camera di



- B2 Allargamento di foci e ricucitura reticolo idrico = ricreazione di **habitat**, **percorribilità**, riattivazione **processi dinamici: funzionalità rete ecologica**



Allargamento focemedio corso d'acqua

Riqualificazionefoce Ticino:ricreazione di habitat e processi dinamici di apporto di sedimenti



Misura B: Riconnessione reticolo idrico

- B2 Allargamento di foci e ricucitura reticolo idrico =
ricreazione di **habitat**, **percorribilità**, riattivazione
processi dinamici: funzionalità rete ecologica



Ostacoli
fauna terrestre



Scala di intervento:

o piccola ● media o grande

Costi:

o bassi ● medi o elevati

Potenziale ecologico:

o basso ● medio o elevato

Potenziale di fruizione:

o basso ● medio ● elevato

Pro:

- Misura puntuale ma multifunzionale
- Effetti diffusi sulla rete e duraturi
- Flessibilità di intervento

Contro:

- Costi (caso per caso)
- Conflittipotenziati (territorio, risorsa idrica)
- Aspetti idraulici da approfondire (rigurgiti)

B-1

Rimozione o aggiramento di ostacoli trasversali

Descrizione

Questa misura specifica si attua per la riconnessione di due tratti fluviali separati a causa della presenza di un ostacolo trasversale: salti di fondo, traverse, briglie, prese idroelettriche, sbarramenti. L'ostacolo può avere conseguenze di due tipi:

- non percorribilità o bassa percorribilità longitudinale da parte della fauna ittica (deficit della rete ecologica);
- modifica del regime di trasporto solido (deficit della dinamica dei sedimenti).

La presenza di un ostacolo puntuale ha effetti gravi poiché isola i tratti a monte e a valle e può quindi ripercuotere i suoi effetti su un lungo tratto o sulla totalità del reticolo idrologico.

La risoluzione del deficit viene attuata con modalità diverse, a seconda della natura dell'ostacolo e delle caratteristiche del corpo idrico:

- rimozione dell'ostacolo: si attua quando si tratta di un manufatto senza altri usi prioritari, come un piccolo salto di fondo, una briglia, una traversa o una presa idrica in disuso;
- sostituzione dell'ostacolo: quando il dislivello nel profilo del fondo a monte e a valle è significativo, la rimozione può diventare tecnicamente più difficile per gli effetti lungo i tratti superiori e inferiori del corso d'acqua. In questi casi l'ostacolo viene sostituito con una rampa percorribile. Si tratta di un intervento maggiormente idoneo per la fauna ittica, il cui effetto sul miglioramento della dinamica dei sedimenti potrebbe essere limitato;
- aggiramento dell'ostacolo: qualora la barriera deve essere mantenuta (manufatto irriguo o idroelettrico), è possibile costruire un nuovo ramo laterale o secondario del corso d'acqua, con caratteristiche idonee a essere percorso (rampa o scala di rimonta per pesci, gallerie di by-pass per il rilascio dei sedimenti).

Vista la natura diversificata degli ostacoli, vi è una grande variabilità in termini di scala di intervento e di costi. Generalmente, a meno di grandi manufatti quali dighe e centrali elettriche, i costi unitari sono contenuti.

Scala di intervento

Piccola

Intervento puntuale o su una piccola tratta

1-50 m



Media

Intervento locale o su una media tratta

50-200 m



Grande

Intervento esteso a una vasta tratta/area o diversi elementi del reticolo idrico >200 m

Obiettivo

Obiettivi idromorfologici

- Riconnessione della rete ecologica
- Riequilibrare il ciclo dei sedimenti
- Preservare e ricreare le forme del paesaggio fluviale

Obiettivi di qualità ecologica e biodiversità

- Interconnessione di habitat
- Ricostituzione di habitat e reintroduzione di specie

B-1	Rimozione o aggiramento di ostacoli trasversali				
Funzionalità/efficacia					*PS: Promozione specifica
Costi	☒ Contenuti	☒ Medi	☐ Elevati		
Gestione	La funzionalità e percorribilità dell'ostacolo riqualificato deve essere periodicamente verificata ed eventualmente deve essere oggetto di azioni correttive. Le scale per pesci e rampe di rimonta devono essere mantenute funzionali, con rimozione di eventuale materiale vegetale o sedimento che le ostruisce.				
Valutazione	Punti di forza/Opportunità		Punti di debolezza/Rischi		
	- Misura multifunzionale di ripristino della connettività ecologica e/o della dinamica dei sedimenti - Effetti di lunga durata nel tempo o definitivi, le misure devono essere correttamente progettate, dimensionate e mantenute - La rimozione del deficit dovuto agli ostacoli deve essere prioritaria ed è generalmente possibile con costi contenuti o medi. - Soluzioni tecniche specifiche possono essere individuate anche in caso di ostacoli particolarmente problematici o per situazioni particolari		- Gli interventi devono essere valutati in modo approfondito. In particolare devono essere ben valutati gli obiettivi e la funzionalità delle misure. Il corretto dimensionamento delle opere è essenziale per garantire la percorribilità da parte di specie con capacità natatorie ridotte. La percorribilità non deve ridursi o comprometersi nel tempo - Necessità di una valutazione e di approfondimento dal punto di vista della sicurezza idraulica, per la valutazione degli effetti idraulici più a monte e a valle del punto di intervento		

B-1

**Immagine
B-1.1**
Rimozione di
ostacoli
trasversali:
traverse e briglie
di
consolidamento

Rimozione o aggiramento di ostacoli trasversali



Rimozione di traverse e briglie e sostituzione parziale con rampe di blocchi affondate in alveo. L'intervento è stato accompagnato anche da un allargamento dell'alveo per tutto il tratto interessato. Rio Mareta presso Racines, Val Ridanna (BZ, I) Immagine: Agenzia per la Protezione Civile, Provincia autonoma di Bolzano.

B-1

Immagine
B-1.2
Rimozione di
ostacoli
trasversali

Rimozione o aggiramento di ostacoli trasversali



Rimozione di una traversa in disuso e sostituzione con una rampa percorribile. Padiham weir prima e dopo l'intervento. Immagini: Burnley's River Enhancement Scheme (sopra), UK Environment Agency, The River Restoration Centre (sotto).

B-1

Immagine
B-1.3
Sostituzione di
ostacoli
trasversali con
una rampa

Rimozione o aggiramento di ostacoli trasversali



Sostituzione piccolo salto di fondo con una rampa in blocchi, riale Rovagina (Capriasca).

Immagine
B-1.4
Aggiramento di
ostacoli: scala di
rimonta per
pesci



Scala di rimonta per pesci preso la diga John Day sul fiume Columbia (USA).

B-2

Riconnessione reticolo idrico: foci e confluenze

Descrizione

Questa misura specifica si attua per la riqualifica dei punti di confluenza tra corsi d'acqua e per le foci di un corso d'acqua secondario in uno principale o in un lago. Dal punto di vista ecologico questi punti sono di grande importanza poiché costituiscono i nodi del reticolo ecologico fluviale. La riqualifica dei punti di confluenza è prioritaria soprattutto laddove vi sono dei deficit ecomorfologici e dei deficit di connettività che limitano o impediscono la funzionalità e percorribilità della rete ecologica. La riattivazione della rete è essenziale per enfatizzare e diffondere gli effetti positivi della riqualifica dei singoli corsi d'acqua, così come per aumentare la resilienza della rete in caso di stress e impatti negativi.

I punti di confluenza sono naturalmente caratterizzati da una grande variabilità dovuta al differente regime dei deflussi dei due corsi d'acqua, al diverso apporto di sedimenti, alle differenti caratteristiche delle acque. Per questo motivo essi sono degli *hotspot* di grande valore sia dal punto di vista idromorfologico che di habitat e sono essenziali per molte specie.

La riqualifica delle confluenze si attua con la rimozione di ostacoli alla percorribilità longitudinale, la riattivazione della dinamica idromorfologica delle portate e del trasporto solido, la restituzione degli spazi ai corsi d'acqua, la diversificazione degli ambienti fluviali, spondali e golenali banalizzati.

La riqualifica dei nodi si attua a piccola scala, per le foci dei piccoli corsi d'acqua che costituiscono di per sé dei micro-habitat, sia a scala più vasta per le foci di torrenti e per le confluenze di fiumi principali.

Scala di intervento

☒	Piccola Intervento puntuale o su una piccola tratta 1-50 m	☒	Media Intervento locale o su una media tratta 50-200 m	☒	Grande Intervento esteso a una vasta tratta/area o diversi elementi del reticolo idrico >200 m
-------------------------------------	--	-------------------------------------	--	-------------------------------------	--

Obiettivo

Obiettivi idromorfologici

- Riconnessione della rete ecologica fluviale
- Riattivazione delle dinamiche idromorfologiche proprie di foci e confluenze
- Riequilibrare il ciclo dei sedimenti
- Preservare e ricreare le forme del paesaggio fluviale di fondovalle
- Restituire spazio al corso d'acqua

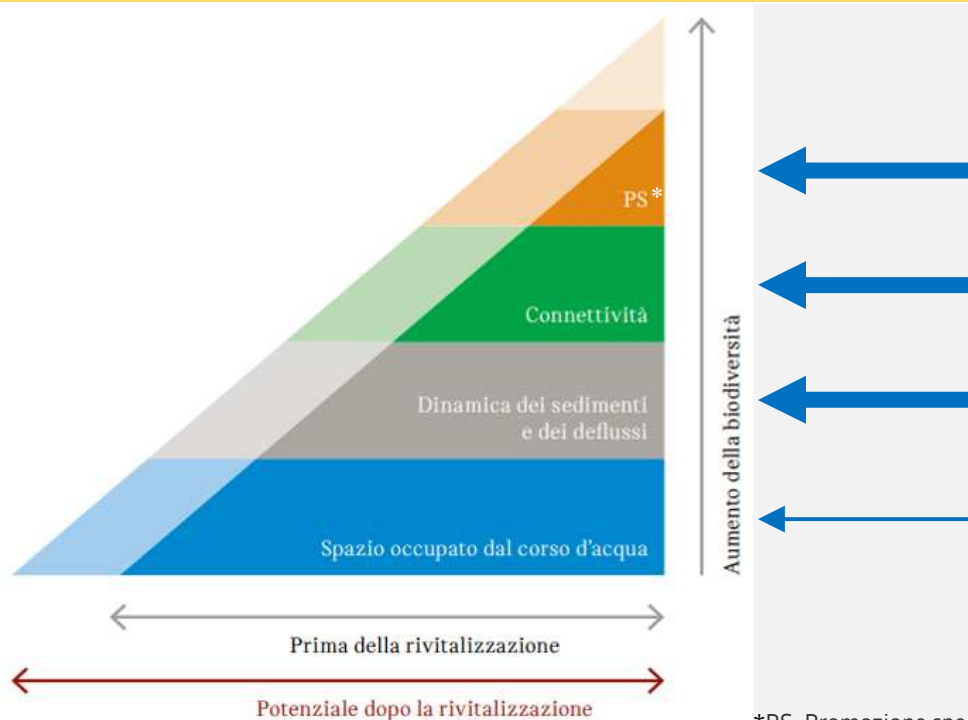
Obiettivi di qualità ecologica e biodiversità

- Interconnessione di habitat
- Ricostituzione di habitat e reintroduzione di specie

B-2

Riconnessione reticolo idrico: foci e confluenze

Funzionalità/
efficacia



*PS: Promozione specifica

Costi



Contenuti



Medi



Elevati

Gestione

Le riqualifiche di confluenze a tutte le scale di intervento necessitano di un controllo dei risultati e di una gestione *post-operam*:

- controllo della funzionalità della connessione ecologica: percorribilità
- eventuali azioni correttive per effetti idraulici locali indesiderati
- gestione delle superfici restituite al corso d'acqua: zone golenali, superfici rinverdate, boschi ripuali, per evitare effetti indesiderati come la diffusione di specie dannose e una banalizzazione degli ambienti rivitalizzati

Valutazione

Punti di forza/Opportunità

- Intervento integrato che agisce a tutti i livelli nel miglioramento del potenziale della rete idrologica
- Effetti di lunga durata nel tempo o definitivi, le misure devono essere correttamente progettate e dimensionate
- Quando la riqualifica di un tratto più lungo di corso d'acqua tramite le misure precedentemente illustrate (M-4, M-6) non è possibile, si potrà intervenire in modo prioritario sulle confluenze per ottenere maggiori effetti
- Misure su piccole foci, attuabili con costi molto contenuti, possono già dare luogo a significativi benefici

Punti di debolezza/Rischi

- La restituzione di spazio al corso d'acqua implica la sottrazione di spazi ad altri usi e quindi la nascita potenziali conflitti. Si rende necessaria una pianificazione degli interventi con negoziazione e valutazione degli effetti per tutti i portatori di interesse
- Necessità di una valutazione e di approfondimento dal punto di vista della sicurezza idraulica, per la valutazione degli effetti idraulici di rigurgito e i possibili effetti anche più a monte o a valle del punto di confluenza

B-2

Riconnessione reticolo idrico: foci e confluenze

Immagine
B-2.1
Allargamento e
riqualifica della
foce del riale
Trodo nel Ticino



Riqualifica della foce di un corso d'acqua di dimensioni medie in un grande fiume, confluenza del Trodo nel Ticino.

Immagine
B-2.2
Allargamento e
riqualifica della
foce del riale
Trodo nel Ticino



B-2

Riconnessione reticolo idrico: foci e confluenze

Immagine
B-2.3
Riqualifica di un
piccolo corso
d'acqua



Riqualifica della foce di un corso d'acqua molto piccolo. Riale Brusada nel laghetto di Origlio.

Immagine
B-2.4
Riqualifica di un
piccolo corso
d'acqua



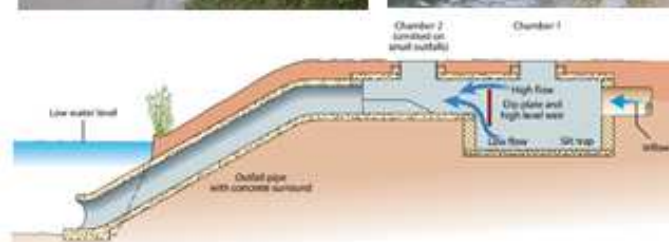
La foce di un piccolo corso d'acqua costituisce un microhabitat, contribuendo alla diversificazione idromorfologica degli ambienti e all'apporto di cibo, sostanza organica e sedimenti.

Misura D: Mitigazione scarichi inquinanti

- D1 Mitigazione di problemi residui di inquinamento dei corsi d'acqua:
 - Solidi sospesi (frane, cave)
 - Sostanza organica, odori (scaricatori di piena)

Soluzioni:

- rinaturazione (autodepurazione)
- bacini di sedimentazione, fitodepurazione, zone tampone, lagunaggio
- risanamento scarichi rete fognaria: *redesign*, sgrigliatori



Scala di intervento:

- piccola o media o grande

Costi:

- bassi o medi o elevati

Pro:

- Misure puntuali e costi bassi
- Sinergia tra obiettivi diversi (PGS/PGSc, cave)
- Miglioramento complessivo

Potenziale ecologico:

- basso o medio o elevato

Potenziale di fruizione:

- basso ● medio o elevato

Contro:

- Non è un'alternativa alla risoluzione di un problema a monte, ma una possibilità per mitigare eventuali effetti residui

D-1

Mitigazione di impatti sulla qualità delle acque

Descrizione

Nella definizione di questa misura si vogliono far rientrare tutti quegli interventi, attuabili nell'ambito di progetti di rinaturazione, per la risoluzione o mitigazione di eventuali problemi di inquinamento dei corsi d'acqua.

A titolo di esempio si citano possibili situazioni con scarichi di acque con un'elevata concentrazione di solidi sospesi, per cause naturali o antropiche, quali acque di dilavamento di estese superfici non vegetate, cave, aree con frane attive, oppure scarichi di sostanze con elevate concentrazioni di sostanza organica o nutrienti, come in prossimità di scolmatori fognari, di rilasci di acque di trattamento da impianti di depurazione.

Fermo restando che i problemi di inquinamento dovrebbero essere risolti a monte con l'eliminazione o il trattamento degli scarichi, qualora nell'ambito di interventi di rinaturazione si riscontri una problematica di questo tipo, è possibile l'integrazione negli interventi di rinaturazione di accorgimenti e misure minime che possono favorire la capacità autodepurativa degli ambienti naturali, così come interventi più strutturati e opere di mitigazione:

- bacini di sedimentazione di materiale in sospensione, bacini di compenso di portate discontinue, bacini di miscelazione e diluizione, zone tampone come filtro delle portate con trasporto solido;
- bacini di lagunaggio, bacini di fitodepurazione, o ancora fasce tampone come separazione e cuscinetto tra gli scarichi e gli ambienti naturali/rinaturati;
- modifica di infrastrutture quali scolmatori e tubi di scarico, per il mascheramento e l'integrazione dei manufatti nell'ambiente, spostamento dei punti di immissione o *redesign* delle zone di scarico per favorire l'autodepurazione e il miglior inserimento estetico/paesaggistico.

Scala di intervento consigliabile



Piccola

Intervento puntuale o su una piccola tratta

1-50 m



Media

Intervento locale o su una media tratta

50-200 m



Grande

Intervento esteso a una vasta tratta/area o diversi elementi del reticolo idrico > 200 m

Obiettivo

Obiettivi idromorfologici

- Mitigazione o eliminazione degli impatti locali o puntuali degli scarichi, sulla qualità e sul flusso delle acque
- Mitigazione o eliminazione degli impatti visivi e paesaggistici degli scarichi

Obiettivi di qualità ecologica e biodiversità

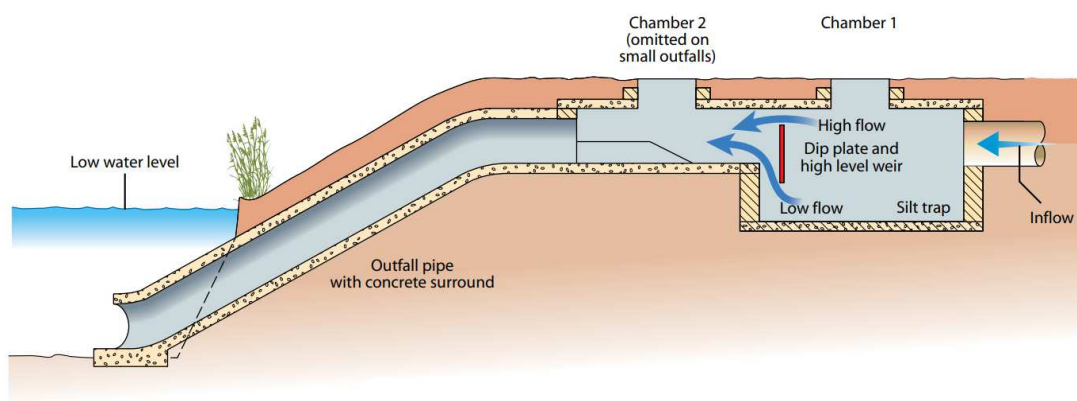
- Mitigazione o gestione degli effetti localizzati dei deficit di qualità dell'acqua sugli habitat e sulle biocenosi

D-1	Mitigazione di impatti sulla qualità delle acque				
Funzionalità/efficacia					*PS: Promozione specifica
Costi	☒	Contenuti	☐ Medi	☐ Elevati	
Gestione	Le misure di mitigazione degli impatti sulla qualità delle acque possono richiedere attività di gestione, secondo la tipologia di intervento e la soluzione tecnica adottata: • controllo funzionalità e svuotamento bacini di sedimentazione, compenso, miscelazione • controllo e gestione di bacini di lagunaggio, fitodepurazione, diluizione • gestione di fasce tampone, gestione degli ambienti riprogettati nei pressi degli scarichi • gestione specifica di manufatti quali scolmatori riprogettati (svuotamento ev. camere di raccolta)				
Valutazione	Punti di forza/Opportunità		Punti di debolezza/Rischi		
	• Misura che permette di integrare obiettivi di qualità delle acque in interventi di rinaturazione • Misure generalmente puntuali o localizzate, con costi contenuti, l'integrazione multi-obiettivo è un'opportunità per ottimizzare i costi di realizzazione degli interventi		• La misura di mitigazione non deve essere un'alternativa al trattamento degli scarichi o alla risoluzione di un eventuale problema a monte, ma una possibilità per mitigare eventuali effetti residui		

D-1

Immagine
D-1.1
Redesign di uno
scolmatore

Mitigazione di impatti sulla qualità delle acque



Riqualifica di uno scolmatore fognario: mascheramento con rilascio delle portate sotto il livello minimo del corso d'acqua e *redesign* per diminuzione degli apporti di materiale e degli effetti degli scarichi. *River Skerne* presso *Darlington* (UK). Immagini e schema: *The River Restoration Centre*.