



Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale  
Università degli Studi di Firenze



# **Studio del Fiume Panaro finalizzato alla Riqualficazione ed alla realizzazione di un Parco Fluviale**



## **RELAZIONE FINALE**

(FEBBRAIO 2008)

### ***PARTE II: FASE PROPOSITIVA***

COMMITTENTE:

Provincia di Modena

RESPONSABILE:

Prof. Massimo RINALDI

Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, Università di Firenze

## **INDICE**

### **PARTE II: FASE PROPOSITIVA**

|                                                                                                                                          |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>CAPITOLO 5 – PROPOSTE GEOMORFOLOGICHE</b>                                                                                             | <b>184</b> |
| <b>5.1 Principi generali</b>                                                                                                             | <b>184</b> |
| 5.1.1 La Riqualificazione Fluviale                                                                                                       | 184        |
| 5.1.2 Percorso di riqualificazione                                                                                                       | 185        |
| 5.1.3 La Riqualificazione Fluviale in Italia                                                                                             | 186        |
| <b>5.2 Interventi e strategie di riqualificazione</b>                                                                                    | <b>187</b> |
| 5.2.1 Tipologie di intervento                                                                                                            | 187        |
| 5.2.2 Gerarchizzazione dei principi di gestione                                                                                          | 191        |
| 5.2.3 Gestione sostenibile dei sedimenti in fiumi ghiaiosi incisi in Francia                                                             | 196        |
| <b>5.3 Strategie di riqualificazione per il recupero morfologico del Fiume Panaro</b>                                                    | <b>202</b> |
| 5.3.1 Riepilogo delle problematiche geomorfologiche del Fiume Panaro                                                                     | 202        |
| 5.3.2 Immagine obiettivo ( <i>vision</i> ) dal punto di vista geomorfologico                                                             | 202        |
| 5.3.3 Priorità                                                                                                                           | 203        |
| 5.3.4 Interventi e strategie di gestione per il recupero morfologico                                                                     | 203        |
| <b>5.4 La proposta di un parco fluviale</b>                                                                                              | <b>216</b> |
| <b>CAPITOLO 6 – PROPOSTE ECOLOGICHE</b>                                                                                                  | <b>217</b> |
| <b>6.1 Introduzione alla riqualificazione degli ecosistemi</b>                                                                           | <b>217</b> |
| 6.1.1 Conservazione e tutela della diversità                                                                                             | 219        |
| 6.1.2 Relazioni tra habitat ed organismi                                                                                                 | 220        |
| 6.1.3 La connettività                                                                                                                    | 221        |
| <b>6.2 Obiettivi del progetto di riqualificazione</b>                                                                                    | <b>222</b> |
| <b>6.3 Valutazione di un progetto di riqualificazione</b>                                                                                | <b>224</b> |
| <b>6.4 Azioni proposte</b>                                                                                                               | <b>227</b> |
| 6.4.1 Interventi puntuali di riforestazione e gestione forestale                                                                         | 227        |
| 6.4.2 Ripristino della continuità laterale e degli habitat ripari                                                                        | 229        |
| 6.4.3 Ripristino della continuità longitudinale                                                                                          | 237        |
| 6.4.4 Linee d'azione per migliorare la qualità dell'acqua riducendo i carichi e aumentando la capacità di autodepurazione del territorio | 247        |
| 6.4.5 Appendice – programmi di misure per il raggiungimento degli obiettivi di qualità ambientale dei corpi idrici                       | 260        |
| 6.4.6 Riqualificazione degli habitat in alveo                                                                                            | 262        |
| 6.4.7 Riconnessione dei meandri abbandonati con il canale rettificato                                                                    | 268        |
| <b>CAPITOLO 7 – PROPOSTE PAESAGGISTICHE</b>                                                                                              | <b>269</b> |
| <b>7.1 Approccio</b>                                                                                                                     | <b>269</b> |
| <b>7.2 Definizione delle strategie generali di riqualificazione paesaggistica</b>                                                        | <b>274</b> |
| <b>7.3 Criteri ed azioni specifiche</b>                                                                                                  | <b>276</b> |
| 7.3.1 Scheda di sintesi del quadro di riferimento                                                                                        | 292        |
| <b>7.4 Esempi ed applicazioni</b>                                                                                                        | <b>295</b> |

|                                                                                                                            |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 7.4.1 Caso C-P3: Cassa d'espansione del Panaro                                                                             | 297        |
| 7.4.2 Caso P-P1: area della Pedemontana                                                                                    | 298        |
| 7.4.3 Caso S-P2: fronte urbano di Spilamberto                                                                              | 303        |
| 7.4.4 Caso V-P2: fronte urbano di Vignola                                                                                  | 308        |
| 7.4.5 Caso M-P3: muri a retta in area golenale                                                                             | 311        |
| 7.4.6 Caso O-P3: orti urbani in area golenale                                                                              | 316        |
| <b>7.5 Conclusioni</b>                                                                                                     | <b>319</b> |
| <b>CAPITOLO 8 – QUADRO D'INSIEME DELLE CRITICITA' E DELLE PROPOSTE</b>                                                     | <b>320</b> |
| <b>8.1 Chiave di lettura delle Tavole di Sintesi delle criticità e delle azioni per la riqualificazione geomorfologica</b> | <b>320</b> |
| 8.1.1 Criticità geomorfologiche                                                                                            | 320        |
| 8.1.2 Azioni per la riqualificazione geomorfologica                                                                        | 321        |
| 8.1.3 Criteri per la delimitazione dei confini del Parco Fluviale – Area di potenziale riqualificazione                    | 323        |
| <b>8.2 Chiave di lettura delle Tavole di Sintesi delle criticità e delle azioni per la riqualificazione ecologica</b>      | <b>324</b> |
| 8.2.1 Criticità ecologiche                                                                                                 | 324        |
| 8.2.2 Azioni per la riqualificazione ecologica                                                                             | 324        |
| 8.2.3 Sintesi delle criticità e delle azioni ecologiche per scheda                                                         | 326        |
| <b>8.3 Chiave di lettura delle azioni proposte per la riqualificazione paesaggistica</b>                                   | <b>335</b> |
| <b>8.4 Tavole di sintesi delle criticità e delle azioni</b>                                                                | <b>336</b> |
| 8.4.1 Suddivisione in tratti                                                                                               | 336        |
| 8.4.2 Tavole                                                                                                               | 337        |
| <b>Tratto 1</b>                                                                                                            | <b>338</b> |
| - Scheda di sintesi “Criticità geomorfologiche”                                                                            |            |
| - Scheda di sintesi “Azioni per la riqualificazione geomorfologica”                                                        |            |
| - Scheda di sintesi “Analisi dello stato ecologico”                                                                        |            |
| - Scheda di sintesi “Azioni per la riqualificazione ecologica”                                                             |            |
| <b>Tratto 2</b>                                                                                                            | <b>342</b> |
| - Scheda di sintesi “Criticità geomorfologiche”                                                                            |            |
| - Scheda di sintesi “Azioni per la riqualificazione geomorfologica”                                                        |            |
| - Scheda di sintesi “Analisi dello stato ecologico”                                                                        |            |
| - Scheda di sintesi “Azioni per la riqualificazione ecologica”                                                             |            |
| <b>Tratto 3</b>                                                                                                            | <b>346</b> |
| - Scheda di sintesi “Criticità geomorfologiche”                                                                            |            |
| - Scheda di sintesi “Azioni per la riqualificazione geomorfologica”                                                        |            |
| - Scheda di sintesi “Analisi dello stato ecologico”                                                                        |            |
| - Scheda di sintesi “Azioni per la riqualificazione ecologica”                                                             |            |
| <b>Tratto 4</b>                                                                                                            | <b>350</b> |
| - Scheda di sintesi “Criticità geomorfologiche”                                                                            |            |
| - Scheda di sintesi “Azioni per la riqualificazione geomorfologica”                                                        |            |
| - Scheda di sintesi “Analisi dello stato ecologico”                                                                        |            |
| - Scheda di sintesi “Azioni per la riqualificazione ecologica”                                                             |            |
| <b>Tratto 5</b>                                                                                                            | <b>354</b> |
| - Scheda di sintesi “Criticità geomorfologiche”                                                                            |            |

- Scheda di sintesi “Azioni per la riqualificazione geomorfologica”
- Scheda di sintesi “Analisi dello stato ecologico”
- Scheda di sintesi “Azioni per la riqualificazione ecologica”

**Tratto 6** **358**

- Scheda di sintesi “Criticità geomorfologiche”
- Scheda di sintesi “Azioni per la riqualificazione geomorfologica”
- Scheda di sintesi “Analisi dello stato ecologico”
- Scheda di sintesi “Azioni per la riqualificazione ecologica”

**Tratto 7** **362**

- Scheda di sintesi “Criticità geomorfologiche”
- Scheda di sintesi “Azioni per la riqualificazione geomorfologica”
- Scheda di sintesi “Analisi dello stato ecologico”
- Scheda di sintesi “Azioni per la riqualificazione ecologica”

**Tratto 8** **366**

- Scheda di sintesi “Criticità geomorfologiche”
- Scheda di sintesi “Azioni per la riqualificazione geomorfologica”
- Scheda di sintesi “Analisi dello stato ecologico”
- Scheda di sintesi “Azioni per la riqualificazione ecologica”

**Tratto 9** **370**

- Scheda di sintesi “Criticità geomorfologiche”
- Scheda di sintesi “Azioni per la riqualificazione geomorfologica”
- Scheda di sintesi “Analisi dello stato ecologico”
- Scheda di sintesi “Azioni per la riqualificazione ecologica”

**Tratto 10** **374**

- Scheda di sintesi “Criticità geomorfologiche”
- Scheda di sintesi “Azioni per la riqualificazione geomorfologica”
- Scheda di sintesi “Analisi dello stato ecologico”
- Scheda di sintesi “Azioni per la riqualificazione ecologica”

**BIBLIOGRAFIA** **378**

## CAPITOLO 5 – PROPOSTE GEOMORFOLOGICHE

Prima di entrare nei meriti delle proposte di strategie e di intervento finalizzate al recupero geomorfologico, si è ritenuto indispensabile fornire una panoramica sui concetti di riqualificazione fluviale (par.5.1) e sulla vasta gamma di possibili interventi (par.5.2), facendo particolare riferimento ad esempi in altri paesi europei volti ad affrontare problematiche simili. Successivamente si sono presi in esame quali, tra questa ampia gamma di interventi, potessero essere proponibili ed applicabili al Fiume Panaro. A tal fine, si è partiti dal riepilogare i principali problemi di carattere geomorfologico – sedimentologico, sulla base del quadro conoscitivo ricavato finora e descritto nel precedente Capitolo 2, andando poi a definire l'immagine obiettivo (*vision*) del corso d'acqua. Si è proceduto poi a selezionare quelle ipotesi di intervento o di strategie che più possono soddisfare gli obiettivi definiti.

### 5.1 PRINCIPI GENERALI

#### 5.1.1 La Riqualificazione Fluviale

La **riqualificazione fluviale** è una disciplina relativamente nuova, sempre più riconosciuta sia a livello scientifico che tecnico – professionale. Nata soprattutto nell'ambito dei settori scientifico – disciplinari dell'ecologia, con l'obiettivo principale di recuperare il valore ambientale e gli habitat ecologici in corsi d'acqua canalizzati e degradati, a partire dagli anni '70 la riqualificazione diventa sempre più argomento di interesse anche da parte dei settori della geomorfologia e dell'idraulica fluviale (Palmer, 1976; Nunnally, 1978; Keller, 1978; Keller & Brookes, 1984; Gore, 1985; Hasfurther, 1985; Brookes, 1988; Gardiner, 1991; Boon et al., 1992; Gardiner & Cole, 1992; Newbury, 1995), partendo dal presupposto che il funzionamento fisico di un corso d'acqua è il requisito fondamentale per il miglioramento delle sue condizioni ecologico – ambientali. Una tappa importante conclusiva di questa prima fase scientifico – culturale è rappresentata dall'opera di Brookes & Shields (1996) (*River Channel Restoration. Guiding Principles for Sustainable Projects*), nel quale sono riportate le seguenti principali definizioni:

- *Full restoration*: completo ritorno ad uno stato naturale (precedente a condizioni di disturbo);
- *Rehabilitation*: parziale ritorno ad una condizione naturale;
- *Enhancement*: miglioramento della qualità ambientale;
- *Creation*: creazione di un ambiente, di un habitat o di una risorsa prima non esistente.

I principali **obiettivi** della riqualificazione fluviale, in accordo a Brookes & Shields (1996), sono sintetizzabili come segue:

1. Migliorare o ricreare habitat ecologici;
2. Restaurare il valore ambientale di corsi d'acqua canalizzati e degradati;
3. Stabilizzare alvei fluviali instabili;
4. Mitigare i rischi di inondazione.

Si nota quindi che, ad obiettivi tipicamente di tipo ecologico – ambientale (1 e 2), si sono aggiunti nel tempo obiettivi di tipo geomorfologico – idraulico (3 e 4), l'ultimo dei quali addirittura inizialmente considerato in antitesi con la riqualificazione, nella convinzione ancora oggi parecchio diffusa che riqualificare va necessariamente nella direzione opposta di ridurre il rischio idraulico.

Alla fine degli anni '90, vengono quasi contemporaneamente realizzati due manuali su CD-ROM da parte di agenzie interfederali o centri di ricerca in USA ed in Australia, rispettivamente:

- *Stream Corridor Restoration. Principles, Processes and Practices*. Federal Interagency Stream Restoration Working Group (FISRWG), 1998.
- *Rehabilitating Australian Streams*. Land and Water Resources Research and Development Corporation (LWRRDC) - Cooperative Research Centre for Catchment Hydrology (CRCCH), 1999.

La prima delle due opere (FISRWG, 1998) esalta l'interdisciplinarietà della materia, attraverso una trattazione teorica e pratica di tutti gli aspetti e problematiche coinvolte nella riqualificazione fluviale. La seconda (LWRRDC-CRCCH, 1999) è interessante per la sua impostazione interattiva e per il suo approccio estremamente pratico, attraverso una rassegna di casi studio esemplificativi. Particolarmente interessante è la rivisitazione della terminologia impiegata, soprattutto in riferimento al particolare contesto australiano:

- *Restoration*: tentativo di riportare il corso d'acqua nelle sue condizioni originarie, precedenti alla colonizzazione europea;
- *Rehabilitation*: implica il fatto di recuperare solo alcuni aspetti del corso d'acqua originario, in tutti i casi muovendosi lungo una traiettoria che va verso le condizioni originarie;
- *Remediation*: si riconosce il fatto che il corso d'acqua è talmente cambiato rispetto alle sue condizioni originarie che non è più rilevante cercare di muoversi in quella direzione, ma si tenta di ricreare condizioni completamente nuove.

E' opportuno concludere questa sintetica rassegna considerando la terminologia italiana in merito. In Italia si fa spesso riferimento ai seguenti termini:

- *Rinaturalizzazione*: è stato il termine che si è diffuso maggiormente nei primi anni di affermazione della disciplina, ma è stato (ed è spesso tuttora) quasi sempre usato impropriamente, in quanto a rigore andrebbe inteso come completo ritorno ad uno stato naturale (nel senso di full restoration), obiettivo quasi mai raggiungibile in un contesto con una lunga storia di antropizzazione come quello italiano.
- *Riqualificazione*: è il termine che si è andato affermando negli ultimi anni, ed ha un senso molto generale, col quale si intendono varie possibili azioni tese a migliorare, recuperare o mantenere la qualità (in senso lato) di un corso d'acqua (può corrispondere a *restoration*, *rehabilitation*, *enhancement* o *remediation*).

Vale giusto la pena ricordare che talora in passato l'*Ingegneria Naturalistica* è stata spesso usata (molto impropriamente) come sinonimo di rinaturalizzazione o riqualificazione. Si rimarca invece che l'*Ingegneria Naturalistica* è un metodo (tecnica costruttiva), non un obiettivo, a differenza della riqualificazione. Si può ricorrere all'*Ingegneria Naturalistica* ma non necessariamente per riqualificare, in quanto spesso agisce in senso esattamente opposto, riducendo la naturalità del corso d'acqua stesso (motivo per il quale è spesso ritenuta semplicemente una cosmesi ambientale).

### **5.1.2 Percorso di riqualificazione**

Per un efficace inquadramento del **percorso di un progetto di riqualificazione**, è utile ritornare a quanto riportato in "*Rehabilitating Australian Streams*" (LWRRDC – CRCCH, 1999), che per primo introduce e definisce in maniera razionale un processo sistematico a 12 passi necessario per la riqualificazione di un corso d'acqua (Fig.5.1). Un qualunque processo di riqualificazione deve partire da una chiara definizione degli obiettivi e della *vision* (immagine obiettivo) che si vuole perseguire (*step 1*). Il secondo passo (*step 2*) è quello di guadagnare il supporto (ideologico ed economico) da parte dell'ente/i designato alla gestione del corso d'acqua in esame. Il terzo passo (*step 3*) costituisce la fase conoscitiva del progetto, attraverso la quale si prendono in esame tutti i vari aspetti di interesse (geomorfologici, idraulici, ecologici, vegetazionali, paesaggistici, ecc.) che contribuiscono a definire il quadro conoscitivo dello stato attuale del corso d'acqua e dello stato originario dal quale esso deriva. Sulla base di ciò, vengono identificate le problematiche presenti ma anche le risorse ed i beni da salvaguardare e conservare

(step 4), sulla base dei quali stabilire quali siano le priorità di intervento/conservazione (step 5). Segue la definizione delle strategie attraverso le quali perseguire gli obiettivi prefissati (step 6) e dei parametri da misurare per poter stabilire a posteriori se tali obiettivi saranno o meno raggiunti (step 7). A questo punto deve essere verificata la fattibilità del progetto (step 8), alla luce del contesto normativo vigente e compatibilmente ai piani pianificatori esistenti. Segue la fase di progettazione vera e propria degli interventi (step 9), alla quale deve essere abbinata un'accurata valutazione dei possibili effetti che tali interventi possono produrre sul corso d'acqua (sia quelli desiderati ma anche i possibili effetti indesiderati) (step 10). Il progetto viene a questo punto implementato (step 11) e, in seguito, ne viene effettuata la manutenzione ed il monitoraggio (step 12) dei parametri definiti nello step 7, per poter valutare se il progetto sta raggiungendo gli obiettivi prefissati o per eventualmente apportare misure correttive.

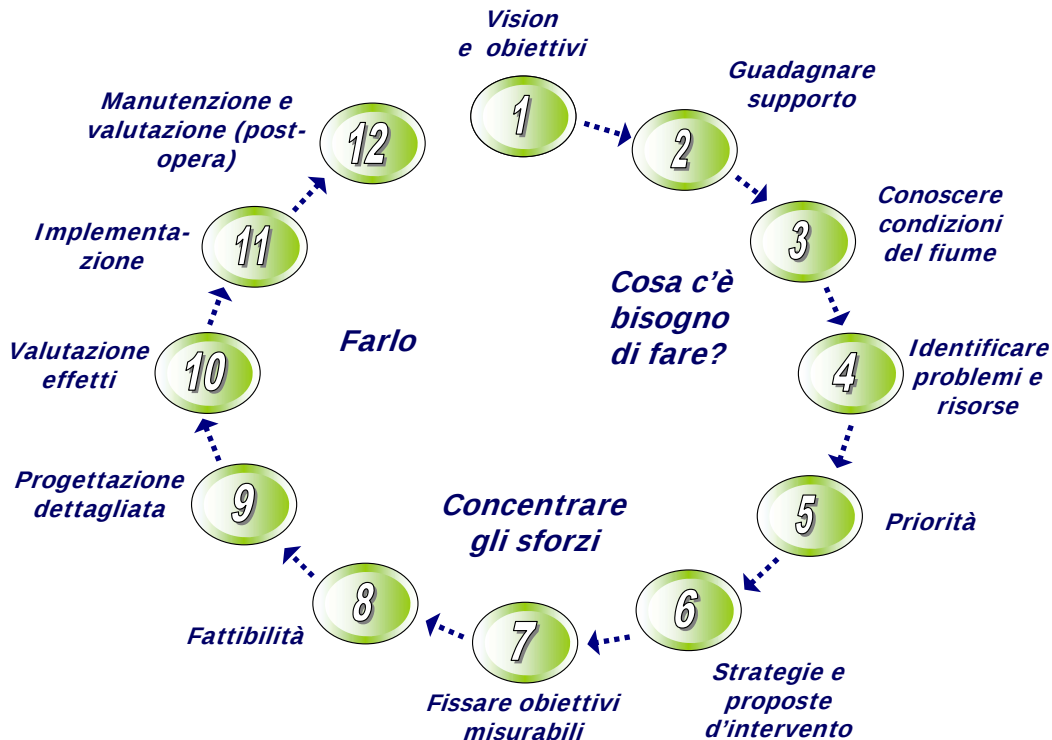


Figura 5.1 – Percorso di riqualificazione a 12 step secondo LWRDC – CRCCH (1999).

E' opportuno sottolineare che tuttora non esistono basi scientifiche certe e consolidate per la progettazione di interventi di riqualificazione. Viceversa, continuano ad esservi numerose carenze metodologiche e svariate incertezze, insite in tutti i vari procedimenti progettuali, sulla riuscita o meno di un progetto, una volta che esso è stato realizzato. Pertanto il monitoraggio post-opera è un aspetto fondamentale, così come è assolutamente indispensabile una perfetta conoscenza delle condizioni del corso d'acqua (attraverso la disponibilità di misure di tutti i parametri fisici, biologici, ecc. di interesse) prima del progetto, solo sulla base della quale è possibile valutare oggettivamente come il progetto abbia interferito sulle condizioni pre-esistenti.

### 5.1.3 La Riqualificazione Fluviale in Italia

Durante gli ultimi anni, una importante attività di divulgazione, formazione e diffusione dei concetti e degli approcci della Riqualificazione Fluviale è stata svolta (e lo è tuttora) dal CIRF (Centro Italiano per la Riqualificazione Fluviale). Un importante risultato conseguito è stato la recente pubblicazione del volume "La riqualificazione fluviale in Italia. Linee guida, strumenti ed esperienze per gestire i corsi d'acqua e il territorio" - A. Nardini, G. Sansoni (curatori) e coll., Mazzanti editore, Mestre. Tale volume approfondisce i vari aspetti della Riqualificazione Fluviale, calandoli nel contesto nazionale.

La tesi che il CIRF ed il Manuale sviluppano è che in molti casi sia più utile assecondare le naturali dinamiche dei corsi d'acqua, restituendo maggior “spazio al fiume” per esondare e divagare, per affrontare i problemi causati dalle inondazioni e dal dissesto idromorfologico, piuttosto che continuare ad artificializzare ed imbrigliare i fiumi, come invece è accaduto sino ad ora.

In Italia, questo approccio della riqualificazione fluviale ha iniziato da poco a trovare riconoscimento nelle dichiarazioni di principio su cui si basano alcuni Piani per l'Assetto Idrogeologico ed in alcuni studi recentemente promossi dalle Autorità di Bacino, ma non esistono ancora casi di reale applicazione su larga scala di questa strategia; molte volte la riqualificazione dei corsi d'acqua è, infatti, vista ancora come una soluzione subordinata da mettere in atto dopo aver risolto i problemi di rischio, piuttosto che una soluzione diretta degli stessi, ma le condizioni sono ormai mature per procedere alla sperimentazione di questo nuovo approccio.

A livello europeo invece sono già numerosi gli interventi realizzati di riqualificazione contro il “rischio”, inteso sia come rischio alluvionale (ovvero legato all'esondazione dei corsi d'acqua) che idromorfologico (ovvero legato all'erosione e all'evoluzione morfologica degli alvei fluviali), che hanno previsto l'arretramento o l'eliminazione di argini, il recupero di aree agricole limitrofe ai corsi d'acqua per favorire una maggiore dinamica morfologica, il recupero di aree golenali per aumentare lo spazio per la laminazione delle piene, la creazione di canali secondari, ecc. .

Grazie a questi progetti, l'adozione dell'approccio “più spazio al fiume” nella pianificazione e nella gestione a scala di bacino per poter gestire meglio il rischio è ora largamente accettato.

Il caso studio del fiume Panaro potrebbe quindi essere uno dei primi casi di sperimentazione di tale approccio in Italia.

## **5.2 INTERVENTI E STRATEGIE DI RIQUALIFICAZIONE**

Prima di entrare nei meriti delle possibili proposte relative al Fiume Panaro, è utile effettuare in questo paragrafo una sintetica rassegna delle possibili tipologie generali di interventi e strategie di riqualificazione, con particolare riferimento a quelli di recupero sedimentologico di sistemi fluviali instabili, essendo tali aspetti l'oggetto del presente capitolo.

### **5.2.1 Tipologie di intervento**

Una prima classificazione delle possibili opzioni di intervento può essere fatta in funzione della scala spaziale di applicazione. In tal senso, si possono distinguere principalmente quattro categorie di strategia di intervento (Shields et al., 1999):

- 1) misure a scala di bacino;
- 2) progetti a scala di tratto;
- 3) strutture localizzate;
- 4) nessun intervento.

Nella Tab.5.1 si riepilogano sinteticamente le implicazioni (costi, impatti e benefici ambientali) di ognuna delle quattro categorie.

#### **1. Interventi e strategie a scala di bacino**

Il migliore approccio a problemi di incisione o sedimentazione è quello di intervenire sulle cause a scala di bacino, andando cioè ad agire sulle variabili guida del sistema (portate liquide e solide) per cercare di riequilibrare il bilancio sedimentologico del corso d'acqua, piuttosto che intervenire sulla forma dell'alveo. Tuttavia ciò presuppone la realizzazione di interventi in genere complessi, estensivi e quindi costosi. Si distingue tra le due situazioni opposte di incisione e sedimentazione.

Nel caso di *alvei in incisione*, per i quali sia accertato un deficit di sedimenti disponibili per il trasporto solido, le possibili misure di riequilibrio (tutte orientate ad un aumento del rifornimento di sedimenti in alveo) sono:

- *Aumento dell'apporto di sedimenti dai versanti.* Si tratta di individuare le principali sorgenti di sedimenti (frane direttamente connesse con la rete idrografica, falde detritiche che immettono materiale direttamente nelle aste torrentizie), evitando interventi tali da ridurre l'apporto solido. In alcuni casi, compatibilmente con le situazioni di rischio, si può scegliere di non stabilizzare o addirittura di favorire la riattivazione di frane che alimentano direttamente i corsi d'acqua; interventi di questo tipo sono stati effettuati recentemente in corsi d'acqua prealpini in Francia (Liebault et al., 2001).

- *Aumento dell'apporto di sedimenti dalle sponde.* Le sponde costituiscono un'eccezionale riserva di sedimenti; i processi di arretramento delle stesse, favorendo l'alimentazione di sedimenti, sono perciò da considerare sicuramente positivi per il riequilibrio di alvei incisi o in incisione. Anche in questo caso, si può scegliere tra non intervenire, permettendo il naturale verificarsi di tali fenomeni, o favorire tali processi, attraverso la rimozione di difese esistenti fino alla realizzazione di strutture in alveo che favoriscano l'innescò dell'erosione di sponda.

- *Reimmissione di sedimenti in alveo.* Il caso estremo è quello di alimentare l'alveo immettendo sedimenti. Questi possono provenire esternamente dall'alveo (ad esempio da escavazioni nella pianura adiacente) o da altri tratti dell'alveo stesso dove il problema può essere opposto (alvei in sedimentazione), in particolare a monte di sbarramenti.

| <b>Strategie</b>           | <b>Costi</b>                                                                                               | <b>Benefici ambientali</b>                                                                                                                                                            | <b>Incertezze / Impatti ambientali</b>                                                                                |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Misure a scala di bacino   | Molto elevati, proibitivi per bacini grandi                                                                | Possono aggredire alla radice le cause di instabilità; potenzialmente efficaci, ma possono impiegare decenni per realizzarsi                                                          | Allo stato attuale dell'arte non sono generalmente disponibili strumenti previsionali completi                        |
| Progetti a scala di tratto | Da moderati ad elevati                                                                                     | Potenzialmente molto elevati (creazione di habitat, stabilità)                                                                                                                        | Qualche rischio di erosione o sedimentazione; possibili impatti nei tratti contigui non riquadrificati                |
| Interventi localizzati     | Relativamente bassi                                                                                        | Benefici ecologici limitati poiché le misure sono locali                                                                                                                              | Il successo di strutture in alveo presenta incertezze da moderate ad alte                                             |
| Non intervenire            | Bassi, ma vanno considerati i costi per piano di gestione, monitoraggio ed eventuali interventi successivi | Possono essere a breve termine per quanto concerne la crescita di una fascia vegetazionale, ma solo a più lungo termine per il recupero morfologico e lo sviluppo di habitat in alveo | Sono disponibili pochi modelli di simulazione per prevedere accuratamente il tipo ed i tassi di evoluzione dell'alveo |

Tabella 5.1 – Strategie di intervento, costi, benefici e impatti ambientali (da AaVv, 2006, modificato da Shields et al., 1999).

Nel caso di *alvei in sedimentazione*, le modalità di possibile riequilibrio sono speculari rispetto al caso precedente, cioè si tratta di limitare l'apporto di sedimenti o i volumi presenti in alveo. Le possibili strategie sono le seguenti:

- *Riduzione dell'apporto dai versanti.* In questo caso si tratta di fronteggiare i processi erosivi dei versanti ed i fenomeni franosi attraverso interventi di protezione dall'erosione e stabilizzazione di frane.

- *Riduzione dell'apporto di sedimenti dalle sponde.* Si tratta di non favorire l'innescò o l'evoluzione di fenomeni erosivi, fino anche a stabilizzare processi in atto. Quest'ultimo caso si presta particolarmente all'applicazione delle tecniche di ingegneria naturalistica, affinché la mitigazione dei fenomeni erosivi non sia attuata mediante opere rigide, ma attraverso interventi poco impattanti.

- *Rimozione o spostamento di sedimenti dall'alveo.* In casi di alvei in sedimentazione, la rimozione di sedimenti in eccesso può contribuire al riequilibrio del corso d'acqua. Tuttavia tali situazioni devono essere accertate e ben documentate e l'escavazione deve avvenire in maniera controllata, monitorandone attentamente gli effetti. In tutti i casi, è da evitare l'asportazione di sedimenti dal sistema, ma andrebbe presa in considerazione in primo luogo l'ipotesi di un loro spostamento dai tratti in sedimentazione a quelli in incisione o in punti di erosione localizzata.

## *2. Interventi di riqualificazione a scala di tratto*

Si tratta di interventi che tendono direttamente a realizzare o a ricreare una morfologia più naturale di un corso d'acqua, agendo sulle forme e/o sui processi a scala di tratto di alveo piuttosto che sulle variabili guida del sistema. Sono in genere interventi drastici proponibili soprattutto in corsi d'acqua fortemente artificializzati, impossibilitati a riacquistare spontaneamente la loro morfologia naturale o nei quali, comunque, tale processo richiederebbe tempi molto lunghi, incompatibili con le esigenze di progetto (ad es. tratti a bassa energia). Sono meno adatti invece a corsi d'acqua geomorfologicamente attivi, in quanto la nuova geometria realizzata potrebbe innescare fenomeni di instabilità, o semplicemente il ritorno spontaneo alla configurazione iniziale, vanificando gli sforzi intrapresi. Si possono includere in questa categoria anche gli interventi che comportano un rimodellamento o una ricreazione di superfici o altre forme (ad es. ricreazione di pianura inondabile o di rami secondari) nelle adiacenze del corso d'acqua, senza necessariamente modificare la geometria dell'alveo stesso. Il termine "progettazione geomorfologica di alvei" è usato in maniera specifica per questo tipo di interventi.

Tra i tipi di interventi rientranti in questa categoria dei quali sono riportati casi in letteratura (ad es. Brookes, 1988; Brookes & Shields, 1996.), si possono citare i seguenti:

- *Geometria non uniforme dell'alveo.* Si tratta di ricreare una morfologia quanto più possibile vicina a quella naturale, con una geometria non uniforme (sia in sezione che in planimetria).

- *Geometria della sezione a due stadi, con ricreazione di piana inondabile.* Consiste nel creare (o ricreare) una sezione composta da un alveo a due livelli: un primo stadio (livello inferiore) per accogliere le portate abituali e le piene più frequenti (con tempo di ritorno 2-3 anni) ed un secondo stadio adiacente (livello superiore) destinato ad accogliere le piene maggiori. In pratica si cerca di ricreare una porzione di pianura inondabile (*floodplain*) adiacente all'alveo di primo stadio (*bankfull channel*). Si tratta di una strategia di intervento particolarmente indicata per il caso di alvei incisi: la nuova piana inondabile può essere ricreata attraverso sbancamenti e ribasso della quota del terrazzo, senza necessariamente interferire con le dimensioni dell'alveo attivo. Casi di applicazione di tale tipologia di intervento sono quelli del Fiume Meuse (Olanda) e del Russian River (California).

- *Riempimento di un alveo inciso.* In alternativa (o in combinazione) all'intervento precedente, gli effetti dell'incisione possono essere controbilanciati riempiendo l'alveo inciso con sedimenti (*incised channel filling*) e scavando all'interno un alveo più piccolo con dimensioni e morfologia simili a quelle precedenti l'incisione. In alcuni casi parte del materiale necessario per il riempimento viene ottenuto scavando rami secondari nella pianura adiacente. Rosgen (1996) descrive alcuni interventi di questo tipo in vari corsi d'acqua degli USA, seppure si tratti di un approccio impiegato abbastanza raramente (a causa delle notevoli spese e dei grandi movimenti di terra implicati) e spesso criticato in ambito scientifico.

- *Realizzazione o ricreazione di canali secondari.* Soprattutto nel caso di alvei incisi, alcuni canali secondari possono venire completamente abbandonati o percorsi dall'acqua con frequenze molto inferiori, comportando la perdita di funzionalità di questi importanti habitat; lo scavo di alvei secondari è mirato a recuperarla. Un esempio di tale tipo di interventi è il progetto di riqualificazione del Fiume Rodano a valle della diga Pierre Benite.

- *Variazioni delle dimensioni della sezione: allargamento dell'alveo.* Sono possibili vari tipi di variazioni delle dimensioni della sezione (larghezza e/o profondità), tuttavia casi documentati che

rientrano in questa categoria consistono prevalentemente in interventi di allargamento. Sono spesso realizzati in tratti precedentemente ristretti e canalizzati e che hanno subito incisione. L'allargamento della sezione ha vari effetti: a) ridurre le tensioni tangenziali, quindi la capacità erosiva della corrente; b) favorire condizioni di sedimentazione (in corsi d'acqua incisi); c) aumentare l'area della sezione e quindi la portata transitabile; d) favorire la formazione di barre, quindi la diversificazione di morfologie e di habitat. Esempi di questo tipo di intervento sono quelli relativi al Fiume Emme (Svizzera) ed al Fiume Drava (Austria).

- *Incremento della sinuosità e ricreazione di meandri.* Sono usati principalmente nel caso di corsi d'acqua precedentemente meandriformi, successivamente rettificati. Le finalità sono quelle di recuperare la diversificazione di morfologie, quindi di habitat, tipica di corsi d'acqua meandriformi, e di recuperare l'equilibrio geomorfologico, nel caso in cui si siano manifestati fenomeni di incisione. Casi di applicazione sono quelli dei fiumi Brede e Stensbaek (Danimarca) e del Fiume Cole (UK).

### 3. Interventi localizzati

Questo gruppo comprende quegli interventi che non interferiscono in maniera sostanziale sulle attuali dimensioni dell'alveo, ma che consistono nell'inserimento di altri elementi (briglie, pennelli, sedimenti, vegetazione) o nell'eliminazione di elementi esistenti, principalmente per migliorare habitat e/o condizioni di stabilità dell'alveo. In questa categoria possono rientrare:

- *Inserimento di strutture in alveo.* Si tratta di varie tipologie di strutture utili per favorire la ricreazione di una varietà di forme, soprattutto allo scopo di miglioramento di habitat in corsi d'acqua uniformi (canalizzati). Esiste una larga varietà di strutture rientranti in questa categoria, quali: piccole briglie per creare una buca (*low stage check dam*), deflettori di corrente (*single wing deflectors*), briglie in massi con o senza tronchi di legno ancorati (*vortex rock weir* o "*W*" *rock weir*), massi sparsi, cumuli di tronchi ancorati, ecc.

- *Ricreazione di riffles e pools.* Si basa sulla ricreazione diretta delle irregolarità morfologiche del fondo, principalmente attraverso reinserimento di sedimenti relativamente grossolani per ricostituire i *riffles*; oppure nel creare, mediante deflettori alternati su sponde opposte, un andamento sinuoso della corrente capace di generare buche e raschi.

- *Ripristino di sedimenti del fondo.* Si cerca di ricostituire le condizioni naturali del fondo reinserendo sedimenti in alvei precedentemente canalizzati. È un intervento inteso non tanto al riequilibrio sedimentologico, quanto a ricreare una granulometria del fondo favorevole al miglioramento di habitat.

- *Ingegneria naturalistica.* Numerose tecniche di ingegneria naturalistica possono rientrare in questa categoria di interventi, soprattutto qualora la difesa di una sponda, pur non essendo compatibile con le tendenze evolutive del corso d'acqua, sia necessaria per proteggere importanti elementi a rischio.

- *Rimozione di opere di difesa.* Nel caso in cui l'obiettivo sia permettere al corso d'acqua di divagare e aggiustare liberamente la propria larghezza, si possono rimuovere difese di sponda longitudinali o pennelli trasversali.

### 4. Non intervenire

Si tratta di lasciare il corso d'acqua evolvere naturalmente (*natural recovery*). Bisogna sottolineare che ciò non coincide necessariamente con l'opzione "non fare niente" in senso stretto ("*do nothing*"), intesa come scelta rinunciataria di fronte alla impossibilità di risolvere i problemi, ma si tratta piuttosto di una scelta consapevole di "permettere gli aggiustamenti naturali del corso d'acqua" ("*allowing natural adjustments*"), derivante da una conoscenza accurata dei problemi e delle tendenze evolutive del corso d'acqua stesso. Ad esempio, tale scelta è perseguibile se un accurato studio geomorfologico ha messo in evidenza che la tendenza naturale del corso d'acqua è esattamente nella direzione di quello che è l'assetto desiderato, mentre non è percorribile se lo stesso studio ha messo in evidenza che il corso d'acqua è in una fase di instabilità. Tale opzione è

inoltre perseguibile se i tempi necessari con il riequilibrio naturale del corso d'acqua sono compatibili con le esigenze del progetto.

È importante a questo punto porsi la questione di fino a che punto permettere l'evoluzione naturale del corso d'acqua, cioè se delimitare o meno lo spazio all'interno del quale lo si lascia libero di divagare. Per tale scopo, è spesso utilizzato il concetto di fascia di pertinenza fluviale (*“streamway approach”*), cioè di fascia da preservare o ricreare, all'interno della quale permettere le divagazioni naturali del corso d'acqua. Più recentemente, tale approccio è stato meglio definito da un punto di vista metodologico introducendo il concetto di Fascia di Mobilità Funzionale (Malavoi et al., 1998; Rinaldi, 2006; Rinaldi & Simoncini, 1996; Piegay & Rinaldi, 1996).

### 5.2.2 Gerarchizzazione dei principi di gestione

E' utile far riferimento ad alcuni concetti fondamentali, che saranno entro certi limiti applicati al caso del F.Panaro, relativi alla gerarchizzazione dei principi di gestione, secondo quanto riportato in Downs & Gregory (2004). Quando ci si trova di fronte ad un sistema fluviale nel quale sono presenti alcuni tratti relativamente naturali ed altri fortemente degradati, può rivelarsi necessario innanzitutto fare una delle due seguenti scelte generali di prioritizzazione:

1. *preservare* rimanenti tratti d'alveo in condizioni relativamente naturali (*near-pristine*) ed i processi che li rendono tali;
2. *migliorare* tratti molto degradati nonostante i costi ed il potenziale di miglioramento ambientale sia modesto.

Una volta definita la priorità, si possono individuare i principi di gestione con il fine di gestire il corso d'acqua come un idrosistema nel quale conservare o ripristinare l'integrità fisica ed ecologica. In tutti i casi l'obiettivo primario deve essere quello di ricreare la naturale varietà di processi fisici che promuovono i miglioramenti strutturali e funzionali degli habitat in alveo, nelle zone riparie e nella piana inondabile.

| Principi di gestione                                                 | Descrizione                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 <i>Preservare i processi naturali dove continuano a funzionare</i> | Proteggere la variabilità naturale dei regimi delle portate liquide e solide ed i processi geomorfologici associati con libere esondazioni attraverso soluzioni non strutturali progettate per permettere al corso d'acqua di continuare a funzionare dinamicamente.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 2 <i>Limitare cambiamenti nei processi</i>                           | Nei tratti in cui i processi naturali continuano a funzionare, ma dove esiste una minaccia di cambiamenti significativi, proteggere i processi naturali usando soluzioni non strutturali potenzialmente in combinazione con misure designate a prevenire che instabilità sistemiche raggiungano i tratti da proteggere.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 3 <i>Ripristinare i processi dove possibile</i>                      | In fiumi regolati, riportare quanto più possibile i regimi di portate liquide e solide a scala di bacino verso condizioni non regolate (es. ripristinare la variabilità delle piene) sulla base dei regimi da giornalieri a stagionali e da annuali alla scala delle decadi. Dovrebbe essere considerata l'influenza le variazioni di uso del suolo contemporanee e future sull'idrologia del bacino e sulla generazione di sedimenti. In sistemi fluviali dove non è possibile intervenire sul regime delle portate liquide, perché è il risultato di variazioni di uso del suolo a scala di bacino o canalizzazioni estese, cercare di perseguire la riqualificazione modificando localmente i processi idraulici e di trasporto solido usando strutture a piccola scala designate in un contesto a scala di bacino. |

|                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 Ripristinare la geometria naturale dell'alveo | Effettuare riqualificazione a scala di tratto attraverso modificazioni morfologiche dirette in corsi d'acqua con basso potenziale di recupero naturale. Il processo inizierà variazioni idrauliche e di trasporto di sedimenti locali e le implicazioni di tali variazioni devono essere pienamente comprese e adattate al contesto dei regimi delle portate liquide e solide affinché l'approccio possa essere sostenibile.                    |
| 5 Ripristinare la vegetazione riparia           | Le comunità di piante ripariali possono diventare una parte funzionale dell'alveo e della piana inondabile ma tale opzione ha poche probabilità di successo a meno che il ripristino di processi e/o morfologie non abbiano creato habitats adatti: in corsi d'acqua modificati ci sono spesso vincoli severi sull'estensione degli habitat ai margini degli alvei e variazioni nella profondità della falda rispetto alla situazione naturale. |
| 6 Reinserire animali e piante acquatiche nativi | Può essere richiesto dove la flora e fauna nativa sono stati eliminati in passato ma è improbabile che abbia successo a meno che altri interventi di riqualificazione non abbiano ricreato gli habitat richiesti dalle varie specie, ripristinato i processi critici per la sopravvivenza ed eliminato o spostato specie non native.                                                                                                            |

Tabella 5.2 – Descrizione dei sei principi gerarchici di gestione (da (National Research Council, 1992; Sacramento River Advisory Council, 2000).

Più nel dettaglio, può essere definita una **gerarchia di sei principi di gestione**, organizzata in modo da preferire la preservazione prima della ricreazione, il ripristino dei processi prima che delle forme, la ricreazione degli habitat prima che la reintroduzione di specie (National Research Council, 1992; Sacramento River Advisory Council, 2000). Tale gerarchia è così sintetizzabile:

1. Preservare i processi naturali dove continuano a funzionare;
2. Limitare cambiamenti nei processi;
3. Ripristinare i processi dove possibile;
4. Ripristinare la geometria naturale dell'alveo;
5. Ripristinare la vegetazione riparia;
6. Reinserire animali e piante acquatiche nativi.

Una descrizione più dettagliata è riportata in Tab.5.2. La gerarchia riflette il fatto che una riqualificazione basata sui principi degli ordini inferiori è improbabile che sia sostenibile senza che si faccia attenzione all'ordine superiore. Ad esempio, il tentativo di ripristinare una comunità vegetale riparia (5) è improbabile che possa avere successo in un corso d'acqua fortemente canalizzato senza che si tenti di ripristinare una geometria naturale dell'alveo (4), a causa della ridotta estensione della zona riparia di transizione tra habitat acquatici e terrestri. Oppure, la ricreazione di una morfologia d'alveo 'naturalizzata' (4) è improbabile che sia sostenibile senza un'appropriata attenzione ai regimi delle portate liquide e solide che guidano i processi geomorfologici (3). Viceversa, una riqualificazione che parte da un'attenzione per i processi geomorfologici (3) può portare nel tempo al conseguimento anche di obiettivi di livello gerarchico più basso, quale il miglioramento degli habitat per animali e piante acquatiche nativi (6).

La Tab.5.3 descrive più nel dettaglio i tipici approcci di gestione o intervento in funzione del grado di degradazione del corso d'acqua. Si riporta una breve descrizione di queste tipologie di intervento.

| <b>Condizioni esistenti</b>                                                                       | <b>Potenziale di recupero</b> | <b>Tipica posizione nel bacino</b>                                        | <b>Principio</b>                                    | <b>Tipici approcci di gestione</b>                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Prossimo a condizioni originarie/intatto/non danneggiato                                          | Non applicabile               | Zone montane, distanti da disturbi antropici                              | <b>Preservare processi</b>                          | Misure non strutturali                                                                                             |
| Prossimo a condizioni originarie, altamente suscettibile a disturbi/sotto minaccia di instabilità | Non applicabile               | Zone montane, vicine a disturbi antropici                                 | <b>Limitare variazioni processi</b>                 | Misure non strutturali<br>Rinforzi strutturali                                                                     |
| Degradazione medio - moderata, connesso a corsi d'acqua di alto valore                            | Alto                          | Canalizzati in aree agricole (fondo in ciottoli-ghiaia-sabbia)            | <b>Ripristinare processi</b>                        | Misure non strutturali<br>Ripristinare portate e trasporto sedimenti<br>Recupero rapido                            |
| “Pietrificato” in un sistema regolato                                                             | Impedito                      | A valle di dighe in zone montane/pianura                                  | <b>Ripristinare processi</b>                        | Migliorare connettività<br>Recupero rapido<br>Ricostruzione morfologica                                            |
| Degradazione medio - moderata, isolato da tratti di alto valore                                   | Impedito/moderato             | Canalizzati in aree agricole o urbane di pianura (fondo in ghiaia-sabbia) | <b>Ripristinare processi</b>                        | Misure non strutturali<br>Ripristinare portate e trasporto sedimenti<br>Recupero rapido                            |
| Degradazione moderata – alta                                                                      | Basso                         | Canalizzati in aree urbane (fondo in sabbia-limo)                         | <b>Ripristinare geometria</b>                       | Ripristinare portate e trasporto sedimenti<br>Recupero rapido<br>Ricostruzione morfologica<br>Rinforzi strutturali |
| “Moribondo” – altamente degradato                                                                 | Basso/nessuno                 | Canalizzati in pianura (fondo argilloso)                                  | <b>Ripristinare geometria e vegetazione riparia</b> | Recupero rapido<br>Ricostruzione morfologica<br>Rinforzi strutturali                                               |

Tabella 5.3 – Potenziali di recupero, principi e tipici approcci di gestione in funzione del grado di degradazione del corso d'acqua (da (National Research Council, 1992; Sacramento River Advisory Council, 2000).

#### *Interventi non strutturali per la preservazione ed il recupero naturale*

1. *“Trascuratezza benigna” (benign neglect)*: ottenuta attraverso politiche che restringono lo sviluppo nel bacino per permettere che alcuni campi produttivi tornino alla loro copertura vegetazionale precedente (tuttavia i processi di recupero potrebbero non necessariamente portare il sistema verso le condizioni precedenti al disturbo, ma creare una nuova condizione)
2. *Gestione del suolo, delle risorse idriche e della piana inondabile*: misure designate per minimizzare l'impatto di attività umane. Ad esempio politiche di gestione designate per ridurre l'impatto di usi del suolo e di sfruttamento delle risorse idriche, oppure misure designate per permettere al fiume le sue spontanee funzioni di regolazione naturale (inondazioni, erosione e deposizione).
3. *Proteggere l'ambiente al margine del fiume*: (a) fasce tampone, per trattenere umidità e sedimenti; (b) recintare i lati del fiume (*bankside fencing*), nel caso in cui l'accesso di animali da pascolo rappresenti una causa primaria di degradazione; (c) piantare vegetazione sui lati del fiume (*bankside planting*) considerato da molti come la strategia migliore per habitat in alveo, favorendo la creazione di un ambiente stabile in termini di luce, ombra e temperatura, fornendo detriti legnosi e creando dei collegamenti agli habitat terrestri.

#### *Ripristinare processi di portate liquide e trasporto solido per facilitare il recupero*

Si tratta di approcci di gestione basati sul ripristino del regime delle portate e dei processi di trasporto solido, e sono appropriati per idrosistemi regolati da dighe, briglie, argini e trasferimento

di acqua da o al fiume. Tali approcci consistono in una alterazione del grado di regolazione dei flussi verso una parziale rinaturalizzazione dei regimi di portate liquide e solide in modo perciò da stimolare i processi idrologici, geomorfologici ed ecologici e causare un miglioramento graduale della morfologia e degli habitat. L'approccio generale è basato quindi sul miglioramento della connettività del reticolo idrografico. Esiste un ampio range di metodi disponibili.

1. *Rilascio di alte portate (environmental high flows)*: comprende la regolazione di portate a valle di un punto di controllo (diga o opera di presa di diversione) in modo da integrare obiettivi di conservazione con quelli di sicurezza e di gestione delle risorse idriche, in modo da ripristinare parzialmente le pulsazioni delle piene (*flood pulse*).

2. *Rimozione di briglie e di ostacoli (weir and obstruction removal)*: può migliorare la connettività all'interno del reticolo idrografico. La rimozione di briglie superflue e di altre ostruzioni in alveo, incluse strutture che disconnettono rami secondari dal canale principale, danno un beneficio alla continuità laterale e verso valle del flusso e del trasporto solido. Inoltre l'allontanamento di argini (*setback of embankments*) per permettere un'area più estesa di pianura inondabile, può facilitare i processi di deposizione che mantengono la microtopografia e gli habitat nella pianura e riducono il volume di sedimenti finì a valle.

3. *Rimozione di dighe (large dam removal)*: è l'ultimo espediente per migliorare la connettività nel reticolo idrografico. Tale opzione ha effetti sia sul regime di portate liquide e sul flusso di sedimenti che come rimozione della barriera fisica nei confronti dei pesci e di altra fauna acquatica. Esistono varie opzioni: rimozione completa, rimozione parziale, rimozione per fasi. Particolare preoccupazione riveste il cuneo di sedimenti depositati a monte della diga in termini di possibile sedimentazione a valle e di impatti sulla qualità dell'acqua.

#### *Recupero rapido per migliorare la diversità di habitat*

Il recupero rapido, o 'recupero naturale assistito', consiste generalmente in misure in alveo designate per modificare le condizioni di energia del tratto ed influenzare localmente le condizioni idrauliche ed il pattern di trasporto di sedimenti (corrispondono in pratica agli interventi localizzati descritti nel paragrafo precedente). L'approccio è adatto per accelerare i processi di recupero per aumentare la diversità di habitat in alvei disturbati, specialmente in tratti in cui c'è poca possibilità che misure non strutturali producano variazioni significative.

Esistono numerose misure appartenenti a questa categoria: deflettori (*deflectors*), briglie basse, soglie e vani (*low weirs, sills and vanes*) per diversificare il flusso, dispositivi di riparo (*cover devices*) installati lungo le sponde, massi raggruppati (*boulder clusters*) nel mezzo dell'alveo o ai margini per creare habitat di riparo, tronchi galleggianti o conficcati (*floating and pinned logs*) ed installazione di detriti legnosi (*large woody debris*). In fiumi di pianura, la piantagione di canne (*reed planting*) può favorire ombreggiamento per pesci ma anche intrappolare nutrienti e sedimenti finì. In torrenti a fondo grossolano, trappole di trasporto solido al fondo (*bedload traps*) possono essere usate per creare aree di deposizione preferenziale.

#### *Ricostruzione della morfologia d'alveo*

La ricostruzione diretta di una morfologia d'alveo più naturale per ottenere una geometria simile a quella precedente all'alterazione può costituire la base per un recupero morfologico. Questa misura è applicabile soprattutto a fiumi di pianura che sono stati canalizzati e riconfigurati con una sezione trapezoidale ed uniforme e che hanno energia disponibile o rifornimento di sedimenti da monte insufficienti per essere capaci di un recupero naturale significativo.

Tuttavia, la ricostruzione è generalmente meno preferibile dell'approccio basato su misure non strutturali, sul ripristino dei processi e sul recupero rapido perché storicamente ha incoraggiato l'applicazione di un approccio sintomatico basato sulle forme piuttosto che sui processi e mirato ad affrontare i rapporti cause-effetto. Inoltre, la ricostruzione morfologica disturba fortemente gli habitat e la fauna nel breve termine, e la ricostruzione ha portato spesso alla creazione di una sagoma sinuosa, a prescindere dalla tendenza naturale del corso d'acqua, ed alcuni di questi schemi

hanno spesso impiegato tecniche di protezione di sponda non necessarie (e costose) che perpetuano la concezione di stabilità come di una proprietà statica piuttosto che dinamica. Esiste pertanto il rischio che schemi di ricostruzione morfologica possano risultare in una versione sinuosa di un fiume canalizzato che non portano ad un reale significativo miglioramento ambientale e che possono essere per loro natura instabili.

Malgrado tali inconvenienti, la ricostruzione morfologica può rimanere l'unica strategia in fiumi di bassa pianura incapaci di un recupero naturale o laddove è previsto il perdurare di una severa instabilità. Inoltre, esiste il vantaggio politico che la progettazione e realizzazione di un nuovo alveo fornisce una chiara e rapida dimostrazione di azione, senza necessariamente che essa comporti un reale miglioramento ambientale e che possa essere inerentemente instabile.

Esistono varie tipologie di intervento rientranti in questa categoria (coincidono il più delle volte con gli interventi a scala di tratto del paragrafo precedente), principalmente: (a) *ricreazione di sinuosità e di asimmetria delle sezioni* (*restoring sinuosity and cross-sectional asymmetry*); (b) *alveo a due stadi* (*two-stage channel*), utilizzando la pianura e l'alveo insieme per contenere le piene con un dato tempo di ritorno ma mantenendo all'interno un alveo in grado di contenere le naturali portate ad alveo pieno.

#### *Interventi per gestire instabilità dell'alveo*

La gestione tradizionale di fiumi spesso è accompagnata dalla realizzazione di interventi strutturali di rinforzo delle sponde e del fondo per assicurare una condizione permanentemente statica del fiume e permettere il massimo uso della pianura. Tuttavia queste misure si sono rivelate universalmente nocive per gli habitat e per gli ecosistemi, non sempre hanno successo e possono accentuare i problemi a monte o a valle in tratti non protetti. L'obiettivo di mantenere il corso d'acqua a tutti i costi statico promuove l'uso precauzionale di rivestimenti strutturali anche quando non ne esiste reale necessità, aumentando i costi di gestione e degradando ulteriormente gli habitat. L'uso di interventi strutturali è un argomento conflittuale con gli approcci di gestione basati sulla conservazione dell'ambiente, ma continuerà ad esistere in progetti in cui è necessario proteggere infrastrutture o altro.

Esistono due tendenze nell'uso di tali tipi di interventi che possono ridurre gli impatti sugli habitat:

1. Cambiamento da tecniche di rivestimento pesanti a leggere per ridurre gli impatti ambientali rinforzando comunque l'alveo. Questi comprendono l'uso combinato di vegetazione viva, materiali biodegradabili e geosintetici (Ingegneria Naturalistica).
2. Applicazione più mirata e strategica degli interventi: questa dovrebbe tener conto delle condizioni dell'alveo e delle tendenze evolutive, in altre parole applicando la misura giusta al momento e nel punto giusto per minimizzare gli impatti negativi sull'alveo. Tale approccio richiede una valutazione approfondita delle condizioni geomorfologiche dell'alveo. Per esempio, una 'gestione appropriata delle sponde' (Thorne et al., 1996) comincia con una valutazione che accerti le cause, la severità e l'estensione del problema come basi per guidare le scelte di protezione. In maniera simile, in alvei destabilizzati da erosione regressiva, una valutazione dei processi di fondo e delle sponde è usata per classificare i tratti di alveo in accordo alla sequenza evolutiva attesa (Schumm et al., 1984; Simon, 1989), come basi per posizionare le strutture di controllo del fondo dove esse sono più efficaci. In tal modo, la stabilizzazione delle sponde e del fondo possono essere minimizzati e posizionati in posizioni specifiche per le quali ne è dimostrata la necessità, con lo scopo di ridurre entrambi i costi di gestione e la degradazione ambientale.

### **5.2.3 Gestione sostenibile dei sedimenti in fiumi ghiaiosi incisi in Francia**

L'**incisione fluviale** e il deficit di sedimenti rappresentano un problema rilevante anche nel contesto Alpino e pedealpino francese, dove le modificazioni fluviali hanno portato alla necessità di ricercare una gestione sostenibile dei sedimenti, talora favorendo l'alimentazione artificiale di trasporto solido al fondo o la preservazione delle erosioni di sponda, o in altri casi attraverso misure tese a mitigare l'impatto ecologico dell'incisione. Ai fini dell'inquadramento di tali problematiche, riscontrate in maniera anche più accentuata nel bacino del F. Panaro, e di come esse siano state affrontate in altri contesti, è quindi utile riportare in questo paragrafo una breve sintesi di esperienze, casi di studio ed esempi relativi alla Francia tratti in gran parte dai lavori di Bravard et al. (1999), Amoros et al. (2005), Piegay et al. (2005), Habersack & Piegay (2008) e riportata anche più estesamente in Piegay & Rinaldi (2006).

Nell'area Alpina e pedealpina francese, l'**attività di escavazione di sedimenti** dagli alvei fluviali cominciò nella maggior parte dei principali corsi d'acqua negli anni '60, ma il picco si verificò negli anni '70 – primi anni '80, per poi essere proibita nel 1994. Tale attività, promossa originariamente per l'alta qualità e disponibilità della risorsa (alvei attivi larghi), il basso costo dell'estrazione e la vicinanza ai centri urbani, si proponeva anche di contribuire alla protezione dalle piene abbassando il letto ed aumentando così la capacità di deflusso. Essa tuttavia creò una serie di problemi inattesi: (a) nelle Alpi interne, lo strato di ghiaia era sottile e l'erosione regressiva e progressiva (verso valle) raggiunse rapidamente i depositi lacustri (principalmente costituiti da sabbia e torba) accumulati all'inizio dell'Olocene a seguito dello scioglimento dei ghiacciai, inducendo un'incisione molto rapida e generalizzata (dai 12 ai 14 m nelle Alpi settentrionali), difficile e costosa da arrestare; (b) in molti corsi d'acqua l'abbassamento fu maggiore del previsto e causò la sottoescavazione di manufatti, il collasso di numerosi ponti e la destabilizzazione di chilometri di pennelli costruiti nel XIX secolo; (c) lungo alcuni fiumi l'abbassamento della falda conseguente all'incisione provocò l'esaurimento di pozzi, compromettendo la disponibilità di risorsa idrica; (d) all'interno dell'alveo bagnato, la semplificazione degli habitat (affioramenti rocciosi, riscaldamento dell'acqua per la ridotta velocità in prossimità di briglie, profondità e velocità di corrente omogenee) indusse impatti sulle comunità animali acquatiche.

Le **conseguenze delle escavazioni** in alveo sono state accentuate dall'attività antropica nel bacino. Alla fine del XIX secolo sono stati realizzati rimboschimenti sui versanti che, nei secoli precedenti (XVIII e XIX) erano stati destabilizzati dalla deforestazione e dall'eccessivo pascolamento conseguenti alla pressione demografica. Questo si è verificato in maniera molto simile anche in altri paesi europei (ad es. in Italia: Surian & Rinaldi, 2003).

Nella maggior parte dei casi, non è più possibile ripristinare le precedenti condizioni di trasporto al fondo, a causa delle numerose disconnessioni nei processi di flusso di sedimenti (scavi, dighe, aree urbane protette dalle piene). Ne è derivata la necessità di misure di riqualificazione che mitigino gli impatti ecologici e che risolvano problemi tra loro concatenati.

Nel 1997, le agenzie di Stato e le autorità regionali del bacino del Rodano hanno intrapreso un piano di gestione del fiume che individua nel trasporto solido al fondo l'elemento chiave per gli ecosistemi fluviali, da gestire perciò in maniera sostenibile. Il piano raccomanda studi sul trasporto solido al fondo prima di permettere la rimozione di ghiaia dall'alveo per la protezione del rischio di esondazione, e promuove nuovi approcci per la gestione delle erosioni di sponda, quali la stesura di mappe della pericolosità di erosione e l'individuazione di fasce entro le quali permettere l'erosione di sponda. Questo approccio riconosce che il deficit di sedimenti dell'alveo è una conseguenza dell'attività estrattiva, della rimozione di sedimenti per scopi di riduzione del rischio idraulico, e della riduzione a lungo termine nell'alimentazione di sedimenti dal bacino causata dall'aumento di copertura vegetale conseguente ai rimboschimenti diffusi (sia programmati che spontanei) e dalla disconnessione degli alvei con le sorgenti di sedimenti.

In questo contesto, sono state proposte varie misure per gestire una risorsa in riduzione. Nei piani di gestione condotti dal 1992, è stato largamente promosso un approccio integrato (scala di

bacino / scala locale). Le opzioni di gestione dei sedimenti alla scala locale dipendono dalle condizioni osservate alla scala di bacino. Si possono citare le seguenti strategie di gestione e tipologie di intervento.

1. Spostamento di sedimenti a valle di sbarramenti. I gestori privati delle dighe, che tradizionalmente rimuovevano la ghiaia dai loro bacini per mantenere la capacità di invaso, devono ora trasferire la ghiaia immediatamente a valle dello sbarramento per garantire il trasferimento di sedimenti. Nelle aree montane, l'RTM ha creato numerose strutture per intrappolare la ghiaia. Oggi lo stesso RTM si occupa di spostare la ghiaia a valle di queste strutture, particolarmente nei tratti con un deficit di sedimenti e problemi connessi (Fig.5.2). In un invaso del Rodano superiore (Seyssel), che viene riempito da sedimenti grossolani trasportati dal Fiume Les Usses, la ghiaia è catturata da una pompa e trasportata a valle della diga attraverso una condotta per mantenere la continuità di sedimenti. Sul Fiume Reno a valle dello sbarramento di Iffezheim, per compensare l'intrappolamento di sedimenti a monte delle dighe, viene scaricata nell'alveo a valle una media annuale di 170.000 tonnellate di sabbia e ghiaia per mezzo di chiatte. Simili approcci sono stati sperimentati lungo il Danubio austriaco a valle di Vienna dopo la realizzazione della centrale idroelettrica Fredenau (circa 300.000 m<sup>3</sup> di ghiaia per anno); in futuro si pensa di ridurre questa quantità attraverso un aumento delle dimensioni dei sedimenti del fondo. Sul Fiume Rodano vicino Chautagne, la sabbia e la ghiaia depositati a monte di una diga sono meccanicamente trasferiti al tratto inciso a valle della Diga Motz ad un costo annuo di 170.000 Euro.



Figura 5.2 - Spostamento di sedimenti a valle di una briglia (Beoux river, Francia).

2. Reintroduzione di sedimenti. Seguendo esempi pionieristici di reintroduzione di ghiaia (*gravel augmentation*) quali quelli di Kondolf & Matthews (1993) a valle della diga Shasta lungo il Fiume Sacramento in California (Fig.5.3), scienziati ed amministratori stanno effettuando esperimenti preliminari di reintroduzione di ghiaia nei fiumi Ain e Drome, nell'ambito di un progetto finanziato dalla Comunità Europea (Life Environment, programmi Life Natura). Il Fiume Ain, nel suo tratto vallivo, ha subito un'erosione progressiva a seguito della realizzazione di una serie di dighe tra il 1933 ed il 1968. La progressione verso valle del deficit è stata stimata in una media di circa 500 m per anno sulla base della scomparsa di barre osservate da foto aeree (Rollet et al., 2004). Questo è un problema rilevante in termini di preservazione ecologica, dal momento che si prevede che l'erosione raggiungerà ed interesserà nel prossimo decennio aree di grande valore ecologico. Per ridurre questo processo e ripristinare i tratti già disturbati, si sta conducendo una reintroduzione di sedimenti. Il trasporto solido al fondo potenziale è stato stimato sulla base di formule idrauliche e di misure di campo, ed i sedimenti ghiaiosi immagazzinati nella piana inondabile sono stati stimati in base a campioni e calcoli in GIS. Da queste stime, una reintroduzione artificiale da parte dei

sedimenti immagazzinati nella piana inondabile è stata considerata come una strategia realizzabile per parecchi decenni. Tale approccio è efficiente nel senso che esso ripristinerà il trasporto solido al fondo del fiume (metà del trasporto solido al fondo annuo potenziale) e gli habitat associati: esso, infatti, creerà una piana inondabile ad un livello topografico inferiore di quello precedente, in modo che si vengano a creare zone umide più frequentemente inondate e connesse nuovamente con la falda. La prima reintroduzione di sedimenti (Fig.5.4) ha avuto luogo nell'agosto 2005 con materiali provenienti dall'approfondimento e allargamento di un canale abbandonato (Fig.5.5).

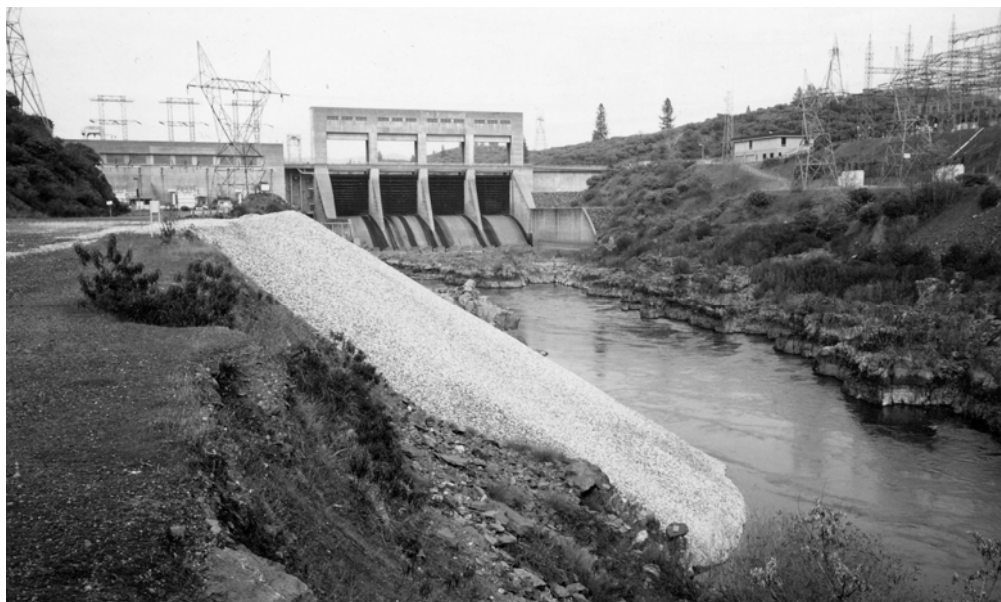


Figura 5.3 - Iniezione di ghiaia a valle di Deswick Dam, Fiume Sacramento.

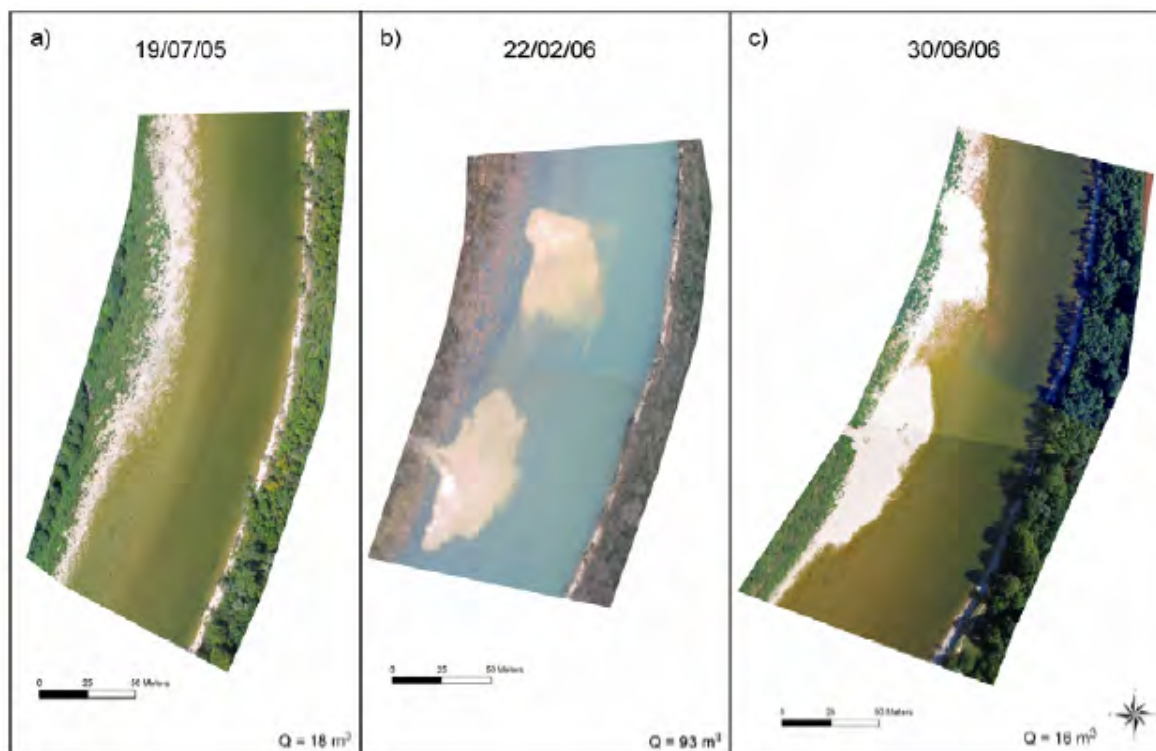


Figura 5.4 – Sito di alimentazione artificiale di sedimenti lungo il tratto Varambon/Priay, Fiume Ain, Francia (da Piegay & Rinaldi, 2006). a) 19 Luglio 2005, poco prima della reintroduzione; b) 22 Febbraio 2006, immediatamente dopo; c) 30 Luglio 2006 dopo le piene annuali.

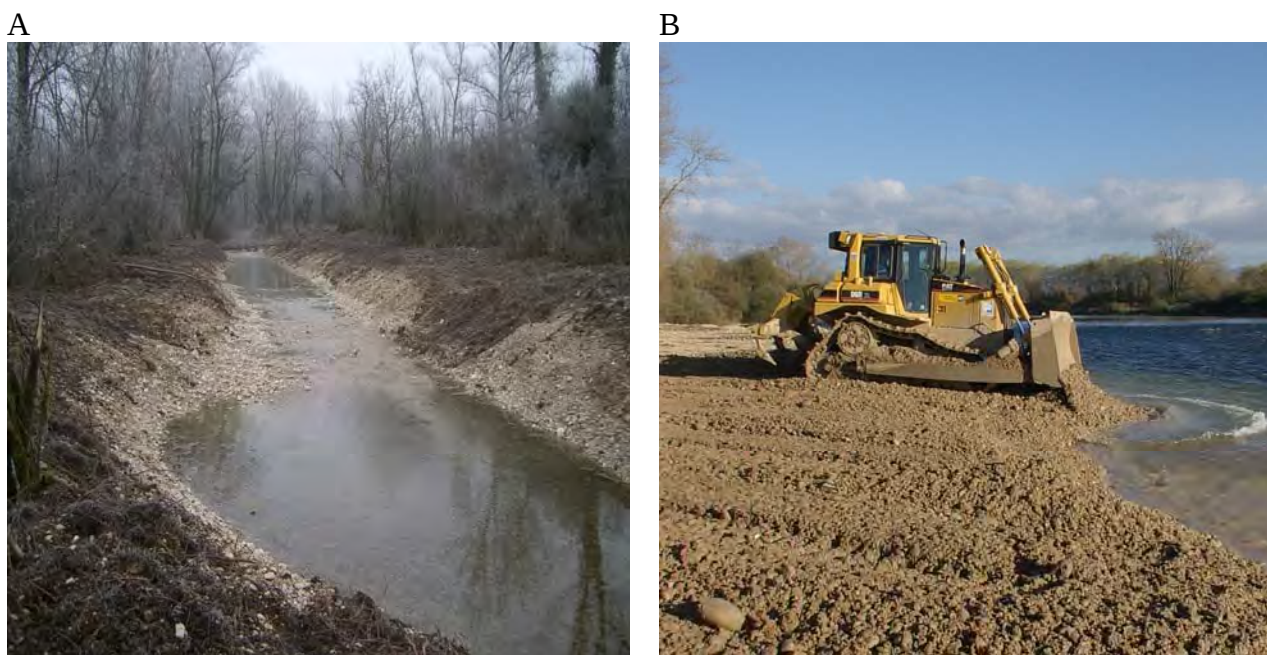


Figura 5.5 – Interventi di riqualificazione che si possono abbinare alla reintroduzione di sedimenti in alveo. A) Creazione di un canale secondario; B) Ricreazione di piana inondabile.

3. Aumento della capacità di trasporto. Nel bacino del Drome, che ha un deficit generalizzato di sedimenti, localmente sono state osservate situazioni di sedimentazione. Piuttosto che rimuovere la ghiaia da queste aree, sono stati fatti interventi nell'alveo attivo per creare una geometria temporanea (alveo più stretto con argini in ghiaia: Fig.5.6 e 5.7) che accresca la capacità di trasporto (tensioni tangenziali più elevate, sia come frequenza che come intensità), riducendo localmente il rischio di esondazione. Tali interventi, ripetuti lungo i tratti più sensibili, permettono ai sedimenti di migrare nei tratti in deficit.



Figura 5.6 – Esempio di intervento di aumento locale della capacità di trasporto sul F.Drome (Francia).

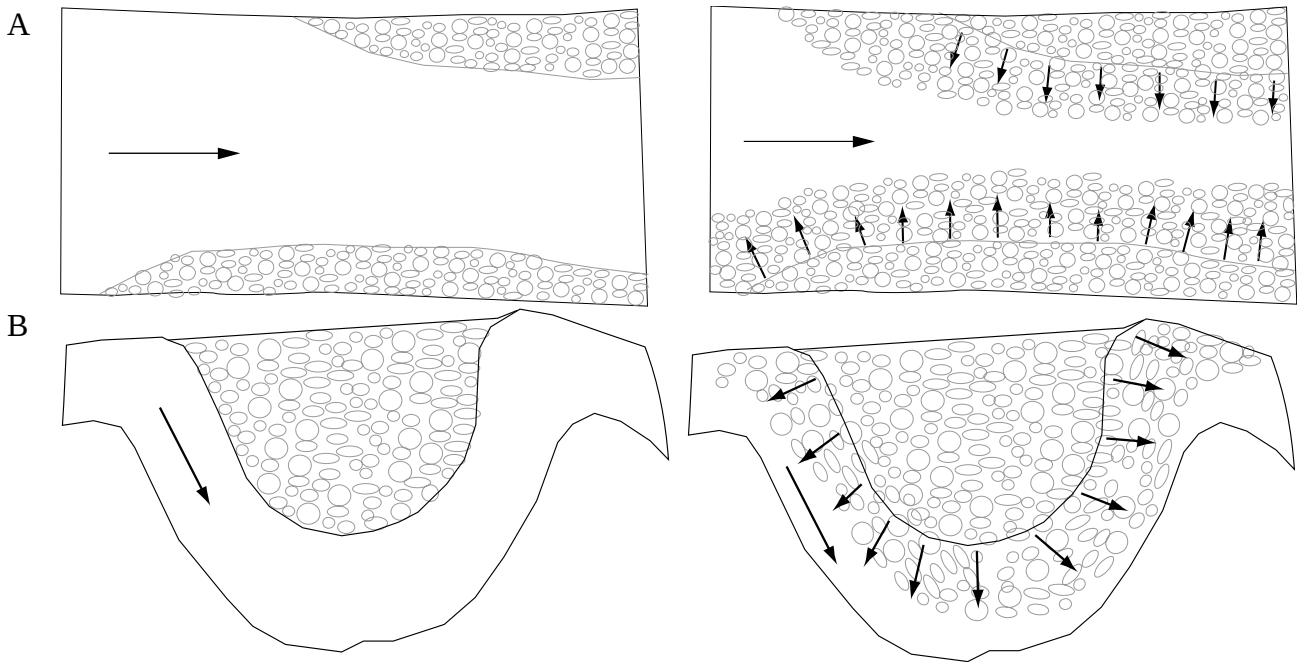


Figura 5.7 – Interventi di aumento localizzato della capacità di trasporto (da Rinaldi, 2007). A) Caso di un tratto rettilineo compreso tra barre alternate; B) caso di un tratto curvo.

4. Consentire l'erosione delle sponde. L'alimentazione di trasporto solido al fondo può essere inoltre incrementata permettendo al fiume di erodere le sue sponde a monte. I gestori dei corsi d'acqua stanno adottando in maniera crescente l'idea di consentire ai fiumi di migrare liberamente all'interno di un corridoio definito, ottenendone i diritti di proprietà attraverso la negoziazione con i proprietari o acquistando i terreni. L'esperienza francese è istruttiva in relazione all'evoluzione normativa sul concetto di fascia erodibile (ECC). Nelle linee guida del Piano di Bacino del Rodano Mediterraneo Corsica pubblicate nel 1998, il corridoio erodibile, chiamato 'Spazio di Libertà', è definito come "la piana inondabile in cui l'alveo attivo può naturalmente muoversi in modo da mantenere una alimentazione di sedimenti grossolani ed un funzionamento ottimale degli ecosistemi acquatici e terrestri" (Malavoi et al., 1998). Un decreto del 24 Gennaio 2001 approvato dal Ministero dell'Ambiente ha indicato che non saranno più permessi siti di escavazione nello "spazio di mobilità" dei fiumi, definito come il corridoio di piana inondabile in cui l'alveo si può muovere. Analogamente, il decreto 2002/202 (13 Febbraio 2002) modifica le norme per autorizzare le strutture di protezione delle sponde maggiori di 50 m (per fiumi con larghezza inferiore a 7,5 m) o di 200 m (per fiumi con larghezza maggiore di 7,5 m). La legge indica che le protezioni di sponda non devono ridurre significativamente lo "spazio di mobilità" dell'alveo, definendo tale corridoio sulla base di analisi storiche della mobilità dello stesso.

5. Mitigare gli impatti ecologici dell'incisione. In alcuni casi, non è possibile migliorare la portata o il trasporto di sedimenti a causa di molteplici disturbi e discontinuità a monte e/o della presenza di infrastrutture. Possono allora essere proposte misure di riqualificazione per migliorare la struttura degli ecosistemi alterati o per connettere le comunità viventi con l'acqua (Fig.5.8). In alcuni casi sono state adottate misure per innalzare il livello di falda, aumentando le portate minime rilasciate da impianti idroelettrici, oppure attraverso la riconnessione di canali abbandonati o invasi artificiali (La Platiere, Rodano) o ancora approfondendo canali secondari per ripristinare il loro livello idrico. In altri casi si è cercato di ristabilire il livello di falda anche se la quota del fondo non poteva essere ripristinata dopo l'incisione. Lungo il Fiume Gardon, Francia, è stata creata una soglia impermeabile, sepolta nella pianura inondabile, per sbarrare la falda e ripristinare condizioni umide nella zona riparia. Nella foresta riparia del Peage-de-Roussillon lungo il Fiume Rodano, è stato previsto un canale permeabile per permettere l'approvvigionamento idrico della foresta (Fruget & Michelot, 1997; Stroffek et al., 1996). Canali laterali abbandonati a causa dell'incisione dell'alveo

principale rappresentano una importante perdita di habitat anche lungo il Rodano ed i suoi maggiori affluenti. Nel caso del Rodano, è stata prevista una escavazione (approfondimento ed allargamento) dell'alveo principale per favorire la riconnessione dello stesso con alcuni canali secondari (Fig.5.9). Il primo intervento sperimentale è stato realizzato nel 1999, mentre è tuttora in corso la riqualificazione di 80 canali abbandonati a monte di Lione, ed in futuro si prevede di estendere tale intervento anche al tratto a valle. I primi risultati pubblicati dimostrano l'efficienza ecologica di queste misure.

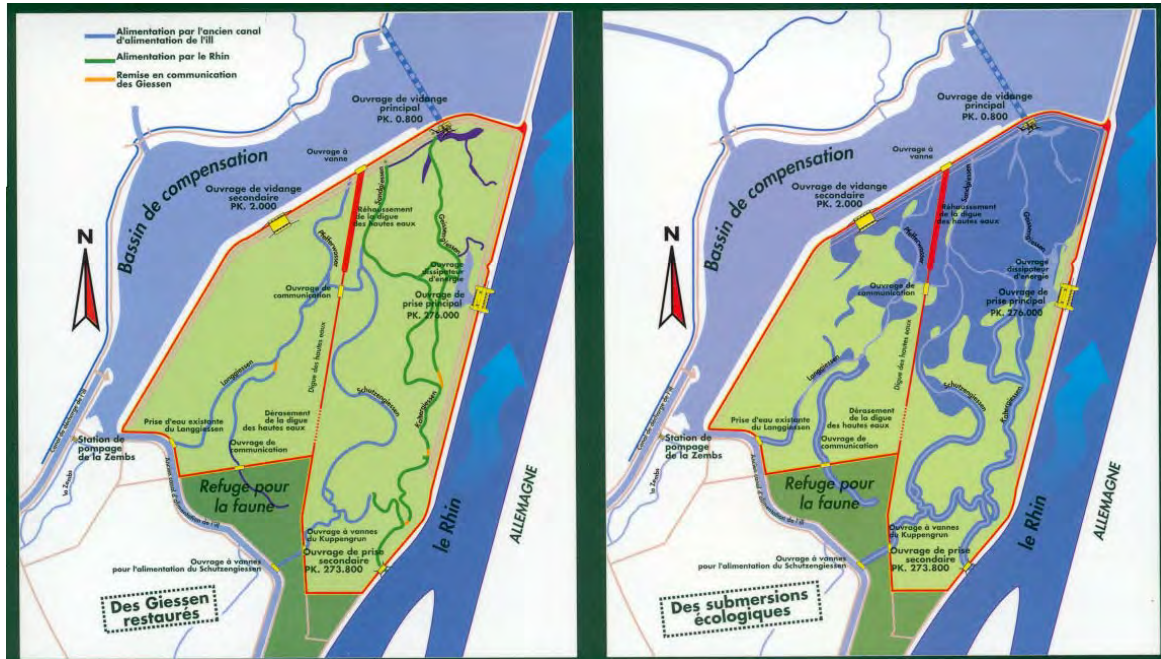


Figura 5.8 - Esempio di ricreazione di condizioni di inondabilità di una zona riparia (Rhine at Erstein, France).



Figura 5.9 - Ricreazione di un ramo secondario nel progetto di riqualificazione del Fiume Rodano a valle della diga Pierre Benite (Lione, Francia).

### 5.3 STRATEGIE DI RIQUALIFICAZIONE PER IL RECUPERO MORFOLOGICO DEL FIUME PANARO

#### 5.3.1 Riepilogo delle problematiche geomorfologiche del Fiume Panaro

Sulla base della fase conoscitiva relativa all'evoluzione ed alle variazioni morfologiche dell'alveo del F. Panaro nel tratto di studio, riportata in dettaglio nel Cap.2, si può ricavare un quadro esauriente sulle principali problematiche di natura geomorfologica che devono essere affrontate nell'ottica di una riqualificazione fluviale. Esse possono essere così sintetizzate:

1. Il problema certamente più rilevante è la **forte incisione** (da qualche metro fino all'ordine dei 10 metri) riscontrata in generale in tutto il tratto di studio, ma con le situazioni più critiche proprio nel tratto tra Marano e Vignola (denominato PB1), dove l'erosione ha raggiunto il substrato argilloso. Tale incisione, come precedentemente rimarcato, è legata alla forte attività estrattiva esistente soprattutto nei decenni passati. Tale degrado fisico ha, come è noto, conseguenze molto negative da un punto di vista ecologico, oltre che numerosi altri impatti negativi (instabilità delle strutture presenti, ecc.), pertanto una riqualificazione fluviale in senso lato deve necessariamente affrontare tale problema.
2. Contemporaneamente all'incisione, un'altra drastica variazione morfologica che si è verificata è il **restringimento dell'alveo attivo**, accompagnato spesso da una profonda modificazione di morfologia complessiva (da alveo a canali intrecciati a canale singolo). Anche questa modifica ha avuto notevoli conseguenze, soprattutto da un punto di vista ecologico, quali la perdita di fasce ripariali, di habitat in alveo, ecc.
3. Seppure le modificazioni più profonde si sono verificate nei decenni passati (in particolare tra gli anni '60 e gli inizi anni '80), l'estrazione di inerti non è più condotta a livelli incontrollati (ma è ancora esistente la pratica di rimozione di sedimenti per motivi di sicurezza idraulica) e nonostante gli ultimi dati sembrano mostrare un lieve cenno ad una inversione di tendenza (almeno per quanto riguarda le larghezze), si può affermare che persistono ancora alcuni dei fattori responsabili del **deficit di sedimenti**, quali la presenza di numerose briglie che interrompono la continuità del trasporto solido e la scarsa mobilità laterale dell'alveo.

#### 5.3.2 Immagine obiettivo (*vision*) dal punto di vista geomorfologico

Una volta individuati i problemi di tipo geomorfologico, si possono definire gli obiettivi che si deve porre un progetto di riqualificazione fluviale, che nel loro insieme costituiscono la cosiddetta immagine obiettivo o *vision*. Tali **obiettivi** sono qui ristretti agli aspetti geomorfologici e di trasporto solido seppure, come in parte già evidenziato, il loro raggiungimento soddisfa anche i principali obiettivi di tipo ecologico, essendo tra loro strettamente legati. Essi possono essere così sintetizzati:

1. L'alveo dovrebbe avere una **maggiore quantità di sedimenti**, senza tuttavia pretendere che si ristabilisca il livello preincisione (situazione utopistica e probabilmente del tutto incompatibile con le attuali condizioni antropiche), ma che almeno si ricrei un materasso alluvionale nei tratti incisi nel substrato e che sia garantita una certa continuità di flusso di sedimenti nell'intero tratto.
2. Dovrebbe esistere una **maggiore connessione idraulica laterale** con la pianura adiacente, almeno nei tratti dove questo è compatibile con le attuali condizioni di rischio, per favorire la presenza di zone umide e habitat ripariali e per migliorarne le condizioni di fruizione.
3. Dovrebbe esistere una **maggiore diversificazione morfologica e mobilità laterale** dell'alveo, anche in questo caso almeno nei tratti dove questo è compatibile con le attuali condizioni antropiche, sia per favorire diversità di habitat in alveo e ripariali che per promuovere una

alimentazione naturale di sedimenti (provenienti dall'erosione delle sponde) tale da mitigare il deficit e favorire il raggiungimento dell'obiettivo 1.

Si tratta certamente di obiettivi difficili da raggiungere ed il cui conseguimento necessita di un notevole impegno. E' importante tuttavia in questa fase individuare quelle che sono le possibili strade per andare nella giusta direzione, seppure questo potrebbe richiedere un notevole tempo per la realizzazione. Pertanto nel prossimo paragrafo si elencano le possibili misure e strategie che dovrebbero essere intraprese, facendo riferimento a quanto già applicato in altri casi di studio ma effettuando già una selezione di quelli che più si possono ritenere adattabili al contesto fisico del Fiume Panaro. Si rimanda invece al Capitolo 8 per un quadro dettagliato delle proposte di interventi con la relativa localizzazione lungo il fiume.

### 5.3.3 Priorità

In accordo a quanto discusso nel par.5.2, un primo tipo di scelta da effettuare è quella di *priorizzazione* dei principi di riqualificazione (sia in termini di tipologia che in termini spaziali di tratti), avendo a che fare con un corso d'acqua che, seppure in generale presenti delle condizioni di degradazione fisica molto importanti, tale degradazione si differenzia nei vari tratti. In altri termini il primo tipo di scelta da fare è se concentrare di più gli sforzi per **preservare** i pochi tratti che presentano ancora delle caratteristiche non compromesse, o se non concentrare tutti gli sforzi per cercare di **migliorare** per quanto è possibile i tratti più fortemente degradati. E' indubbio che l'ideale sarebbe cercare di perseguire entrambe le strategie. In linea di massima, si può in questa prima fase fare una certa distinzione in funzione delle condizioni dei diversi tratti come segue:

1. **Tratto a monte di Marano** (in continuità con il Parco dei Sassi di Rocca Malatina). L'alveo in questo tratto è in discrete condizioni: seppure inciso, l'abbassamento del fondo è stato inferiore rispetto al tratto a valle di Marano, e negli ultimi decenni si è ricreata, almeno in alcuni tratti, una fascia morfologica e ripariale adiacente all'alveo con caratteristiche relativamente buone. In questo tratto si ritiene che la priorità sia quindi quella di **preservare i processi** o limitarne i cambiamenti.
2. **Tratto tra Marano e Spilamberto**. Come rimarcato precedentemente, questo rappresenta il tratto dove l'incisione è stata più severa. La priorità deve quindi essere quella di **recuperare i processi** il più possibile e ove possibile
3. **Tratto a valle di Spilamberto**. Benché non sia il tratto più inciso, l'alveo si trova in pessime condizioni generali, aggravate dalla presenza della cassa di espansione di S.Cesario che crea una netta discontinuità, dal restringimento dell'alveo, dalle arginature e dall'antropizzazione maggiore della pianura circostante. In questo tratto una strategia basata sul recupero dei processi in alveo e delle forme fluviali (barre, meandri, piana inondabile) appare estremamente problematico ed impegnativo. Gli sforzi si devono concentrare possibilmente sugli aspetti ecologici e paesaggistici, piuttosto che sul recupero morfologico. Una tipologia di interventi possibili è rappresentata dalla **creazione di aree umide** nella pianura, cercando di puntare quindi all'arricchimento di habitat ripariali, seppure è difficile che esse possano essere idraulicamente connesse con l'alveo fluviale.

### 5.3.4 Interventi e strategie di gestione per il recupero morfologico

Si prendono ora in rassegna le possibili strategie da adottare per perseguire i tre principali obiettivi che costituiscono l'immagine obiettivo da un punto di vista geomorfologico.

#### Interventi morfologici

##### **M1. Ricreazione di piana inondabile**

L'intensa incisione del F.Panaro ha creato una forte disconnessione idraulica tra alveo attivo e pianura circostante, quest'ultima definibile per questo motivo come terrazzo da un punto di vista geomorfologico. Se da un lato tale disconnessione ha certamente ridotto la pericolosità di inondazione di questa superficie, dall'altro lato essa ha numerose conseguenze negative per gli

habitat ripariali e per lo stesso equilibrio morfologico del fiume. Una maggiore connessione idraulica laterale, da intendere come un aumento della frequenza con la quale le superfici adiacenti all'alveo possano venire inondate o interessate da processi naturali, avrebbe quindi numerosi vantaggi e benefici dal punto di vista ecologico, favorendo la creazione di habitats di aree umide e quindi promuovendo lo sviluppo di ecosistemi ripariali.

Esistono in teoria due possibili modalità di intervento per ridurre i dislivelli tra alveo e terrazzo e favorire quindi un aumento della connessione idraulica: a) favorire l'innalzamento del fondo; b) abbassare il piano di campagna. Per quanto riguarda la prima opzione, seppure le misure e strategie di gestione dei sedimenti definite in seguito favorirebbero un certo innalzamento del fondo se applicate per tempi sufficientemente lunghi, esso non sarebbe certamente comparabile con quello che è stato l'abbassamento subito nei decenni passati. Pertanto l'unica possibilità per innalzare significativamente la quota del fondo sarebbe quella di realizzare briglie o innalzare quelle esistenti che, oltre ad essere estremamente costoso, condizionerebbe fortemente le attuali condizioni di sicurezza idraulica. L'opzione b (abbassamento del piano di campagna) risulta quindi l'unica praticabile. Questa coincide quindi con la **ricreazione di una nuova piana inondabile** (Fig.5.10 e 5.11), di una superficie cioè altimetricamente molto vicina all'alveo attivo e quindi soggetta ad inondazioni relativamente frequenti (inondabile per tempi di ritorno dell'ordine di 1-3 anni), analogamente a quanto avviene in fiumi naturali. La ricreazione di piana inondabile, oltre che finalizzata all'aumento di connessione idraulica laterale ed alla ricreazione di habitat ripariali, consentirebbe inoltre di poter ricavare una certa quantità di sedimenti da poter reimmettere in alveo (si veda punto S.3).

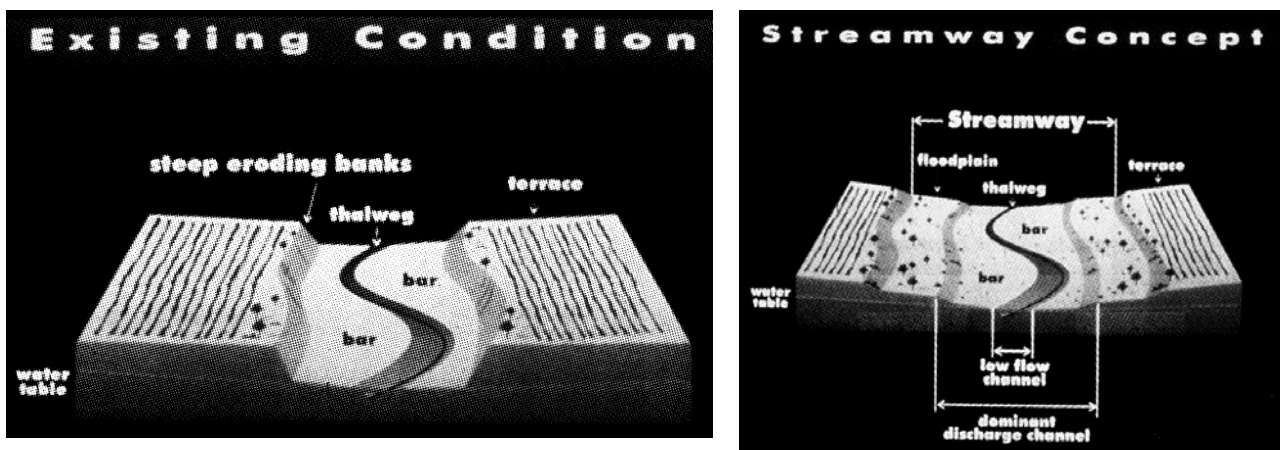


Figura 5.10 – Concetto di “streamway” come approccio per la ricreazione di una piana inondabile in un alveo inciso.

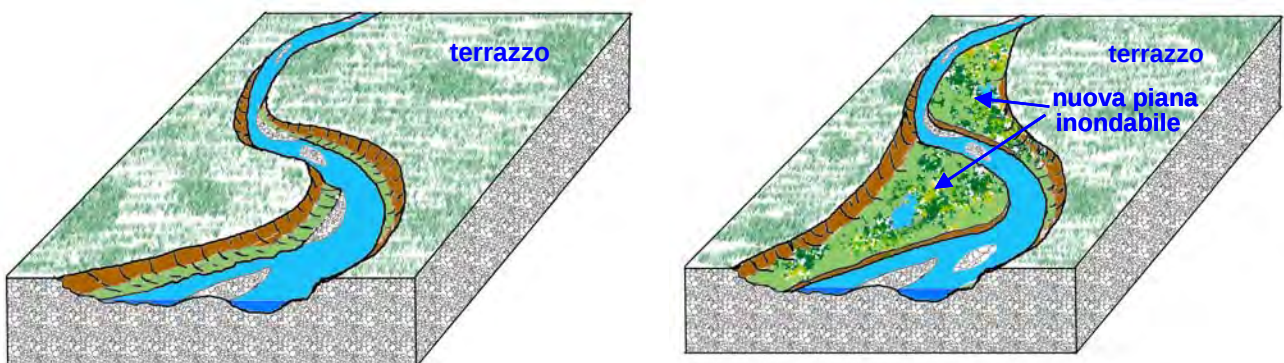


Figura 5.11 – Ricreazione di nuova piana inondabile attraverso abbassamento del livello del terrazzo in un tratto di un alveo inciso (figura di P.Sansoni).

Alla creazione di una nuova piana inondabile possono essere associati interventi diretti per la creazione di habitat, ad esempio realizzando localmente delle bassure allagabili con maggior frequenza rispetto alla situazione di partenza; queste potranno essere colonizzate dalla flora adatta alle diverse condizioni che si andranno ad instaurare, ad esempio da specie vegetali tipiche delle zone umide permanenti (i cui livelli oscillano in funzione della frequenza delle piene) o degli specchi d'acqua soggetti a periodiche siccità o dei boschi umidi allagabili, ecc. (Fig.5.12). Le zone umide, già presenti o ricreate ex-novo nella piana inondabile, potrebbero anche essere connesse all'alveo principale mediante la realizzazione di canali di collegamento, attivabili dalle piene del fiume con frequenze definite in sede progettuale (Fig.5.13).



Figura 5.12 – Fiume Drava (Austria). Diversificazione morfologica di una piana inondabile, ottenuta mediante scavo del piano campagna allo scopo di creare una zona umida laterale.



Übersicht der fertig gestellten Maßnahme St. Peterer-Au  
(nach Hochwasserereignis, Mai 2006)



Umsetzungsmaßnahme St. Peterer-Au

Figura 5.13 – Fiume Obere Mur (Austria). Diversificazione morfologica di una piana inondabile, ottenuta mediante la connessione all'alveo di zone umide, presenti o create ex-novo, tramite la realizzazione di canali di collegamento.

## **M2. Allargamento dell'alveo**

L'allargamento consiste in un aumento della larghezza dell'alveo attivo (quest'ultimo si ricorda comprende il canale o i canali e le barre attive, cioè i corpi di sedimenti ghiaiosi prevalentemente privi di copertura vegetale o comunque interessati da vegetazione sporadica). Si ricorda, come scaturito dall'analisi geomorfologica, che l'alveo del F. Panaro in tutto il tratto di studio aveva originariamente una larghezza molto più rilevante ed una morfologia a canali intrecciati. In generale, è preferibile che l'alveo recuperi spontaneamente una morfologia più naturale piuttosto che imporre una larghezza maggiore. Tuttavia ciò potrebbe richiedere molto tempo e tali interventi sono particolarmente indicati laddove, a causa dell'incisione (soprattutto quando questa è andata ad interessare il substrato argilloso), l'alveo è eccessivamente ristretto ed incanalato e non è in grado di erodere lateralmente (per scarsa energia o, più spesso, perché le sponde sono fisse o incise in sedimenti poco erodibili). Tale morfologia, oltre ad aver indotto una perdita di diversificazione morfologica e di habitat, può a volte essere alla base di un *feedback*, nel senso che il restringimento produce a sua volta una tendenza all'ulteriore incisione. L'allargamento dell'alveo attivo avrebbe alcuni effetti positivi, quali in particolare: (a) favorire condizioni di sedimentazione; (b) favorire la formazione di barre, quindi la diversificazione di morfologie e di habitat. Tali interventi sono relativamente comuni nei progetti di riqualificazione di alvei precedentemente canalizzati in Austria e Svizzera, ed il loro numero è in costante crescita dagli inizi degli anni '90 (Habersack & Piégay, 2008) (Fig.5.14 - 5.17).

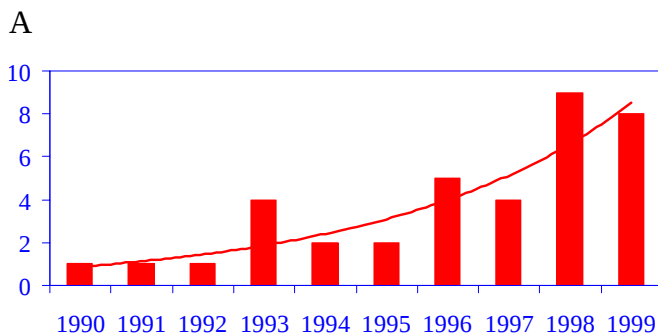


Figura 5.14 – Interventi di allargamento dell'alveo (da Habersack & Piégay, 2008). A) Incremento del numero di interventi in Austria e Svizzera (in ascisse sono riportati gli anni, in ordinate il numero di interventi realizzati). B) Esempio di intervento di allargamento lungo il Fiume Emme (Svizzera).

Va rimarcato che non sono ben chiari gli effetti morfologici a più lungo termine di tali interventi, non essendoci ancora monitoraggi sufficientemente prolungati. Ad esempio, tali

interventi possono privare il tratto immediatamente a valle dei sedimenti che altrimenti transiterebbero, vale a dire che le condizioni locali di sedimentazione possono crearsi a discapito del tratto più a valle. Inoltre, i sedimenti che si accumulano localmente tendono poi progressivamente a migrare verso valle, pertanto è possibile che in tempi più lunghi si perdano i benefici locali prodotti dalla presenza di sedimenti. Tuttavia quest'ultimo non è visto come un reale problema, in quanto tali benefici non si vanno a perdere bensì si trasmettono a valle. E' chiaro comunque che interventi isolati e sporadici possono non avere alcun effetto concreto sul recupero morfologico di un tratto, ma andrebbero realizzati con una certa continuità ed abbinati ad altri interventi, proprio come si sta facendo in alcuni fiumi di Austria e Svizzera.

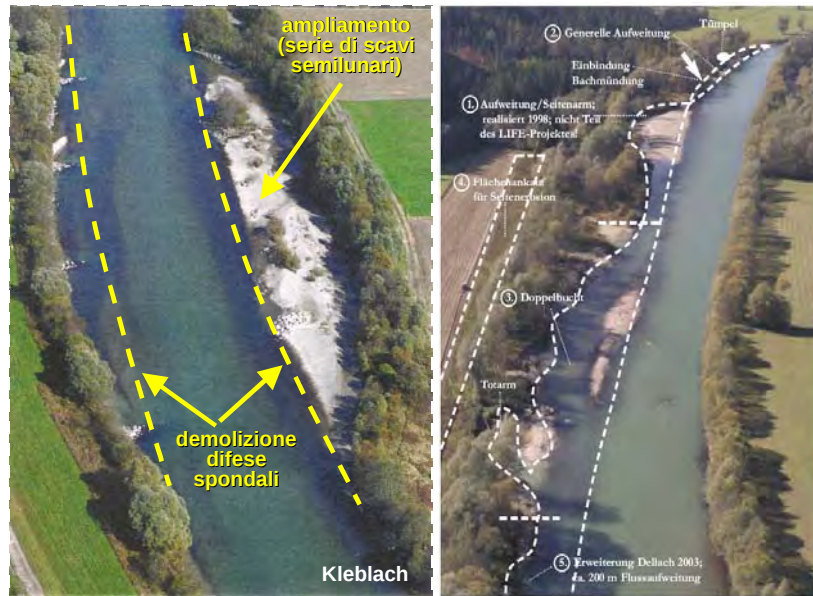


Figura 5.15 – Fiume Drava (Austria). Ampliamento dell'alveo, ottenuto nel caso specifico mediante rimozione delle difese spondali; tale intervento permette di rallentare la corrente favorendo così la sedimentazione. Il materiale asportato e inserito in alveo costituisce una fonte di sedimenti per il fiume, così come le sponde nuovamente soggette ai fenomeni erosivi.

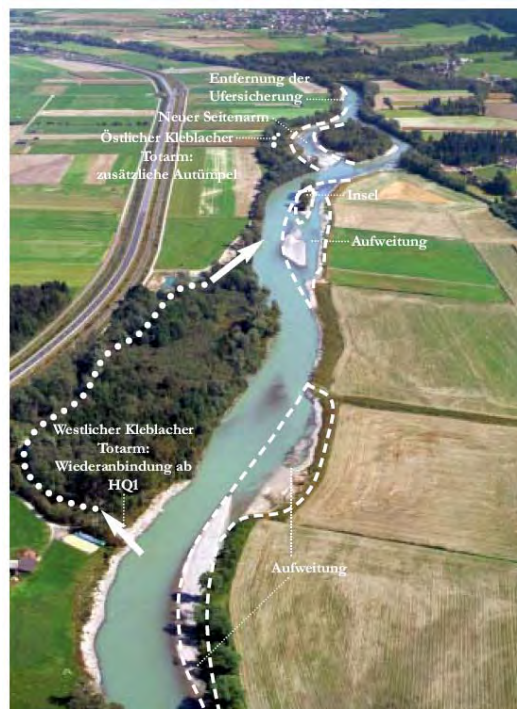


Figura 5.16 – Fiume Drava (Austria). Ampliamento dell'alveo mediante ricalibratura del canale.



Figura 5.17 – Fiume Drava (Austria). Ampliamento dell'alveo mediante ricalibratura del canale.

### **M3. Creazione di rami secondari**

L'alveo del F. Panaro, come prima ricordato, fino alla metà del 1900 ed oltre presentava una morfologia molto articolata, caratterizzata anche dalla presenza di più rami, di cui alcuni attivi ed altri secondari, cioè attivati periodicamente durante piene di una certa intensità. A causa dell'incisione e del restringimento tali rami secondari si sono pressoché estinti, determinando una perdita di ecosistemi ripariali molto pregiati. E' pertanto importante prendere in considerazione la possibilità di ricreare in alcuni casi dei rami secondari, riprendendo le morfologie che erano presenti in passato in condizioni più naturali. Tale intervento si può abbinare in particolar modo con la creazione di una nuova piana inondabile e/o con interventi di allargamento dell'alveo. Questo certamente esalterebbe la creazione di nuovi ecosistemi ripariali, creando una zona umida e di acqua stagnante, con periodica alimentazione da parte del corso d'acqua. Numerosi sono gli esempi in Europa ed altrove di questo tipo di interventi (si veda ad es. Fig. 5.18 - 5.19), come precedentemente illustrato. Ovviamente tali tipi di interventi (sia la piana inondabile che il ramo secondario) sono pensabili solo in brevi tratti, laddove esistano le condizioni morfologiche e di antropizzazione favorevoli.



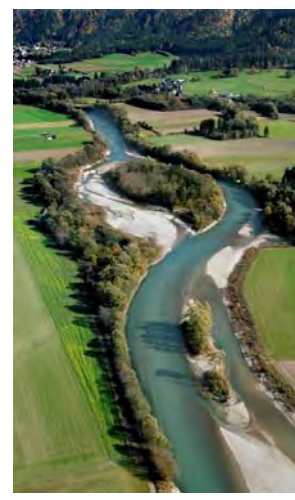
Novembre 1999



Settembre 2002



Giugno 2003



Luglio 2004

Figura 5.18– Ricreazione di un ramo secondario lungo il Fiume Drava (Austria).

Il tipo di intervento è comunque molto impegnativo e, sebbene nel medio - lungo periodo porti ad un notevole beneficio dal punto di vista ecologico, va tenuto conto che nel breve termine (cioè durante il periodo di realizzazione) comporta un notevole disturbo delle condizioni esistenti. Tali problemi sono alla base del fatto che finora interventi di questo tipo sono quasi (o del tutto) assenti nel contesto nazionale, seppure siano stati proposti in alcuni progetti (ad es. progetto di riqualificazione del F.Vara). E' utile rimarcare che, se si prevede che una parte dei sedimenti provenienti dallo scavo possono essere reimmessi in alveo, tali interventi comportano benefici anche relativamente all'obiettivo 1 (maggiore disponibilità di sedimenti in alveo).



Übersicht des aktivierten Seitengerinnes (Mai 2006)

Figura 5.19 – Fiume Obere Mur (Austria). Creazione di un canale secondario.

### **Strategie e misure di gestione**

Si riportano di seguito le possibili strategie e misure di gestione riguardanti i processi di erosione connessi alla produzione di sedimenti, la rimozione o reintroduzione dei sedimenti stessi in alveo e le opere trasversali (briglie) che possono avere effetti sulla continuità longitudinale del trasporto solido al fondo.

#### ***S1. Aumento dell'alimentazione di sedimenti dal bacino a monte***

Per fronteggiare il deficit di sedimenti del F.Panaro, sarebbe importante intraprendere una diversa politica di gestione a scala di bacino che vada ad evitare tutte quelle azioni ed interventi che determinano una riduzione dell'alimentazione dell'apporto solido al sistema fluviale ed ostacolano il transito del materiale trasportato al fondo. Si tratta cioè di intervenire direttamente su alcune delle cause del problema, anche se tali azioni presentano di solito tempi lunghi affinché se ne vedano i benefici. Tali strategie riguardano quindi soprattutto la parte medio alta del bacino, e si identificano in gran parte con misure conservative, che consistono cioè nell'evitare determinate azioni controproducenti piuttosto che effettuare interventi. Le principali **misure conservative** possono essere così elencate, sottolineando che esse ovviamente non sono da ritenere applicabili nei centri abitati ed in corrispondenza di elementi a rischio puntuali:

- *Non intervenire su versanti in frana.* Evitare interventi di stabilizzazione di frane quando queste ultime non inducono condizioni di rischio per abitazioni o infrastrutture e soprattutto quando i versanti instabili sono direttamente connessi al reticolo idrografico, e pertanto i fenomeni franosi possono costituire una sorgente di sedimenti immessi direttamente nel sistema fluviale.
- *Non intervenire su versanti a diretto contatto con il reticolo.* Consiste nell'evitare interventi di stabilizzazione, protezione dall'erosione di versanti o sponde rocciose a diretto contatto con aste fluviali del reticolo idrografico, non necessariamente in corrispondenza di veri e propri movimenti classificabili come frane.

- *Non intervenire su sponde in erosione.* Consiste nel non effettuare interventi di stabilizzazione o protezione dall'erosione su sponde in sedimenti alluvionali che sono in arretramento per erosione.
- *Non costruire nuove opere trasversali.* Consiste nell'evitare la realizzazione di qualunque nuova opera trasversale (soglie, briglie, traverse, dighe).
- *Non costruire nuove opere longitudinali.* Consiste nell'evitare la realizzazione di qualunque nuova opera longitudinale (difese di sponda, argini, ecc.).
- *Non fare manutenzione su opere esistenti.* Consiste nel non effettuare interventi di manutenzione o ripristino di opere longitudinali o trasversali che sono soggette ad erosione.

## **S2. Non consentire la rimozione di sedimenti dall'alveo**

L'eccessiva rimozione di sedimenti dall'alveo del F.Panaro, come più volte rimarcato precedentemente, può essere considerata senza dubbio la causa più importante del fortissimo degrado fisico del corso d'acqua. L'escavazione, seppure non avvenga più ai livelli elevatissimi e spesso incontrollati come è accaduto nei decenni passati (fino al divieto di estrazione), tuttavia continua talora ad essere praticata, motivata da ragioni di sicurezza idraulica spesso non del tutto condivisibili. Si sottolinea che bisognerebbe in futuro limitare gli interventi di mobilitazione di sedimenti in alveo solo a situazioni particolari legate a condizioni di rischio ben documentate. Laddove si accertasse che tali condizioni di rischio esistano realmente, bisognerebbe in tutti i casi privilegiare operazioni di **mobilitazione di sedimenti**, piuttosto che di rimozione, cioè di spostamento dei sedimenti dai punti ove essi arrecano problemi nei punti o nei tratti a valle in deficit di sedimenti. Linee guida di gestione dei sedimenti basate su tali principi sono state recentemente proposte per il F.Magra (Rinaldi, 2007) e sono in corso di recepimento da parte dell'Autorità di Bacino del Fiume Magra.

## **S3. Gestione delle briglie e dei sedimenti a monte**

E' stato più volte ribadita la necessità che i sedimenti possano muoversi nel sistema fluviale con una certa continuità, senza brusche interruzioni che causino localmente fenomeni localizzati di deposizione e di erosione e che possano ostacolare il transito di volumi di sedimenti verso valle. Le briglie di per sé, almeno una volta che si è verificato il completo riempimento a monte, non dovrebbero causare una riduzione della portata solida in quanto i sedimenti in genere sono in grado di transitare a valle. Tuttavia, molte volte la necessità di manutenzione di queste opere fa sì che periodicamente i sedimenti vengano rimossi a monte delle stesse, determinando di fatto una riduzione della quantità di sedimenti veicolabile dal fiume. Le opere trasversali presentano anche numerosi altri effetti negativi sugli ecosistemi. Per tutti questi motivi, la **rimozione di briglie ed ostacoli** (*weir and obstruction removal*) (Fig.5.20) rappresentano misure sempre più consigliate ed utilizzate per migliorare la connettività all'interno del reticolo idrografico e per scopi di riqualificazione fluviale (si veda ad es. Downs & Gregory, 2004) , fino ad arrivare alla **rimozione di dighe** (*large dam removal*) la quale rappresenta un argomento di grosso dibattito scientifico e tecnico, soprattutto negli USA, dove sono sempre più numerose le attuazioni di tali interventi (Fig.5.21).

D'altra parte, nel caso di sistemi fortemente incisi nei quali uno degli obiettivi di riqualificazione fosse quello di ripristinare la connessione idraulica laterale tra alveo e pianura adiacente per promuovere la ricreazione di habitat ripariali, in alcuni casi si propone proprio il contrario, cioè la realizzazione di opere trasversali in grado di promuovere il rialzamento del fondo.

La scelta dell'una o dell'altra di queste strategie (rimuovere o aggiungere briglie) apparentemente antitetiche dipende molto dal contesto locale, sia in termini geomorfologico-idraulici che socio-economici. Nel caso in cui si sia in presenza di un alveo che scorre in una zona relativamente disabitata (come spesso accade negli USA), la rimozione di una diga e tutti i riaggiustamenti morfologici che ne conseguono possono rappresentare una soluzione accettabile. Nel caso di un sistema fluviale fortemente in deficit di sedimenti, tale da avere quasi completamente depauperato il materasso alluvionale ed inciso nel substrato, la rimozione di opere trasversali può addirittura avere un effetto controproducente, causando la perdita anche dei sedimenti intrappolati a

monte delle stesse. Nel caso di alvei che scorrono in ambiti urbanizzati e interessati da opere di attraversamento, l'erosione regressiva (*knickpoint migration*) derivante dalla rimozione di un'opera trasversale può rapidamente destabilizzare interi tratti del corso d'acqua e mettere a rischio, se non causare la distruzione, delle opere di attraversamento stesse, così come il cuneo di sedimenti depositati a monte dell'opera, trasferendosi verso valle, può produrre notevoli impatti negativi.



Figura 5.20 - Uno dei tanti esempi di rimozione di briglie per il recupero ambientale (Octoraro Creek dam, USA).



Figura 5.21 - Rimozione di una diga (Koshkonong River, Wisconsin) (da Downs & Gregory, 2004).

Tornando al caso del F.Panaro, si ritiene che le condizioni di urbanizzazione e di presenza di opere di attraversamento siano tali da suggerire, almeno nel breve termine, di **evitare la rimozione di briglie** per vari motivi, tra i quali:

- La rimozione delle briglie potrebbe innescare fenomeni di erosione regressiva poco prevedibili e pericolosi.
- Le briglie sono posizionate il più delle volte in prossimità di ponti (a valle), realizzate proprio per difendere tali manufatti dall'incisione, pertanto la loro rimozione metterebbe in serio pericolo la stabilità dei manufatti stessi e rischierebbe di comportare danni ed ingenti spese.
- Da un punto di vista sedimentologico, è possibile che in un alveo così drasticamente impoverito di sedimenti, le briglie abbiano avuto un ruolo in parte benefico (al contrario del ruolo negativo di

disconnessione alle quali generalmente si attribuisce), nel senso di trattenere sedimenti e di evitarne la loro completa perdita. E' infatti facilmente osservabile che i tratti più ricchi di sedimenti sono quelli proprio a monte delle briglie.

Pertanto si ritiene che le briglie debbano rimanere a svolgere la loro funzione stabilizzante, ma bisognerebbe assolutamente **evitare che vengano periodicamente rimossi i sedimenti** che si accumulano a monte di esse per motivi di sicurezza idraulica, altrimenti le briglie svolgerebbero una funzione di trappola di sedimenti da asportare, contribuendo all'ulteriore impoverimento dell'alveo. Se si evita tale pratica, le briglie possono assolvere il ruolo di stabilizzatori del fondo e quindi preservare le attuali condizioni (seppure deficitarie) del corso d'acqua.

In termini di gestione delle briglie o soglie esistenti, si suggerisce la seguente **raccomandazione a breve termine**:

- *Periodico spostamento dei sedimenti da monte a valle dell'opera*. Si tratta di rimuovere i sedimenti accumulatisi a monte di briglie o soglie e di reimmetterli immediatamente a valle delle stesse. Questa misura deve riguardare sia le briglie lungo il F.Panaro che quelle presenti lungo gli affluenti. Nel caso di briglie lungo aste torrentizie, si ricorda a tal proposito come in Francia gli RTM (*Restoration of Mountain Terrains*), la cui missione nei decenni passati era quella di costruire le briglie e attuare le sistemazioni idraulico-forestali (analogamente alle nostre Comunità Montane), al giorno d'oggi hanno convertito il loro ruolo e si occupano di manutenzione delle briglie esistenti attraverso periodica mobilitazione e spostamento dei sedimenti a valle delle stesse (si veda par.5.2.4, Fig.5.2). Ciò viene realizzato attraverso il semplice utilizzo di pale meccaniche che spostano meccanicamente i sedimenti sul bordo della briglia e li spingono a valle. Lo spostamento periodico della ghiaia da monte a valle delle briglie deve avvenire intervenendo solo sulle barre, cioè sulla porzione emersa dell'alveo, evitando invece movimentazioni di materiale nel canale (parte sommersa), le quali possono avere effetti negativi sugli ecosistemi. Tali interventi vanno previsti in estate, preferibilmente alla fine di Agosto quando il deflusso è minimo, in modo da ridurre al massimo gli effetti negativi sugli ecosistemi.

Si possono invece prendere in considerazione le seguenti **misure nel lungo termine**, cioè una volta che siano stati realizzati già alcuni interventi di recupero morfologico e si sia verificato un aumento della quantità di sedimenti in alveo:

- *Manutenzione di briglie o soglie esistenti*. Nel caso le opere trasversali esistenti subissero dei danneggiamenti ed avessero bisogno di manutenzione, si raccomanda di prendere in considerazione l'ipotesi di realizzazione di **misure che favoriscano un maggiore transito di ghiaia** (fessure o abbassamento della gaveta o altro) o, in qualche caso, prendere in considerazione la conversione in **rampe in massi**, piuttosto che ripristinare la struttura originaria. Le rampe in massi presentano infatti alcuni vantaggi rispetto alle briglie tradizionali, quali: a) pur mantenendo stabile la quota del fondo, ed evitando quindi l'innescò di fenomeni erosivi, il dislivello è distribuito su un tratto più lungo, quindi è graduale e non repentino; b) ciò permette di evitare uno dei principali difetti delle briglie dal punto di vista ecologico, cioè quello di creare omogeneità a danno di habitat, soprattutto a monte, determinando perdita o modificazione di micro e mesohabitat lotici nel corso d'acqua con una innaturale creazione di ambienti lenticì (sostituzione di successioni a *riffle* e *pool* con lunghi tratti "*impounded*" a flusso pressoché fermo). Sono numerose le esperienze di conversione di briglie in rampe realizzate con successo (Fig.5.22).

- *Rimozione parziale o totale di alcune briglie*. Prendere in considerazione l'ipotesi di rimozione, anche a titolo sperimentale, di una o più briglie i cui effetti non mettano eventualmente a rischio manufatti vicini. In tal caso sarà necessario tuttavia uno studio approfondito (modellazione matematica, stima del trasporto solido, ecc.) per poter verificare la fattibilità di tale intervento.

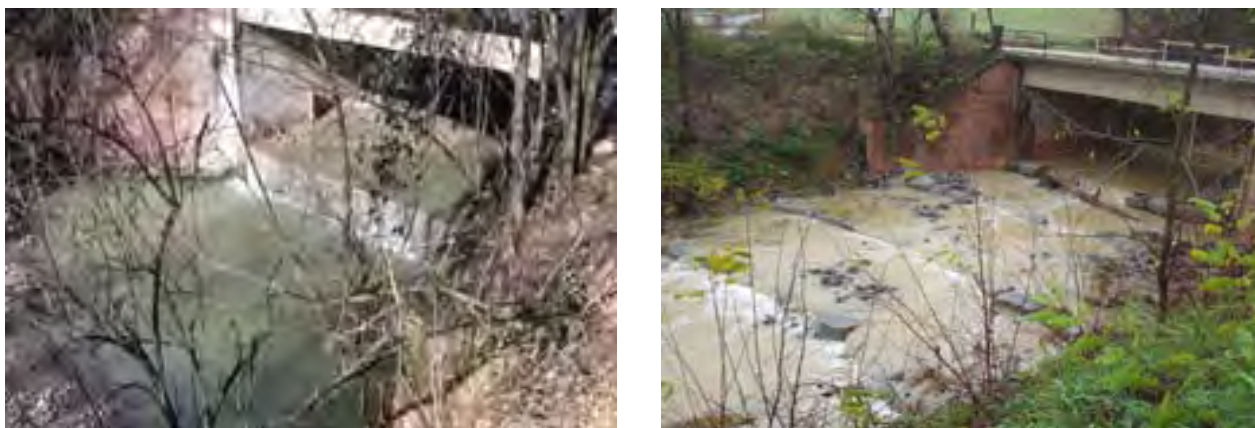


Figura 5.22 - L'interruzione della continuità longitudinale in un torrente appenninico (T. Sellustra – BO) dovuta alla briglia posta sotto al ponte (sinistra) viene eliminata grazie alla costruzione della rampa in massi (destra).

#### **S4. Reintroduzione di sedimenti in alveo**

La reintroduzione di sedimenti in alveo è un'azione che consiste nell'immissione puntuale o lungo brevi tratti di sedimenti provenienti da altri punti o tratti del reticolo idrografico. La reintroduzione di sedimenti in tratti incisi è una pratica sempre più comune in altri paesi. La tecnica usata è in genere quella di creare un accumulo di sedimenti sciolti lungo una sponda, in modo che gli stessi si distribuiscano secondo il loro angolo di riposo (Figura 5.3). In questo modo, la reintroduzione di sedimenti non avverrà istantaneamente, rischiando così di provocare problemi di eccessiva sedimentazione localizzata, ma sarà graduale, in funzione della capacità di trasporto della corrente che eroderà progressivamente la base del cono di sedimenti favorendo una immissione naturale nel corso d'acqua. I sedimenti tenderanno progressivamente a disperdersi, formando una sorta di pennacchio che avanza sul fondo dell'alveo. Interventi di questo tipo sono relativamente comuni in California (USA), dove sono presenti condizioni piuttosto simili a quelle di fiumi italiani per il forte impatto dovuto all'escavazione di inerti nei decenni passati e dove durante gli ultimi anni la reintroduzione di ghiaia è stata effettuata per un numero crescente di casi.

#### **S5. Gestione delle sponde**

L'erosione delle sponde è un processo naturale che promuove la ricarica di sedimenti grossolani utili per il trasporto solido al fondo. E' sempre più diffusa e condivisa l'esigenza di definire una **fascia di mobilità** che rappresenti lo spazio di naturale divagazione laterale del corso d'acqua. Tale approccio è stato usato definendo la Fascia di Mobilità Funzionale per il F. Panaro, come descritto nel Cap.2. Ai fini della riqualificazione, tale fascia può rappresentare l'area dove si permette al fiume di divagare liberamente e di erodere le proprie sponde, senza che le stesse vengano protette. Ciò è ovviamente possibile solo nei tratti in cui le condizioni antropiche al contorno lo rendano possibile (assenza di infrastrutture o di insediamenti, ecc.). In alcuni casi, si può anche prevedere una rimozione di strutture di difesa di sponda esistenti per fare in modo che il processo si riattivi. Tali meccanismi possono essere in grado di promuovere una spontanea ricarica del trasporto solido al fondo ed inoltre inducono notevoli benefici di tipo ecologico, in quanto la mobilità dell'alveo promuove spontaneamente la diversificazione di habitats.

### **Riepilogo di interventi e strategie per obiettivi e per tratti**

E' utile riepilogare di seguito come i vari interventi morfologici e strategie di gestione proposti vanno ad agire rispetto agli obiettivi precedentemente definiti (Tab.5.4) e come andrebbero spazialmente distribuiti in funzione delle problematiche presenti nei vari tratti (Tab.5.5).

|                               | <b>Obiettivo 1 (maggiore quantità di sedimenti)</b>                              | <b>Obiettivo 2 (maggiore connessione idraulica laterale)</b> | <b>Obiettivo 3 (maggiore diversificazione e mobilità laterale)</b> |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| <b>Interventi morfologici</b> | <i>M1, M2, M3</i> se i sedimenti provenienti da scavi vengono reimmessi in alveo | <i>M1, M3</i>                                                | <i>M1, M2, M3</i>                                                  |
| <b>Strategie di gestione</b>  | <i>S1, S2, S3, S4, S5</i>                                                        | -                                                            | <i>S4, S5</i>                                                      |

Tabella 5.4 – Riepilogo degli interventi morfologici e delle strategie di gestione in funzione degli obiettivi geomorfologici.

|                               | <b>Tratto a monte di Marano (PA)</b> | <b>Tratto Marano – Spilamberto (PB)</b> | <b>Tratto a valle di Spilamberto (PC)</b> |
|-------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------|
| <b>Interventi morfologici</b> | <i>M1</i>                            | <i>M1, M2, M3</i>                       | <i>M1, M2, M3</i>                         |
| <b>Strategie di gestione</b>  | <i>S1, S2, S3, S4, S5</i>            | <i>S2, S3, S4, S5</i>                   | <i>S2, S3, S4, S5</i>                     |

Tabella 5.5 – Riepilogo degli interventi morfologici e delle strategie di gestione in funzione dei tratti con priorità diverse. In grassetto: interventi più specifici per il tratto.

Dalla Tab.5.4 è possibile quindi osservare che non esiste un unico intervento o strategia in grado di soddisfare in pieno un determinato obiettivo, ma è piuttosto l'integrazione di più azioni in contemporanea che può andare nella direzione di un recupero morfologico, e che in linea di massima ognuno degli interventi o strategie proposte hanno funzionalità molteplici, cioè vanno nella direzione di soddisfare allo stesso tempo più obiettivi. Dalla Tab.5.5 si evince che gli interventi di modificazione morfologica dell'alveo o della pianura dovrebbero essere concentrati soprattutto nel tratto intermedio (PB), mentre per il primo tratto (PA) tali interventi non sono indicati o sono meno rilevanti. Per quanto riguarda le strategie di gestione, ovviamente quelle atte ad aumentare l'alimentazione di sedimenti nel sistema fluviale riguardano il tratto più a monte (PA), mentre le altre strategie sono applicabili in tutti i tratti.

### **Tempi di recupero morfologico ed incertezze**

Dopo aver preso in rassegna gli interventi morfologici e le strategie di gestione dei sedimenti che dovrebbero applicarsi al F.Panaro per soddisfare gli obiettivi fissati, è opportuno fare alcune considerazioni generali sui tempi di recupero e sulle incertezze relative all'efficacia o meno di tali interventi.

1. La situazione di **degrado fisico e di deficit sedimentario** del F.Panaro deriva da un'errata gestione dei processi geomorfologici e di trasporto solido, sia in alveo che a scala di bacino, protrattasi per vari decenni. Non è pertanto semplice né rapido risolvere tali problemi.
2. I **tempi di recupero** non sono ben prevedibili, ma possono talora essere altrettanto lunghi dei tempi che hanno portato al degrado del fiume. Si sottolinea tuttavia che è importante intraprendere la strada giusta che possa fare invertire i trend attuali.
3. Alcuni degli **interventi morfologici** che si propongono (ad es. creazione di piana inondabile, allargamento, rami secondari) mirano a ricreare delle configurazioni morfologiche più naturali e, di

conseguenza, a migliorare gli ecosistemi, ma **agiscono marginalmente sulle cause** (deficit di sedimenti). Essi possono avere effetti benefici anche nei confronti del recupero sedimentologico solo nel caso in cui i sedimenti grossolani recuperati dagli scavi vengano reimmessi in alveo. Non è tuttavia ben chiaro se tali quantità siano rilevanti o trascurabili rispetto al trasporto solido al fondo del F.Panaro (il quale è di difficile quantificazione). Affinché il problema del deficit di sedimenti venga risolto alla base, bisognerebbe riattivare i processi che li generano e/o reimmettere grandi quantità di sedimenti, i quali sono difficilmente disponibili.

4. Per le considerazioni precedenti, i **sedimenti** esistenti nel Panaro e negli affluenti devono essere visti **come risorsa** assolutamente da conservare e tutelare.

5. Non esistono casistiche sufficientemente ampie e risposte certe sulla **riuscita o meno di interventi di riqualificazione di tipo morfologico**. Prima di realizzarli, è necessario in fase progettuale approfondire alcuni aspetti anche attraverso l'impiego di modelli matematici, e soprattutto ogni intervento va visto come un **esperimento di riqualificazione**, per il quale sarà indispensabile un dettagliato programma di **monitoraggio**.

## **5.4 LA PROPOSTA DI UN PARCO FLUVIALE**

Uno degli obiettivi del presente progetto è quello di intraprendere la strada per la proposta e la creazione di un Parco Fluviale lungo il Panaro. Si ritiene che la creazione di un parco, inserito nell'ambito di un progetto di riqualificazione fluviale più ampio, debba necessariamente avere dei requisiti e delle valenze coerenti con gli obiettivi di riqualificazione definiti nei precedenti paragrafi. In altri termini, la proposta di un parco fluviale deve innanzitutto basarsi sulla comprensione dei problemi e dei processi fisici e biologici che riguardano il corso d'acqua e deve andare nella direzione di risolvere o per lo meno mitigare tali problemi.

Si ritiene pertanto che il Parco Fluviale del Fiume Panaro possa svilupparsi intorno ai seguenti punti chiave:

- 1. Fiume Panaro come caso sperimentale di recupero morfologico, sedimentologico ed ecologico** di un alveo severamente degradato dall'attività di escavazione di sedimenti.
- 2. Parco Fluviale promotore di interventi sperimentali di riqualificazione fluviale.** Il parco potrebbe avere una forte funzione sperimentale, attraverso la realizzazione delle varie tipologie di intervento proposte per la sua riqualificazione (immissione controllata di sedimenti, creazione di piana inondabile e di rami secondari, allargamento della sezione, ecc.).
- 3. Monitoraggio degli effetti degli interventi di riqualificazione.** E' importante sottolineare che il monitoraggio degli effetti dovrebbe rappresentare una fase fondamentale ed integrante del progetto stesso (si veda step 12 del percorso di riqualificazione in Fig.4.1). Spesso si realizzano interventi di riqualificazione ma molto raramente essi sono seguiti da un monitoraggio post-opera. Bisognerebbe quindi prevedere un'attività scientifica di monitoraggio e ricerca continuativa, che dovrebbe consentire, nel tempo, di giudicare oggettivamente se gli interventi hanno raggiunto gli obiettivi prefissi e quali sono le ragioni di successo o insuccesso degli stessi.
- 4. Attività scientifica.** L'attività sperimentale e di monitoraggio relativa ai due punti precedenti permetterebbe di fare del Panaro un caso di studio di rilevanza internazionale. Ciò consentirebbe di dare grande visibilità e risalto all'attività di riqualificazione lungo il Panaro, attraverso ad esempio pubblicazioni scientifiche, presentazioni a convegni, visite guidate, escursioni scientifiche in occasione di convegni, ecc., in maniera simile a quanto accade oggi lungo il Fiume Drava in Austria. Sarebbe opportuno pensare anche alla creazione di un **Centro di Ricerca in Riqualificazione Fluviale**, in corrispondenza del centro del parco stesso (ad esempio nell'ambito dell'Area ex-Sipe), all'interno del quale, oltre a svolgere le attività di monitoraggio prima descritte, si possano svolgere altre attività quali: organizzazione di Corsi, Convegni, periodi di stage per laureandi e ricercatori dall'Italia e dall'estero. Un'attività del genere non avrebbe eguali in Italia, ed avrebbe ricadute importanti per il territorio locale.
- 5. Attività divulgativa.** Oltre alle attività scientifiche, il Centro potrebbe svolgere un'attività divulgativa ed educativa anche per "non addetti ai lavori", cioè nei confronti delle persone che potenzialmente possono fruire del fiume. Ciò può essere realizzato attraverso realizzazione di percorsi educativi con pannelli informativi, visite guidate, corsi educativi per studenti di vari livelli, depliant, ecc.
- 6. Centro del Parco all'interno dell'Area ex-Sipe.** All'interno del Centro si potrebbero allestire degli spazi di **documentazione** di quanto avvenuto durante i progetti di riqualificazione, attraverso l'esposizione del materiale conoscitivo (ad esempio le carte storiche e le foto aeree che documentano come era il fiume e come è cambiato nel tempo, ecc.).

## 6 – PROPOSTE ECOLOGICHE

### 6.1 INTRODUZIONE ALLA RIQUALIFICAZIONE DEGLI ECOSISTEMI

Gli ecosistemi fluviali in “**salute**” e quindi funzionalmente intatti e biologicamente complessi giocano un ruolo importante per la società fornendo diversi servizi (autodepurazione, cibo, paesaggio, corridoio ecologico, cultura etc.). Infatti quando un fiume è “integro”, cioè sta bene dal punto di vista ecologico, è in grado di fornire servizi di ottima qualità e a basso costo.

I corsi idrici integri sono ecosistemi caratterizzati da un disturbo medio-alto e di conseguenza hanno evoluto notevoli capacità di adattamento e recupero dopo ogni perturbazione. Questa capacità viene chiamata **resilienza** definita come la capacità del sistema di riprendere autonomamente la condizione originaria dopo un disturbo.

Negli ultimi anni molti fiumi italiani hanno dovuto fare i conti con problemi legati ad eventi idrologici estremi, in particolare inondazioni e siccità. Tali eventi hanno reso le regioni attraversate dai corsi d’acqua più vulnerabili e oltre a creare situazioni di pericolo per l’uomo e per le sue attività, determinano anche condizioni di stress per gli ecosistemi fluviali. Una migliore conoscenza e una **gestione sostenibile** dei corsi d’acqua diventa quindi assolutamente necessaria oltre che dal punto di vista ecologico anche da quello idrologico, fisico, economico e sociale.

Una delle conseguenze dei cambiamenti climatici, è l’aumento in modo consistente dell’imprevedibilità degli eventi meteorologici, che si concretizza all’interno dei piani di gestione del territorio con una sempre più crescente incertezza nel fare previsioni e simulazioni. Questa nuova situazione rende necessario un nuovo modo di gestire il territorio che preveda una **pianificazione dinamica in grado di adattarsi ai cambiamenti**.

C’è un crescente interesse nell’applicare la **riqualificazione dei fiumi e delle piane alluvionali** per risolvere la moltitudine di problemi ambientali dovuti al abuso e cattivo uso antropico di sistemi d’acque correnti. I progetti di riqualificazione fluviale hanno lo scopo di mantenere e migliorare i beni (risorse) e i servizi degli ecosistemi e quindi lo stato di salute e nello stesso tempo proteggere gli ecosistemi a valle e quelli costieri (Fig. 6.1).



Figura 6.1 - Esempio di riqualificazione fluviale. A sinistra prima dell'intervento, a destra 10 anni dopo.

Lo scopo complessivo e finale della riqualificazione fluviale è ottenere un corso d’acqua che stia meglio. Questo implica, naturalmente, prima di tutto **evitare di peggiorarne lo stato** attuale (banale ma difficile da ottenere), poi cercare di migliorarlo nella massima misura possibile. Se è

importante tutelare e/o riqualificare con il massimo sforzo l'insieme dei corsi d'acqua che possono costituire una rete idrografica ed ecologica di elevata qualità, lo è soprattutto in zone già fortemente urbanizzate, ove la "naturalità" è ormai perduta, in cui diviene prioritario recuperare un modello di sostenibilità (CIRF, 2006).

La Riqualificazione fluviale si pone l'obiettivo di ripristinare sia l'habitat fisico che le dinamiche di un corso d'acqua. Questo per far sì che anche i processi ecosistemici recuperino la loro naturale capacità di adattarsi e quindi l'**autosostenibilità**. La **resilienza**, infatti, assieme alla **biodiversità**, è una delle principali componenti degli ecosistemi fluviali. Ciò comporterebbe anche un minor costo-sforzo di gestione da parte dell'uomo.

Per fare ciò c'è bisogno di un'**immagine guida** che descriva le dinamiche che caratterizzano quel tratto di fiume (Fig. 6.2). Questa immagine potrebbe essere influenzata ad esempio da irrevocabili cambiamenti dell'idrologia e della geomorfologia di bacino e/o dall'introduzione di



Figura 6.2 – Panoramica del fiume Tagliamento considerato come sito di riferimento a livello europeo per i tratti in conoide.

alcune specie non native che non possono essere rimosse. Piuttosto che tentare di ricreare condizioni impossibili o addirittura condizioni storiche spesso sconosciute si dovrebbe focalizzare verso un approccio più pragmatico nel quale i risultati della riqualificazione dovrebbero muoversi verso uno stato che dovrebbe coincidere con la condizione meno degradata e più ecologicamente dinamica possibile considerando il contesto regionale (geologia, clima, vegetazione, uso storico del territorio e distribuzione delle specie). Nell'uso del termine

ecologico in senso generale vengono sempre considerati gli aspetti biologici, idrologici e geomorfologici dei sistemi naturali. Così uno stato ecologico

dinamico è uno nel quale il biota varia in abbondanza e composizione nel tempo e nello spazio in risposta alla naturale variabilità morfologica e di flusso che caratterizza quella regione (CIRF, 2006).

Da quanto detto si evince l'importanza di effettuare studi di riqualificazione fluviale multidisciplinari. Il gruppo di lavoro, che ha effettuato questo studio, composto da geomorfologi, ecologi, botanici e architetti del paesaggio risponde pienamente a questa necessità.

In questo capitolo vengono affrontati gli aspetti di carattere prettamente ecologico.

- **Vegetazione riparia.** Conservazione e incremento della naturalità.
- **Connessione laterale.** Ricostruire il rapporto tra fiume e piana considerando tutto il corridoio fluviale (alveo, fascia riparia, piana alluvionale e fascia di raccordo ai versanti). Le aree riparie nelle vicinanze del corso d'acqua e le zone umide perifluviali dovrebbero essere sempre lasciate indisturbate mentre nel resto della piana alluvionale, che spesso non può essere completamente restituita al fiume, dovrebbero essere promosse colture a paesaggio diversificato, possibilmente inondabili.
- **Connessione longitudinale.** Cercare di conservare il *river continuum*, riducendo al minimo le opere trasversali modificando quelle esistenti per rimuovere l'effetto barriera, e le modifiche del regime idrico.

- **Qualità dell'acqua.** Ridurre l'inquinamento dell'acqua, sia intervenendo alla fonte, sia aumentando la capacità autodepurante dei corsi d'acqua.
- **Diversificazione degli habitat in alveo.** Al fine di salvaguardare la biodiversità acquatica e migliorare la connessione con l'acquifero.

### 6.1.1 Conservazione e tutela della diversità

I fiumi e le zone umide sono tra le componenti del paesaggio più minacciate. Per questo motivo un progetto di riqualificazione fluviale deve prendere in considerazione anche la tutela dell'ambiente e quindi sia degli habitat che delle specie rare e vulnerabili. In alcuni casi tra riqualificazione e tutela ci possono essere dei conflitti d'interessi, tuttavia buone conoscenze dell'ambiente e buon senso possono essere ingredienti sufficienti per trovare il giusto compromesso nella pianificazione ambientale.

Lo stato dei fiumi e quindi la loro biodiversità risente delle variazioni d'uso del suolo in ogni parte del bacino e, con particolare intensità, di quelle che interessano il corridoio fluviale. Analogamente, l'alterazione dei corsi d'acqua e delle loro fasce ecotonali si ripercuote sull'ambiente terrestre circostante, riducendone la biodiversità.

L'uso della **biodiversità come descrittore ecologico** ha avuto grande successo grazie alle sue dimostrate relazioni (MacArthur, 1955; Ehrlich e Ehrlich, 1981; etc.) con la stabilità funzionale degli ecosistemi e quindi con la loro omeostasi (capacità di resistere ad una perturbazione) e resilienza (capacità di riparare i danni di una perturbazione ritornando allo stato iniziale). Inoltre, poiché la biodiversità è un parametro sensibile nei confronti degli stress ambientali e delle situazioni di disturbo antropico, le sue variazioni vengono utilizzate come indici del degrado e della qualità ambientale.

Nello studio della vegetazione riparia del Panaro è stato usato un indice di biodiversità della vegetazione, al fine di valutare la qualità degli ecosistemi. Nella definizione delle classi di qualità è stato considerato che ogni habitat e ogni fitocenosi ha un livello suo proprio di ricchezza specifica. Ad esempio un innalzamento inusuale del numero di specie, più che un segno di maggior naturalità, può essere la conseguenza di un disturbo moderato, d'altro canto un numero insolitamente basso di specie, rappresenta per lo più un indice di stress e degrado (Cap. 3.4).

**Rarità.** In primo luogo c'è da valutare il relativo apporto delle specie rare, nei confronti di quelle più comuni: se da un lato la presenza di una specie rara, numericamente è paragonabile alla presenza di una qualsiasi altra specie, d'altro canto tale specie è portatrice di un corredo genetico raro, al quale potrebbe essere attribuito un valore maggiore nell'ambito della valutazione della diversità di un sistema. In questo studio è stato rilevato un discreto numero di specie rare, la maggior parte delle quali presenti nella fitocenosi a *Thypha* (vedi Cap.3.4.2).

**Diversità di habitat.** Un territorio omogeneo può incrementare la sua diversità ecologica e anche specifica in seguito alla frammentazione dell'habitat dominante (matrice), tuttavia se la frammentazione degli habitat supera certi limiti, ne consegue una riduzione della diversità. Sebbene, infatti, l'incremento dei margini tra habitat diversi spesso aumenti la diversità specifica, la riduzione della grandezza degli habitat, di contro, tende a ridurla. Teoricamente, quindi, il massimo di diversità si ha quando le "macchie" di habitat sono grandi, ed il rapporto tra margini e area è alto.

In conclusione è importante sottolineare come l'eccessiva frammentazione degli habitat aumenti considerevolmente il rischio di estinzioni. La frammentazione può essere mitigata almeno in parte con la realizzazione di corridoi che colleghino i diversi nuclei (nodi) delle popolazioni di piante e animali (Farina, 2003).

Il concetto di biodiversità ha portato a riconsiderare l'idea di conservazione della natura: secondo il nuovo approccio **non è più sufficiente conservare “porzioni di natura intatta”, ma è necessario conservare sia la diversità della vita sia le condizioni e i processi che la generano.**

A questo proposito ricordiamo l'importanza della diversità dell'habitat al fine di supportare un'elevata biodiversità, aspetto già più volte ribadito dalla direttiva Habitat (92/43/CEE) (Fig.6.3). Una delle principali minacce per la sopravvivenza di molte specie è l'alterazione, la perdita e la frammentazione dei loro habitat causata dai profondi cambiamenti del territorio condotti ad opera dell'uomo. Nel presente studio sono stati rilevati tra gli altri due habitat prioritari: **Ontanete** (cod. 91E0) e **Praterie arbustate o arborate dei terrazzi fluviali** (Brometi) (cod.6210) (Cap. 3.4.2).

Sebbene l'intento di rendere le aree protette auto-sostenibili, anche economicamente, sia condivisibile, non deve tuttavia essere un requisito essenziale. Se, infatti, dovesse affermarsi l'idea che “un'area protetta o parco ha senso solo se produce denaro sufficiente ad auto-sostenersi” si correrebbe il rischio di trasformare tutte le aree protette in parchi giochi (CIRF, 2006).



Figura 6.3 - L'immagine ha lo scopo di rappresentare l'elevata biodiversità che caratterizza gli ecotoni ripari (modificato da Sansoni, 2003).

L'obiettivo di conservazione della biodiversità non è raggiungibile limitandosi a tutelare la situazione attuale (non sono cioè sufficienti norme vincolistiche) ma richiede necessariamente il miglioramento delle condizioni del territorio, sia in termini di assetto del territorio che di gestione.

### 6.1.2 Relazioni tra habitat ed organismi

Una maggior comprensione dei legami tra organismi e la struttura fisica dell'habitat è di fondamentale importanza sia nella riqualificazione fluviale che nella gestione dei fiumi. Le relazioni tra organismi e habitat fisico sono state finora trascurate in favore della qualità dell'acqua sia a causa degli indirizzi legislativi sia per gli evidenti effetti dell'inquinamento puntiforme sulle comunità. Negli ultimi anni nuove conoscenze hanno dimostrato che le esigenze vitali degli organismi fluviali non si limitano alla qualità dell'acqua, ma richiedono anche specifiche condizioni

idrodinamiche come velocità e profondità dei flussi e geomorfologiche come la granulometria del substrato. In sintesi gli animali fluviali hanno bisogno di habitat idonei quali: ripari dalla corrente, rifugi dai predatori, siti di riproduzione e di alimentazione a cui si aggiungono anche le disponibilità alimentari. **Un'elevata variabilità dell'ambiente fisico assieme ad una buona qualità delle**

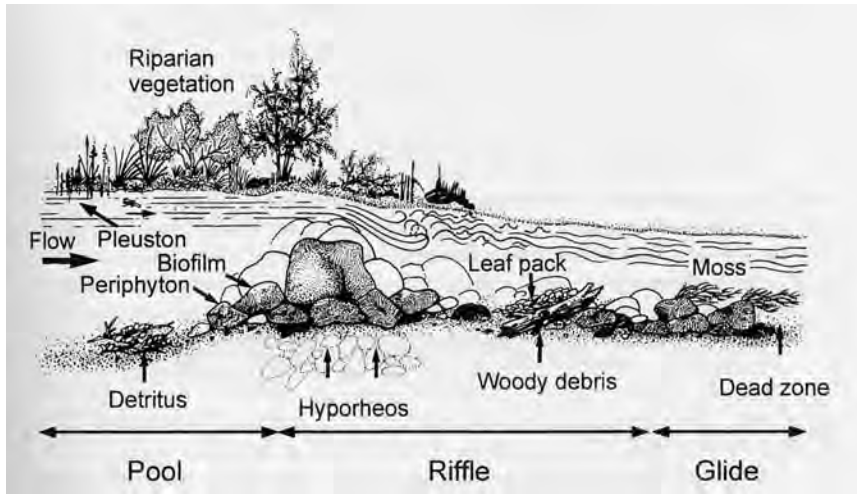


Figura 6.4 - Esempio di diversità di habitat in un corso d'acqua.

indispensabile integrarlo con le componenti biologiche e idrogeomorfologiche (Vaughan & Ormerod, 2006).

### 6.1.3 La connettività

L'ecosistema fluviale è tipicamente un sistema aperto in cui gli scambi e le loro dinamicità con gli ecosistemi attigui sono di vitale importanza per la sua salute. Oggigiorno la connettività è ampiamente riconosciuta come una proprietà fondamentale di tutti gli ecosistemi, e per contro la disconnessione esprime molto della degradazione ecologica dei fiumi (Wohl, 2004). Il concetto di connettività fu introdotto dagli ecologi del paesaggio come un fatto in grado di spiegare la distribuzione delle specie. In ecologia fluviale la connettività è mediata dall'idrologia tanto da venir definita "connettività idrologica" facendo riferimento ai flussi d'acqua, di materia, di energia e di organismi all'interno e tra le componenti dell'ecosistema: il canale, la piana alluvionale e l'acquifero (**connettività laterale, longitudinale e verticale**) (Fig. 6.5). Non va inoltre dimenticato

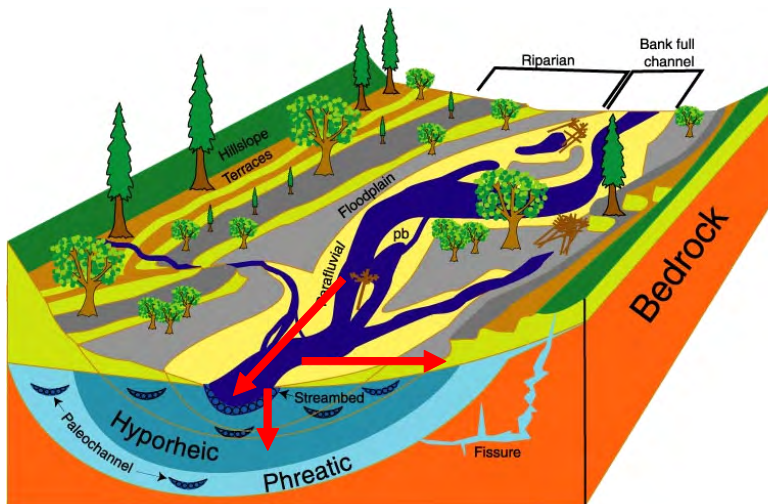


Figura 6.5 - Esempio di fiume tridimensionale in cui vengono messe in evidenza le connessioni longitudinale, laterale e verticale (Stanford, 1998).

**acque sono i prerequisiti fondamentali per garantire un'elevata diversità biologica**

(Gumiero & Rinaldi, 2007) (Fig. 6.4).

Questo nuovo approccio alla riqualificazione e gestione fluviale è stato recepito ed esplicitato dalla WFD 2000/60 in cui il controllo chimico e batteriologico delle acque, pur essendo uno strumento indispensabile, viene ritenuto del tutto insufficiente a valutare lo stato di salute di un corso d'acqua e quindi è

indispensabile integrarlo con le componenti biologiche e idrogeomorfologiche (Vaughan & Ormerod, 2006).

indispensabile integrarlo con le componenti biologiche e idrogeomorfologiche (Vaughan & Ormerod, 2006).

indispensabile integrarlo con le componenti biologiche e idrogeomorfologiche (Vaughan & Ormerod, 2006).

indispensabile integrarlo con le componenti biologiche e idrogeomorfologiche (Vaughan & Ormerod, 2006).

indispensabile integrarlo con le componenti biologiche e idrogeomorfologiche (Vaughan & Ormerod, 2006).

indispensabile integrarlo con le componenti biologiche e idrogeomorfologiche (Vaughan & Ormerod, 2006).

indispensabile integrarlo con le componenti biologiche e idrogeomorfologiche (Vaughan & Ormerod, 2006).

indispensabile integrarlo con le componenti biologiche e idrogeomorfologiche (Vaughan & Ormerod, 2006).

indispensabile integrarlo con le componenti biologiche e idrogeomorfologiche (Vaughan & Ormerod, 2006).

indispensabile integrarlo con le componenti biologiche e idrogeomorfologiche (Vaughan & Ormerod, 2006).

indispensabile integrarlo con le componenti biologiche e idrogeomorfologiche (Vaughan & Ormerod, 2006).

indispensabile integrarlo con le componenti biologiche e idrogeomorfologiche (Vaughan & Ormerod, 2006).

indispensabile integrarlo con le componenti biologiche e idrogeomorfologiche (Vaughan & Ormerod, 2006).

indispensabile integrarlo con le componenti biologiche e idrogeomorfologiche (Vaughan & Ormerod, 2006).

indispensabile integrarlo con le componenti biologiche e idrogeomorfologiche (Vaughan & Ormerod, 2006).

indispensabile integrarlo con le componenti biologiche e idrogeomorfologiche (Vaughan & Ormerod, 2006).

indispensabile integrarlo con le componenti biologiche e idrogeomorfologiche (Vaughan & Ormerod, 2006).

indispensabile integrarlo con le componenti biologiche e idrogeomorfologiche (Vaughan & Ormerod, 2006).

indispensabile integrarlo con le componenti biologiche e idrogeomorfologiche (Vaughan & Ormerod, 2006).

indispensabile integrarlo con le componenti biologiche e idrogeomorfologiche (Vaughan & Ormerod, 2006).

indispensabile integrarlo con le componenti biologiche e idrogeomorfologiche (Vaughan & Ormerod, 2006).

indispensabile integrarlo con le componenti biologiche e idrogeomorfologiche (Vaughan & Ormerod, 2006).

indispensabile integrarlo con le componenti biologiche e idrogeomorfologiche (Vaughan & Ormerod, 2006).

indispensabile integrarlo con le componenti biologiche e idrogeomorfologiche (Vaughan & Ormerod, 2006).

indispensabile integrarlo con le componenti biologiche e idrogeomorfologiche (Vaughan & Ormerod, 2006).

indispensabile integrarlo con le componenti biologiche e idrogeomorfologiche (Vaughan & Ormerod, 2006).

indispensabile integrarlo con le componenti biologiche e idrogeomorfologiche (Vaughan & Ormerod, 2006).

indispensabile integrarlo con le componenti biologiche e idrogeomorfologiche (Vaughan & Ormerod, 2006).

indispensabile integrarlo con le componenti biologiche e idrogeomorfologiche (Vaughan & Ormerod, 2006).

indispensabile integrarlo con le componenti biologiche e idrogeomorfologiche (Vaughan & Ormerod, 2006).

indispensabile integrarlo con le componenti biologiche e idrogeomorfologiche (Vaughan & Ormerod, 2006).

indispensabile integrarlo con le componenti biologiche e idrogeomorfologiche (Vaughan & Ormerod, 2006).

indispensabile integrarlo con le componenti biologiche e idrogeomorfologiche (Vaughan & Ormerod, 2006).

indispensabile integrarlo con le componenti biologiche e idrogeomorfologiche (Vaughan & Ormerod, 2006).

indispensabile integrarlo con le componenti biologiche e idrogeomorfologiche (Vaughan & Ormerod, 2006).

indispensabile integrarlo con le componenti biologiche e idrogeomorfologiche (Vaughan & Ormerod, 2006).

indispensabile integrarlo con le componenti biologiche e idrogeomorfologiche (Vaughan & Ormerod, 2006).

Nel caso del Panaro (vedi Cap. 3.9), come spesso accade nei fiumi italiani, tutte e tre le dimensioni dell'ecosistema fluviale sono alterate dagli interventi idraulici. A causa degli sbarramenti in alveo (briglie e le traverse) esiste una frammentazione in tronconi (**discontinuità longitudinale**) in cui non è solo impedita la risalita delle specie ittiche migratrici, ma viene impedito l'accesso anche agli habitat rifugio utili nei periodi critici per molte specie di pesci non migratori. Inoltre l'isolamento impedisce anche il ricambio genetico tra le diverse popolazioni causando un problema di *inbreeding*.

La **soppressione della connettività laterale**, e quindi dell'inondazione della piana alluvionale, a causa ad esempio dell'incisione dell'alveo o di argini e consolidamenti di sponda, è un'alterazione rilevante del funzionamento ecologico del fiume e delle zone umide connesse. Ciò determina perdita di aree di svezamento per molte specie ittiche, perdita di habitat per anfibi, uccelli e piante acquatiche oltre che un deperimento progressivo delle foreste alluvionali ed interruzione dei flussi di nutrienti (energia e materiali). Nei processi di incisione l'erosione del fondo produce instabilità dei manufatti, abbassamento della falda, sostituzione delle specie vegetali idrofile, perdita della capacità filtrante del loro apparato radicale nei confronti dei nutrienti, perdita delle connessioni idrauliche con le zone umide laterali (Sansoni, 2003).

Oppure ancora come succede nei tratti a monte delle briglie la sedimentazione di materiali fini, colmando gli interstizi impedisce la **connettività verticale** con l'acquifero, elimina habitat per i macroinvertebrati; la scomparsa delle sequenze buche-raschi assieme all'intasamento del substrato ostacolano i processi autodepurativi, si riduce la concentrazione di ossigeno a causa dei processi di eutrofizzazione che più facilmente si innescano in queste lunghe pozze (*impoundment*).

## 6.2 OBIETTIVI DEL PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE

Dato per assodato che, quando possibile, un buon progetto di riqualificazione fluviale dovrebbe avere come obiettivo primario la ricostruzione delle dinamiche idrogeomorfologiche, per le quali si rimanda ai capitoli 2 e 5 sulla geomorfologia, in questo capitolo si fa riferimento agli obiettivi più strettamente ecologici pur ricordando le azioni di tipo geomorfologico (Capp. 5 e 8) finalizzate al raggiungimento di tali obiettivi.

| Obiettivo 1. Riqualificazione della piana alluvionale: la vegetazione riparia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| <b>Situazione pre-progetto.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                       |
| Le specie arboree presenti sono per lo più autoctone, con dominanza di pioppo nero e salice, con una presenza solo localmente invasiva di Robinia e di altre essenze alloctone. In generale c'è una buona continuità della fascia riparia ad eccezione di situazioni locali ad es. presso manufatti e centri urbani. E' stata rilevata la presenza di diverse specie rare lungo il tratto di studio, in particolare le formazioni a tifa annoverano la percentuale maggiore di specie rare sul totale. Purtroppo almeno due habitat a tifa sono scomparsi durante il periodo di studio a causa di cantieri. Habitat prioritari da preservare sono: le ontanete e le praterie arbustate o arborate dei terrazzi fluviali (Brometi) |                                                                       |
| <b>Azioni dirette</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                       |
| <b>V1-V4</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | tutela (vedi Cap. 6.1.1 ).                                            |
| <b>V2</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Interventi puntuali di riforestazione (vedi Cap. 6.4.1)               |
| <b>V3</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Gestione forestale (vedi Cap. 6.4.1).                                 |
| <b>ZU1</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Ricreazione/riqualificazione di zone umide (vedi Cap. 6.4.2).         |
| <b>ZU2</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Conversione vasche di sedimentazione in zona umida (vedi Cap. 6.4.2). |
| <b>Azioni indirette</b> (vedi Cap. 5 proposte geomorfologiche).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                       |
| <b>M1</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Creazione di piana inondabile                                         |
| <b>M2</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Allargamento di sezione                                               |
| <b>M3</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Creazione di canali secondari                                         |

## **Obiettivo 2. Ripristino della connessione laterale e riqualificazione degli annessi idraulici (acque ferme, zone umide permanenti, zone umide temporanee etc..)**

### **Situazione pre-progetto**

Situazione complessa con alternanza di tratti in condizioni naturali con tratti fortemente alterati in particolare da forti processi di incisione più che da artificializzazioni della sponda (Vedi Cap 3.1.3). In tutto il corridoio fluviale c'è una notevole rarefazione di ambienti umidi sia permanenti che temporanei le cause di ciò oltre che all'uso agricolo intensivo sono da annoverare anche alla forte presenza di frantoi, cantieri e piste camionabili ed uso abusivo del territorio (baracche ed orti).

### **Azioni dirette**

|                 |                                                                       |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------|
| <b>M2</b>       | Allargamento di sezione (Vedi Cap. 5 proposte geomorfologiche)        |
| <b>LAT 1</b>    | Riprofilatura sponde + pennelli (vedi Cap.6.4.1)                      |
| <b>M1-LAT2</b>  | Creazione di piana inondabile (vedi Cap. 5 proposte geomorfologiche)  |
| <b>M3-LAT 3</b> | Creazione di canali secondari(vedi Cap. 5 proposte geomorfologiche)   |
| <b>ZU1</b>      | ricreazione/riqualificazione di zone umide (vedi Cap. 6.4.2).         |
| <b>ZU2</b>      | conversione vasche di sedimentazione in zona umida (vedi Cap. 6.4.2). |
| <b>ZU3</b>      | conversione vasche di sedimentazione in invasi ad uso irriguo         |
| <b>ZU4</b>      | riconnesione laterale meandri abbandonati                             |

### **Azioni indirette**

Tutte le azioni dirette previste per l'obiettivo 1

## **Obiettivo 3. Ripristino della connessione longitudinale e conservazione della fauna ittica**

**Situazione pre-progetto:** nel tratto sono presenti numerosi sbarramenti: 13 tra briglie e traverse. Alcune di queste sono multiple e di notevole dimensione. Nessuna presenza di passaggi per pesci. Proposte di passaggi per pesci nel tratto a monte (Pini-Prato 2006).

### **Azioni dirette**

|             |                                          |
|-------------|------------------------------------------|
| <b>LON2</b> | Rampa in massi                           |
| <b>LON1</b> | Canale di bypass a sezione naturalistica |
| <b>LON2</b> | Scala di risalita per pesci              |

### **Azioni indirette**

Riqualificazione e scala di bacino mediante una pianificazione sostenibile.

## **Obiettivo 4. Migliorare la qualità dell'acqua**

### **Situazione pre-progetto**

La situazione complessiva dell'area di studio può essere considerata medio-scarso. Fin dal tratto a monte è stato rilevato un consistente feltro perfitico che mette in evidenza concentrazioni importanti di nutrienti in alveo. Tra Marano e Vignola c'è un miglioramento che persiste pur riducendosi fino a Spilamberto a valle del quale di aggiungono anche scarichi puntiformi quali la Far. Pro e il depuratore di Spilamberto che si immette in Panaro tramite l'ultimo tratto del torrente Guerro. Nell'ultimo tratto a valle della traversa della cassa d'espansione si sono registrate le condizioni peggiori a causa sia di inquinamento diffuso che puntiforme, ulteriormente aggravate dalla canalizzazione del fiume.

|                                                                                                                                                                                  |                                                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Azioni dirette</b> (vedi Cap 6. )                                                                                                                                             |                                                                                         |
| <b>AFF1</b>                                                                                                                                                                      | Aree Filtro Forestali in associazione alla fitodepurazione                              |
| <b>AFF2</b>                                                                                                                                                                      | Aree Filtro Forestali                                                                   |
| <b>CAN1</b>                                                                                                                                                                      | Riqualificazione dei canali artificiali                                                 |
| <b>V5</b>                                                                                                                                                                        | Piantumazione di FT di tipo naturalistico                                               |
| <b>V6</b>                                                                                                                                                                        | Fascie tampone su scoline di campo                                                      |
| a)                                                                                                                                                                               | Interventi per ridurre il carico degli scolmatori di piena e dei by-pass dei depuratori |
| b)                                                                                                                                                                               | Riutilizzo agricolo delle acque depurate                                                |
| <b>Azioni indirette</b>                                                                                                                                                          |                                                                                         |
| In generale migliorare la salute di un fiume (obiettivo principale di questo progetto) significa aumentare le sue capacità depurative e quindi migliorare la qualità dell'acqua. |                                                                                         |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| <b>Obiettivo 5. riqualificazione degli habitat all'interno dell'alveo fluviale</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                    |
| <b>Situazione pre-progetto.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                    |
| Mesohabitat: Dopo il tratto iniziale compreso nel tratto collinare si sono osservati evidenti riduzioni degli habitat (pool, rifte e barre, isole), in corrispondenza degli abitati di Marano, Vignola e Spilamberto, intervallati da tratti di recupero in cui si assiste ad un loro progressivo aumento. A valle di Spilamberto è stato rilevato una netta diminuzione della qualità dell'acqua, in particolare a valle della Via Emilia (Cap. 3.2.1). |                                                                    |
| <b>Azioni dirette</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                    |
| <b>MH</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Posizionamento di strutture in alveo con materiale legnoso o massi |
| a)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Deflettori e Pennelli                                              |
| <b>Azioni indirette</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                    |
| Tutte le azioni in fase I del gruppo di geomorfologia (Vedi Cap 5 )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                    |

### 6.3 VALUTAZIONE DI UN PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE

Una valutazione ben fatta oltre ad essere economica, efficiente e convincente dovrebbe essere in grado di dire non solo se il progetto ha avuto successo oppure no ma anche le ragioni del successo o del fallimento. In sintesi una buona valutazione dovrebbe permettere di aumentare le conoscenze per sviluppare e migliorare i futuri interventi, si può infatti imparare molto anche da un insuccesso quando se ne capiscono le cause. L'esame delle informazioni provenienti sia da interventi di riqualificazione riusciti (ad es.: i pesci hanno utilizzato il LWD come habitat), che quelli falliti (ad es.: la specie target di pesce era troppo rara a causa della competizione con la Carpa) aiutano a migliorare e perfezionare le tecniche di riqualificazione.

Alla base di ogni valutazione ci sono due domande:

- è veramente cambiato qualche cosa?
- E se è così questo cambiamento è dovuto alla nostra azione e in che misura.

Inoltre i sistemi naturali cambiano in continuazione come risposta ai cambiamenti di numerosi parametri ambientali. Ogni intervento antropico viene disturbato da questo continuo cambiamento di base. Pertanto una conoscenza approfondita della storia e delle vicende che hanno caratterizzato il sistema oggetto di studio è fondamentale per una più completa analisi dei fenomeni osservati sia pre che post intervento.

Convenzioni e direttive internazionali indicano chiaramente che il successo ecologico è il punto critico della RF.

Proteggere le infrastrutture e creare parchi sono attività importanti ma non costituiscono riqualificazione ecologica. Di conseguenza anche progetti di riqualificazione fluviale definiti di successo potrebbero non esserlo dal punto di vista ecologico. Mentre altri obiettivi hanno valore di per se la riqualificazione fluviale definita ecologica dovrebbe essere distinta da altri tipi di miglioramento.

Di seguito vengono riportati alcuni criteri di successo ecologico suggeriti da Palmer et al. (2005):

- minor distanza dallo stato di riferimento: una visione ecologica dinamica definita a priori e usata come guida;
- migliori condizioni degli ecosistemi;
- aumento della resilienza: il fiume e' più auto-sostenibile;
- nessun danno permanente: realizzare un progetto di RF non deve causare danni irreversibili;
- valutazione ecologica completa: valutazione pre-post, diffusione delle informazioni

In una valutazione ai fini ecologici si dovrebbe tenere in considerazione non solo le condizioni medie o valori fissi di variabili chiave del sistema, ma anche il loro range di variabilità.

La valutazione ecologica post-progetto potrà considerarsi veramente conclusa quando l'ecosistema fluviale avrà avuto la possibilità di rispondere in modo completo al progetto di riqualificazione. Per definire ciò è estremamente utile far riferimento a situazioni e progetti simili. Purtroppo la tempistica e ancor di più la durata del monitoraggio post interventi è strettamente vincolata da scadenze più o meno rigide imposte dai progetti stessi che spesso si riducono ulteriormente perché le fasi di progettazione e degli interventi vengono effettuate con ritardi dovuti a svariate cause.

Di seguito vengono riportati i parametri ecologici utilizzati in questo studio utili per la valutazione futura dell'effettivo raggiungimento degli obiettivi del progetto ai quali vanno aggiunti i parametri idrogeomorfologici e paesaggistici rilevati negli altri studi (Capp. 5 e 7).

*\* I parametri con asterisco indicano che le informazioni non sono state rilevate direttamente durante lo studio ma da bibliografia.*

#### **Obiettivo 1 Riqualificazione della piana alluvionale: la vegetazione riparia**

- a) Tipologie vegetazionali (Cap. 3.4.1).
- a) Analisi fitosociologica (Cap. 3.4).
- b) Indice di naturalità.-artificialità della vegetazione (Cap. 3.4.2).
- c) Indice di tipicità-degrado della vegetazione (Cap. 3.4.2).
- d) Ricchezza in specie vegetali (Cap. 3.4.2).
- e) Presenza/assenza di specie rare (Cap. 3.4.2).
- f) Presenza e superficie di habitat prioritari (Cap. 3.4.2).
- g) Stato della vegetazione, continuità e larghezza della fascia riparia (Indice IFF: domande 2, 3 e 4) (Cap. 3.1.2).

#### **Obiettivo 2 Ripristino della connessione laterale e riqualificazione degli annessi idraulici (acque ferme, zone umide permanenti, zone umide temporanee etc..)**

- a) Presenza/superficie degli annessi idraulici (zone umide pozze, lanche etc.).
- b) Qualità degli annessi idraulici mediante indice macrofitico. (Cap 3.4.3).
- c) \*Composizione delle comunità di anfibi e uccelli. (Cap. 3.7).

- d) \*Struttura di popolazione di alcune specie ittiche target. (Cap. 3.6).
- e) Conformazione rive, erosione, naturalità della sezione trasversale (Indice IFF: domande 6, 8 e 9) (Cap. 3.1.4).
- f) Indice HQA (Stima della qualità dell'habitat) (Caravaggio) (Cap. 3.3.2).
- g) Indice HMS (Stima dell'alterazione morfologica degli habitat) (Caravaggio) (Cap. 3.3.2).
- h) Superficie dell'area soggetta a periodiche inondazioni (Cap. 2).

### **Obiettivo 3. Ripristino della connessione longitudinale e conservazione della fauna ittica**

- a) Andamento dei deflussi nei passaggi per i pesci.
- b) Struttura della comunità di macroinvertebrati rispetto a quella attesa (Cap. 3.5).
- c) \*Struttura della comunità ittica rispetto a quella attesa (Cap. 3.6).
- d) Diversità di habitat all'interno del canale di bypass (vedi obiettivo 5).
- e) Diversità di habitat nell'alveo principale (Cap. 3.3.3).

### **Obiettivo 4. Migliorare la qualità dell'acqua**

- a) LIM Analisi chimico-batteriologiche (Cap. 3.8.2).
- b) IBE indice biotico esteso (Cap. 3.8.3).
- c) Presenza/assenza di specie sensibili dei macroinvertebrati acquatici (Cap. 3.5).
- d) Indice macrofitico (Cap. 3.4.3).
- e) \*Specie ittiche sensibili all'inquinamento (Cap. 3.6).
- f) Consistenza del feltro perfitico (indice IFF: domanda n. 12) (Cap. 3.1.6).
- g) Detrito in alveo (indice IFF: domanda n.13) (Cap. 3.1.7).

### **Obiettivo 5. riqualificazione degli habitat all'interno dell'alveo fluviale**

- a) Strutture di ritenzione (indice IFF: domanda n. 12) (Cap. 3.1.5).
- b) Tipologia di substrato (indice IFF: domanda n. 12) (Cap. 3.1.5).
- c) Riffe pool e meandri (indice IFF: domanda n. 12) (Cap. 3.1.5).
- d) Mesohabitat (fototipi) (Cap. 3.3.1).
- e) LRD (Caravaggio) (Cap.3.3.2).
- f) Microhabitat (*flow type* + substrato) (Cap.3.3.3).
- g) Distribuzione dei macroinvertebrati in habitat di riffe e pool (campionamenti quantitativi) (Cap.3.5).
- h) \*Struttura della comunità ittica (Cap. 3.6).

## 6.4 AZIONI PROPOSTE

### 6.4.1 Interventi puntuali di riforestazione e gestione forestale (obiettivi 1 e 2).

La riforestazione o il miglioramento delle fasce riparie possono essere messi in atto secondo diverse modalità, descritte brevemente di seguito:

#### Rigenerazione di un bosco ripario

Per la permanenza, lo sviluppo e la capacità di rigenerazione di un bosco ripario (o igrofilo) è essenziale che la piana inondabile, ove la formazione vegetale si trova, sia periodicamente “disturbata” dalle piene, rinnovando gli apporti di acqua, sedimenti e sostanza organica. Pertanto, spesso, per favorire la rivegetazione delle fasce fluviali non si procede direttamente alla forestazione, ma piuttosto a creare le condizioni favorevoli alla rigenerazione spontanea di un bosco igrofilo ripario.

L'azione di rigenerazione si attua attraverso interventi di vario tipo che mirino a garantire le seguenti condizioni:

- garantire periodici allagamenti dell'area e mantenere per un certo periodo una lama d'acqua;
- favorire l'alternanza di periodi di sommersione ed emersione dell'area inondabile (fondamentale nella distribuzione dei semi e nell'attecchimento delle pianticelle);
- mantenere la presenza di siti aperti, poiché molte specie pioniere non tollerano la competizione (ombreggiamento);
- favorire l'esposizione a correnti di piena capaci di rimodellare il substrato, creando così un mosaico di condizioni pedologiche e quindi una grande varietà di opportunità per la rigenerazione;
- garantire la presenza di un “serbatoio di semi” lungo il corso d'acqua, quale un bosco igrofilo a valle o, ancora meglio, a monte.
- nelle aree infine, in cui la piana inondabile deve essere creata ex novo (restituendo al fiume terreno destinato ad altro uso) o necessita di interventi di escavazione per essere riconnessa al corso d'acqua, è necessario non livellare il terreno, ma piuttosto conferirgli rugosità, mediante la formazione di avvallamenti e rilievi.

#### Imboschimenti naturalistici delle fasce riparie

Si tratta di impianti (prevalentemente arboreo/arbustivi) nelle fasce riparie (Fig. 6.6), realizzati con il fine di:

- miglioramento naturalistico;
- recupero della funzionalità delle fasce fluviali;
- miglioramento paesaggistico/fruitivo.

Poiché l'obiettivo prevalente è il “miglioramento naturalistico” e il “recupero della funzionalità” della fascia riparia, i criteri progettuali base a cui ci si ispira sono essenzialmente:

- utilizzare specie autoctone e di pregio naturalistico privilegiando ove disponibili ecotipi locali;
- ricreare il più possibile la naturale successione vegetazionale;
- favorire la massima continuità vegetazionale;
- favorire, ove possibile e compatibilmente con la predisposizione dell'area, la massima diversità e complessità strutturale.

Qualora si voglia affiancare al “miglioramento naturalistico” la massimizzazione di una determinata “funzione della vegetazione” (ad esempio effetto tampone o corridoio ecologico), si andranno ad aggiungere altre valutazioni rispetto ai criteri generali sopra riportati (ad esempio inserimento di fasce erbacee per il controllo del runoff, la scelta di specie idonee ad una determinata specie animale, ecc..).

### Riqualificazione copertura forestale esistente

Dal punto di vista vegetazionale e floristico la situazione esistente lungo il tratto di Panaro studiato è rappresentativa delle problematiche presenti in aree antropizzate: accanto a formazioni vegetazionali in buone condizioni, rappresentate essenzialmente da vegetazione ripariale, troviamo aree marginali abbandonate dall'agricoltura e soggette a colonizzazione da parte di specie esotiche o infestanti (robinia essenzialmente), lembi di boschi di latifoglie mesofite, boscaglie ripariali perturbate e impoverite da manutenzioni idrauliche e ingressioni di infestanti, alberate, filari e altre formazioni fortemente impoverite dalla semplificazione dei paesaggi agricoli.

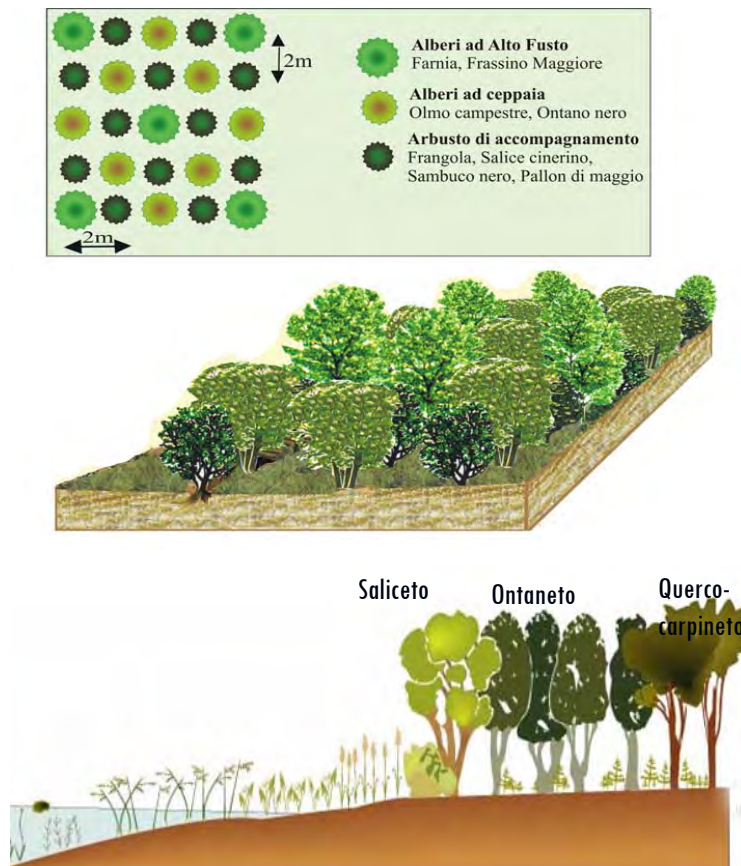


Figura 6.6 – Esempi di schemi progettuali (Immagine elaborata da B.Boz).

In tali contesti siamo in presenza di potenzialità del territorio, cioè esiste la possibilità di elevare la qualità delle cenosi vegetazionali presenti con azioni antropiche orientate e mirate: si deve perciò prestare attenzione a salvaguardare le zone nelle quali le fitocenosi appaiono prossime allo stato di naturalità, ma sono possibili anche azioni di forte impatto (ad esempio tagli a raso con deceppamenti per le infestanti, movimenti terra, ecc.) nelle zone dove è preponderante la presenza di vegetazione infestante.

Risulta di primaria importanza concepire una strategia di riqualificazione che non si limiti alla ricostruzione di un singolo elemento della successione vegetazionale, ma che piuttosto punti a garantire la presenza di tutte le diverse fasi in modo da garantirne una relativa dinamica.

Sono quindi da differenziare le azioni di intervento volte al miglioramento ed alla riqualificazione a seconda se previste a carico della vegetazione riparia o di quella planiziale.

Per la vegetazione riparia igrofila è importante garantire la potenziale disponibilità dell'habitat (tramite dissodamenti, eliminazione infestanti concorrenti, modificazioni morfologiche del suolo) piuttosto che procedere a semina o piantagione diretta. Infatti, piante come ad esempio i salici od i pioppi, hanno una grande capacità di diffusione, arrivando a colonizzare greti e suoli vergini a distanze ampie.

In linea generale, le specie riparie, eliofile a rapida crescita si spostano sino a grande distanza sfruttando il vento per i semi e pure capacità di propagazione agamica (da rami o tronchi fluitati dalla corrente), insediandosi su suoli grezzi, privi di copertura vegetale, soleggiati.

Su questo tipo di cenosi gli interventi da prevedersi dovranno quindi tendere a:

- valorizzare e conservare i boschi igrofili e la vegetazione riparia, con il controllo e la riduzione della presenza di eventuali specie infestanti. Dove possibile saranno da preferirsi azioni di intervento a minor impatto come ad esempio il ricorso a tagli selettivi ripetuti per due o più stagioni con lo scopo di depotenziare e ridurre il vigore vegetativo delle infestanti, lasciando gli interventi più radicali (taglio raso e deceppamento) ai soli casi in cui i popolamenti si presentino fortemente infestati;
- limitare, compatibilmente con le esigenze idrauliche, i tagli di coltivazione e di manutenzione visto che presenza di esemplari deperienti, morti in piedi o dominati non inficia, ma anzi incrementa, la valenza naturalistica di tali formazioni;
- privilegiare, nella scelta delle tecniche di intervento in ambito fluviale, il ricorso all'ingegneria naturalistica, le cui tecniche prevedono sempre l'utilizzo di materiale vivo, spesso da talea, che costituiranno sul breve periodo formazioni riparie a salicacee (pioppi e salici).

Per la vegetazione planiziale si deve considerare che presenta specie che possono avere capacità di allontanamento, e quindi capacità di diffusione, dalla pianta madre assai limitate: le querce, per esempio, si diffondono per semplice effetto della gravità che dissemina le ghiande in prossimità della pianta madre (o per diffusione zoocora quando talpe e altri animali traslocano le ghiande all'interno delle loro tane poi dimenticandosene). In linea generale le specie di pregio, disperdono con difficoltà il seme (nucule, o comunque frutti pesanti sia pur alati come le samare dei frassini) progredendo lentamente nella colonizzazione, in quanto richiedono suoli evoluti, ricchi di sostanza organica, freschi, come si ritrovano in prossimità del bosco.

Conseguentemente per la vegetazione arborea ed arbustiva propria delle formazioni planiziali la priorità è essenzialmente quella di garantire una permeabilità diffusa (reticolare), sfruttando zone marginali e aree di incolto non più utilizzate dall'agricoltura per costruire robusti nuclei di propagazione (riforestando, reintroducendo specie oggi assenti, creando nuove siepi plurispecifiche) e potenziando il sistema reticolare di siepi e filari che si spingono entro i coltivi, al fine di consentire una potenziale autodisseminazione futura delle specie di pregio nelle aree incolte, rinaturalizzate o marginali che esistono sul fondo valle.

#### **6.4.2 Ripristino della continuità laterale e degli habitat ripari (obiettivi 1e 2).**

La funzionalità ecologica e le dinamiche fluviali sono condizionate in larga misura anche dalle caratteristiche del territorio circostante. Tra questi elementi troviamo le fasce di vegetazione riparia dalle molteplici funzioni (Gumiero & Boz, 2004 ) e la piana inondabile, habitat di elezione per molti organismi sia vertebrati che invertebrati. Queste zone laterali sono utilizzabili dalla fauna terrestre come fonte di cibo, di rifugio e come corridoio ecologico se coperte in modo adeguato dalla vegetazione riparia. I mammiferi possono utilizzare questi habitat come area di passaggio, per gli uccelli sono sia zone di sosta durante le migrazioni che aree di nidificazione, per alcuni rettili

rappresentano un habitat preferenziale, per molti anfibi ed alcune specie ittiche le zone umide laterali all'alveo sono zone di riproduzione e/o sviluppo dei primi stati vitali (nursery).

Le radici esposte, i rami sospesi, i tronchi caduti in alveo, infine, offrono riparo a molte specie ittiche e ai macroinvertebrati in momenti particolarmente critici. Data l'importanza di queste aree è fondamentale mantenerne la connettività col corpo idrico, cioè consentire i flussi migratori e trofici delle specie animali, anche quelle più propriamente terrestri, favorendone l'interrelazione con il corso d'acqua vero e proprio.

Tanto più varie e prossime allo stato naturale sono le rive, tanto maggiore è la diversità di rifugi e nicchie per specie ittiche e classi di età diverse. Da qui la necessità di rimuovere le arginature non più indispensabili, evitando di rinnovare e sostituire quelle danneggiate. Inoltre, se in cattivo stato, i consolidamenti rigidi delle rive andrebbero in molti casi sostituiti con sistemi di protezione delle sponde più naturali.

Per poter svolgere le loro molteplici funzioni, i corsi d'acqua hanno bisogno di spazi adeguati di conseguenza lo spazio riservato alle acque deve essere sancito in maniera vincolante nel piano di gestione.

La connettività o continuità laterale di un corso idrico con il suo territorio circostante è di vitale importanza anche per i processi geomorfologici ed idraulici, le azioni volte a ripristinare la connessione laterale che sono stati trattati nel capitolo 5 di conseguenza qui ci occuperemo solo di creazione di habitat tipici delle sponde e dell'ecotono ripario senza tuttavia voler essere esaustivi.

#### (a) riqualificazione delle zone umide

L'ambiente delle zone umide (Fig. 6.8) è caratterizzato da acque poco profonde, ferme o che scorrono lentamente, come quelle di rami abbandonati del fiume, insenature dell'alveo, canali, cave dimesse, dove la vegetazione emergente è spesso costituita da *Phragmites* e, nelle zone prossime all'interramento, da tife e salici.

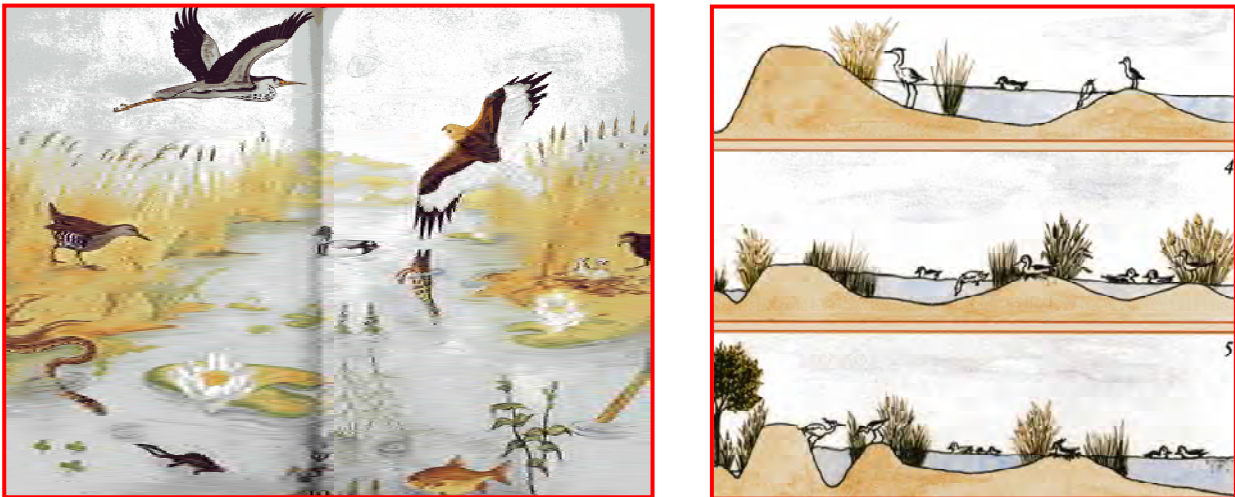


Figura 6.8 – A sinistra: immagine guida di zona umida (da Minelli, 1994). A destra: esempi di diverse tipologie di zone umide (disegno di A. Montanari in: il Divulgatore, 2000).

Di seguito vengono date indicazioni per la ricostruzione di diverse tipologie di zone umide seguendo i suggerimenti di due lavori editi dalla Regione Emilia-Romagna (Muzzi & Rossi 2003, Rossi, 2006) ai quali si rimanda per maggiori dettagli progettuali.

**Canneti.** Con profondità dell'acqua di 20-50 cm. Ideale anche per specie prettamente acquatiche come anatre e svassi ma anche per il Tarabusino *Ixobrycus minutus* specie di interesse comunitario.

**Chiari.** Zone interne al canneto profonde e quindi prive di canne.

**Laminati.** Zone d'acqua profonde 1,5 – 3 m in cui si potranno insediare ninfee, nannuferi e poligoni (lamineti) che alcune specie le usano anche come supporto di nidificazione.

**Pozze temporanee,** ben esposte in zone aperte sabbiose a copertura erbacea-arbustiva

**Pozze temporanee,** in parte ombreggiate, all'interno di zone boschive.

**Rive a diverse pendenze.** Le rive dovrebbero essere il più diversificate possibile poiché una sponda a graduale pendenza permette l'insediamento di una vegetazione diversificata che determina un susseguirsi di habitat diversi dove numerose specie di animali possono trovare condizioni di vita ottimali. Ma anche una riva di natura sabbiosa o terrosa, sub-verticale è utile al fine di favorire la nidificazione di specie come il Martin pescatore (*Alcedo atthis*) il Gruccione (*Merops apiaster*) o il Topino (*Riparia riparia*) che scavano nidi a cunicolo. Tutte e tre queste specie sono presenti nell'area di studio e nidificano anche sulle rive verticali del Panaro in particolare nelle vicinanze di Marano. Per il Gruccione e il Topino non è strettamente necessario l'affaccio della parete sull'acqua, in quanto queste specie nidificano anche in zone asciutte purché il substrato e l'esposizione siano favorevoli.

Un altro accorgimento da considerare nel ripristino di zone umide è creare dei canali a maggior profondità caratterizzati da un deflusso lento (Fig 6.9).

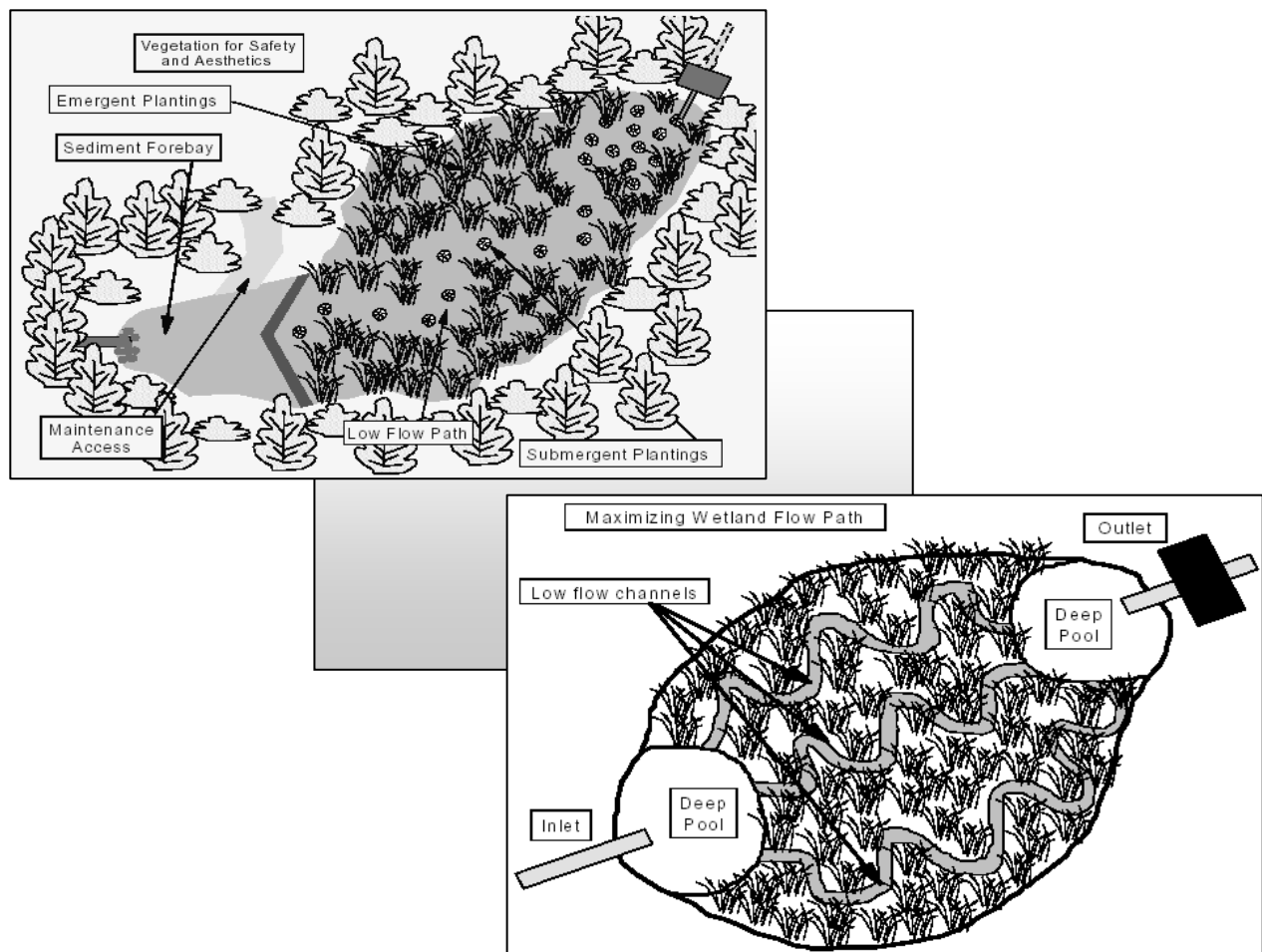


Figura 6.9 - esempi di zone umide diversificate con canali a deflusso lento.

**Isole a diversa copertura vegetale.** In generale sia per l'avifauna che per gli anfibi, ma anche per la testuggine palustre (*Emys orbicularis*) le isole sono preferite perché indisturbate, inaccessibili e sicure dai predatori terrestri. Importante crearle a diversi livelli e quindi soggette a periodi di sommersione più o meno lunghi. Solo se necessario, per la creazione di isole permanenti si possono usare gabbionate di pietrame e rete metallica che opportunamente disposti fungono da contenitori per il substrato che permetterà a seconda del periodo di sommersione la crescita delle essenze arbustive o arboree. **Isolotti ghiaiosi privi di vegetazione** che rimangono sommersi per lunghi periodi eccetto il periodo di nidificazione, in modo da eliminare la vegetazione eventualmente insediata, Habitat utili ad alcune specie coloniali come la sterna (*Sterna albifrons*), il cavaliere d'Italia (*Himantopus himantopus*) entrambe specie di interesse comunitario. **Isolotti con solo vegetazione erbacea.** **Isolotti ricchi di vegetazione arbustiva ed arborea.** il luogo di nidificazione coloniale preferito dalle sterne e dal Corriere piccolo (*Charadrius dubius*).

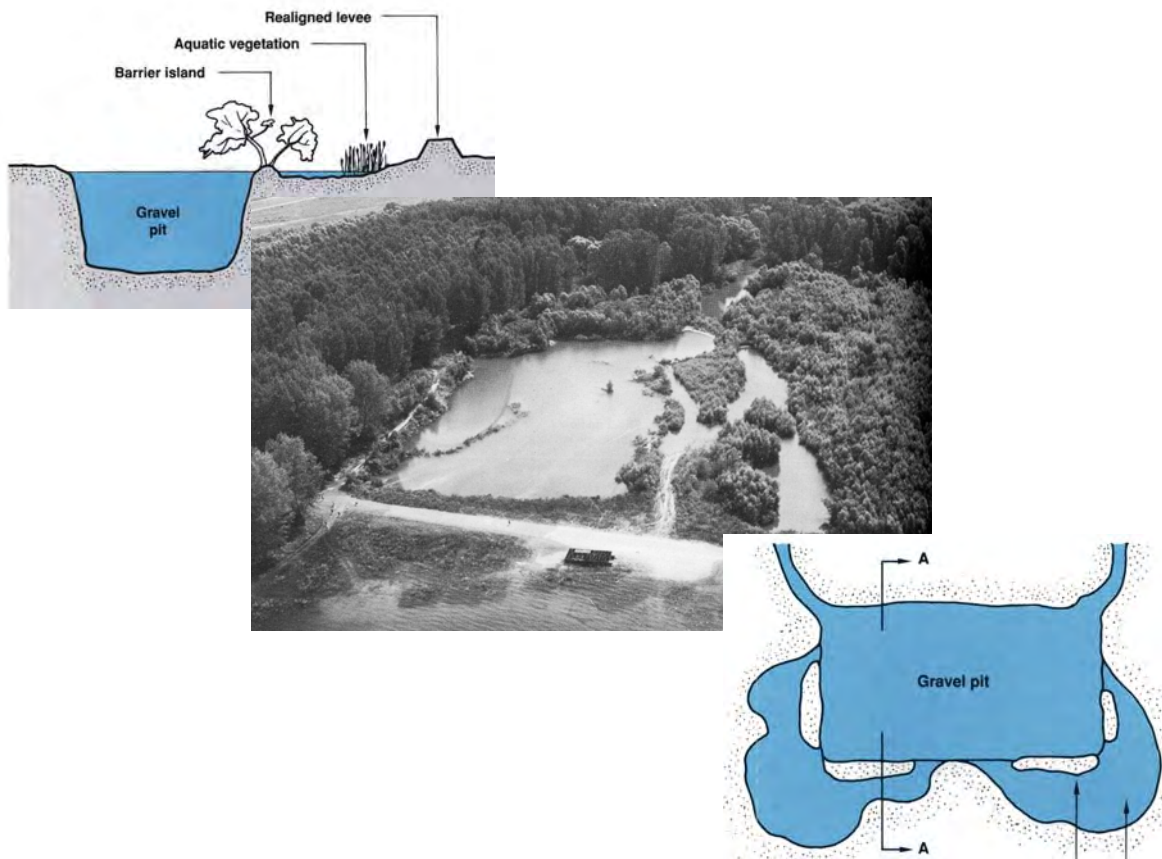


Figura 6.10 - Esempio di riconversione di una cava in zona umida.

Spazio e mezzi permettendo, la creazione di isole con cintura di salici arbustivi e boschetti di salici arborei e ontani, permette di ricreare la situazione ideale per l'insediamento di colonie di aldeidi: Airone cenerino (*Ardea cinerea*), Nitticora (*Nycticorax nycticorax*), Garzetta (*Egretta garzetta*), Sgarza ciuffetto (*Ardeola ralloides*).

Altri habitat importanti per numerose specie di uccelli, ma anche per alcuni anfibi come le rane rosse, sono zone lontane dagli specchi d'acqua sia a **vegetazione rada** (zone aperte) sia a **vegetazione fitta**.

Sarebbe importante, inoltre, approfittare di questo progetto di riqualificazione, per ricreare una rete ecologica di siepi inframmezzate ai campi coltivati che possa portare i benefici locali anche al territorio circostante. L'incremento delle siepi, delle coltivazioni che possono costituire ulteriore ricchezza ambientale (prati stabili, marcite, ecc.) e di sistemi colturali rispettosi dell'ambiente e

produttori di qualità (agricoltura biologica) allargherebbe anche in termini di benefici alla qualità dell'ambiente, la portata dell'intervento.

Una grossa opportunità di ricreare zone umide lungo il corridoio del Panaro viene offerta dalle cave dei frantoi dopo un'auspicabile delocalizzazione degli stessi. Nella figura 6.10 viene riportato un esempio di riconversione di una cava in zona umida. Questo esempio in questo studio viene considerato come obiettivo di minima là dove gli spazi siano limitati. In figura 6.11 è mostrato un altro disegno di esempio di zona umida con una buona valenza ecologica, che mostra le diversità di habitat e le associazioni vegetazionali che occupano i differenti ambienti.



Figura 6.11 - Esempio di zona umida con elevata diversità di caratteri morfologici.

#### (b) Deflettori o pennelli.

Oltre che a scopo di protezione spondale, i deflettori possono essere impiegati per agevolare la connessione laterale migliorando la diversificazione morfologica come ad esempio favorire la formazione di buche e raschi, stimolare la formazione di basse, incoraggiando lo sviluppo della vegetazione riparia, fornire un substrato duro per la colonizzazione di alghe e muschi ed alle comunità di invertebrati ad esse associate.

Indicazioni per la costruzione. Si possono realizzare con materiali diversi, di facile costruzione, economici e facilmente modificabili anche in seguito per adattarli alle dinamiche condizioni del sito. Per conferire un andamento sinuoso all'interno di un canale artificiale o rettificato i deflettori vanno posizionati alternativamente sulle sponde opposte ad una distanza 5-7 volte la larghezza dell'alveo. Evitare tratti con substrato molle e/o instabile o con elevato trasporto solido e, se

necessario, stabilizzare la sponda opposta al deflettore, evitare di installarli con tratti di pendenza superiore al 3% o con forti oscillazioni di portata (Sansoni, 2003) (Fig. 6.12).

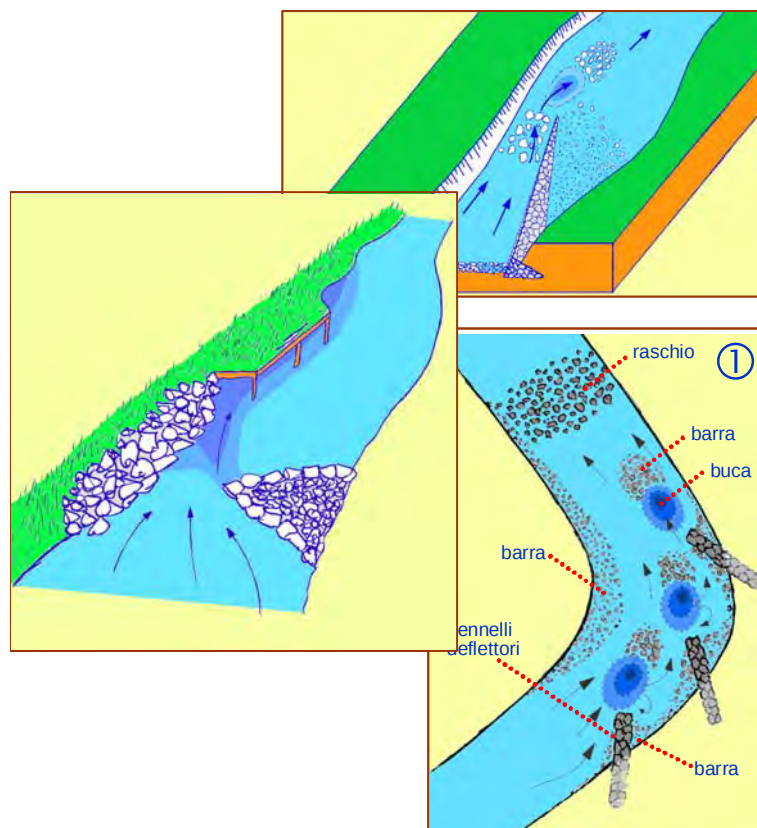


Figura 6.12 - Esempi di deflettori in pietrastrada tratti da Sansoni (2003).

Un'altra tipologia di deflettori molto utilizzata sono quelli costruiti con tronchi e/o parti di alberi. Questo tipo di interventi oltre ad essere poco costosi, visto la facilità di reperire il materiale, sono spesso molto efficaci come difesa spondale ma soprattutto si ottengono risultati notevoli nella diversificazione degli habitat lungo la sponda (Fig. 6.13).

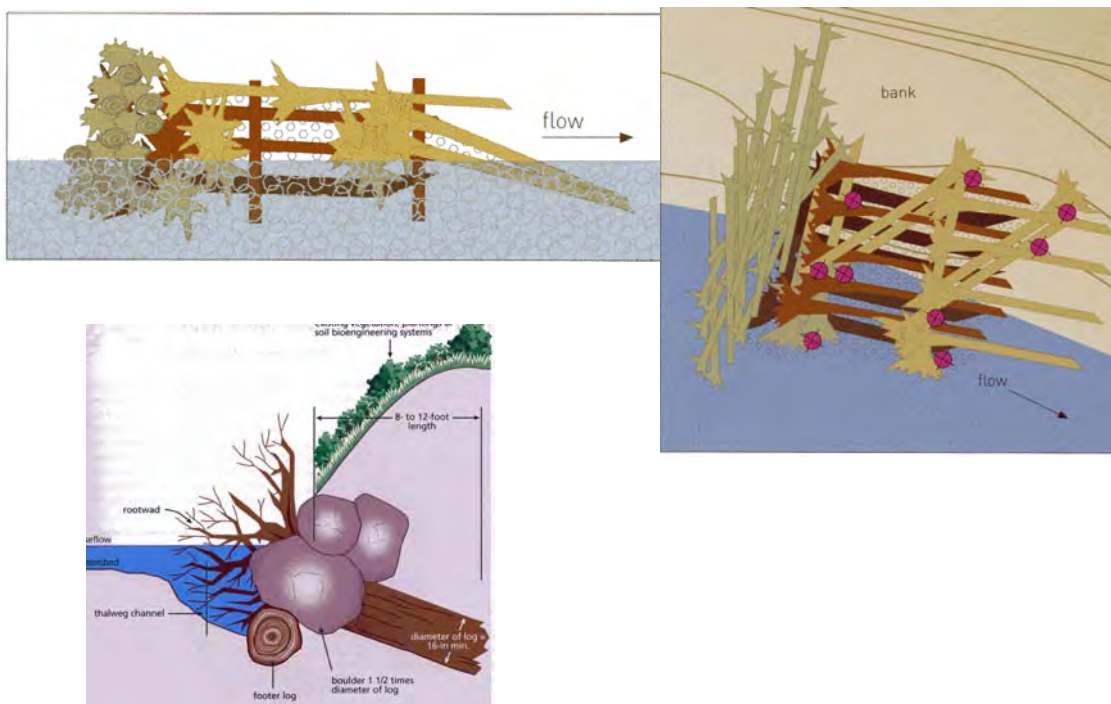


Figura 6.13 - Esempi di deflettori in legno.

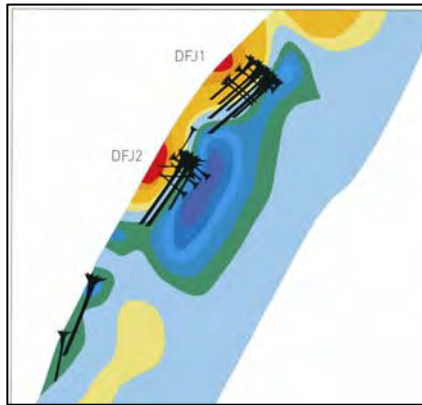


Figura 6.14 - Buche (in blu e verde) associate ad un deflettore costruito con tronchi e rami.

sezione. A tale proposito si riporta di seguito un'esperienza fatta e monitorata a lungo sul fiume Elba in Germania con questi pennelli denominati "V-Shaped".

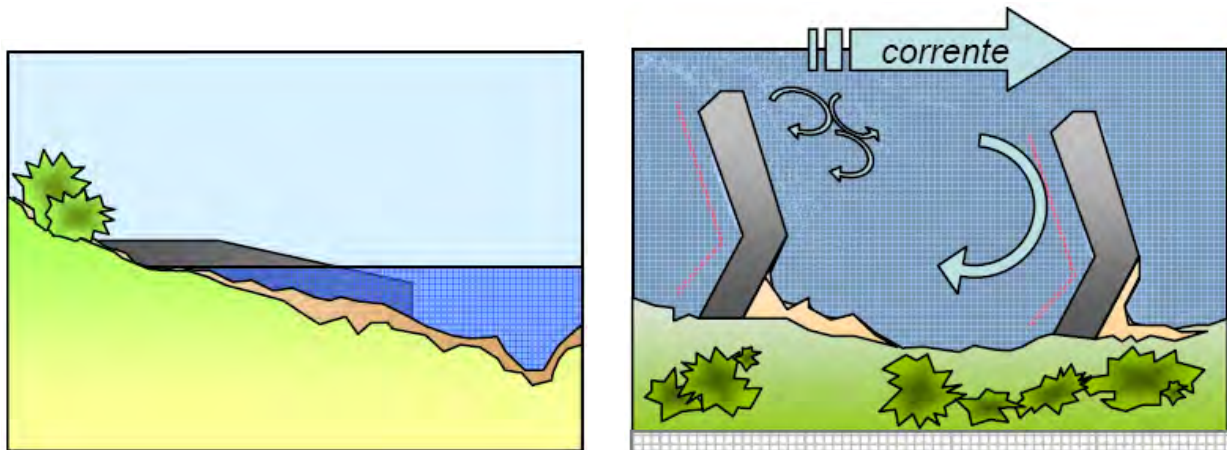


Figura 6.15 – A sinistra sezione di un pennello "V shaped", a destra uno schema in pianta.

#### CASO STUDIO Elbe River in Germania:

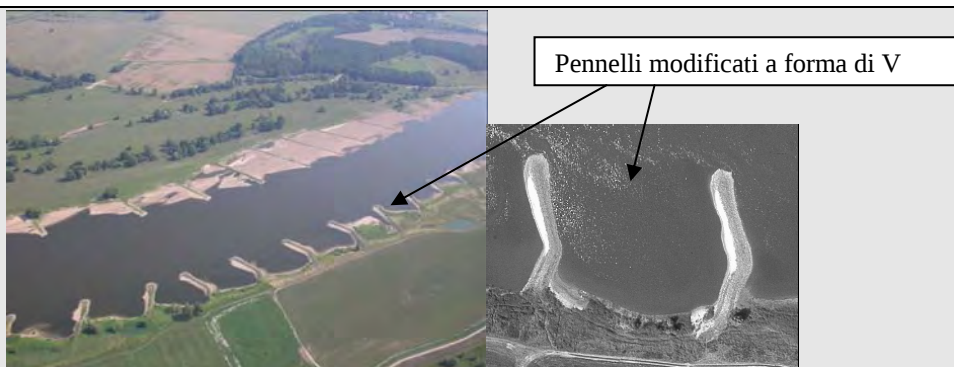
##### Obiettivi

Produrre una maggior dinamicità idromorfologica delle sponde e quindi decelerare la sedimentazione tra i pennelli.

Aumentare la diversità di habitat tra i pennelli al fine di ottenere condizioni migliori per la fauna acquatica in modo particolare per gli avannotti.

##### Condizioni precedenti l'intervento

Circa 6900 pennelli stabilizzavano le rive durante i deflussi medi e assicuravano la navigabilità lungo il fiume Elba, 1500 di questi pennelli erano completamente ricoperti da sedimenti e parzialmente danneggiati. L'elevata sedimentazione tra i pennelli aveva causato la perdita di buche e di rive ghiaiose tipiche di questo tratto di fiume.



### **Interventi effettuati**

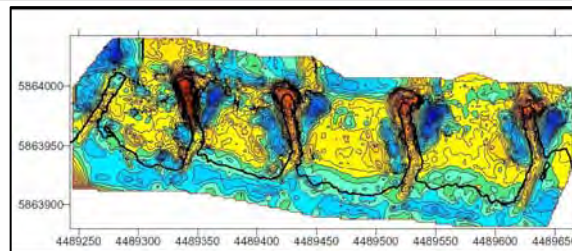
#### Sviluppo e monitoraggio di forme alternative di pennelli

Tipo I: pennello a forma di V inclinato dalla riva verso il fiume

Tipo II: pennello inclinato abbassato di 1,2 m al di sotto del livello medio dell'acqua sul lato della riva.

### **Valutazione dell'efficacia del progetto**

I pennelli modificati influenzano la distribuzione del substrato e la profondità dell'acqua tra di essi, questo determina una composizione del substrato vicina alla dinamica naturale. L'elevata dinamicità permette di raggiungere le migliori condizioni ecologiche possibili supportando maggiormente le specie indigene.



### 6.4.3 Ripristino della continuità longitudinale (Obiettivo 3).

La maggior parte delle specie ittiche migra alla ricerca di zone con condizioni che meglio soddisfano le particolari necessità dei vari stadi del loro ciclo vitale, alla ricerca del cibo o di siti idonei alla deposizione delle uova e allo sviluppo degli avannotti o ancora come siti rifugio in periodi avversi.

Per impedire il processo di erosione al piede e di scalzamento di ponti e versanti, con crolli e frane spesso innescato da rettifiche, escavazioni e arginature si ricorre generalmente alla costruzione di **briglie** che se da una parte trattenendo i sedimenti determinano un innalzamento del letto fluviale a monte a valle della briglia l'erosione diventa più accentuata poiché non controbilanciata dall'apporto dei sedimenti intrappolati dalla briglia. Di conseguenza le briglie, non risolvendo il problema ma semplicemente spostandolo più a valle, sono spesso fatte in serie causando una suddivisione dell'alveo in tratti dal fondo piatto. Oltre alla modificazione e banalizzazione del substrato con conseguenze ecologiche importanti si aggiunge anche l'effetto barriera per la fauna ittica. Questi ostacoli lungo l'asta fluviale ne impediscono le migrazioni riproduttive, frammentando sia fisicamente che geneticamente i popolamenti e il raggiungimento di habitat rifugio in condizioni ambientali critiche (siccità, piene) (Sansoni, 2003). Mentre gli esemplari più grandi di trota fario sono solitamente in grado di superare senza difficoltà ostacoli fino a circa 70 cm di altezza, molte specie piccole come del resto i pesci giovani devono arrendersi già davanti a dislivelli di appena 20 cm.

Nei passati decenni la costruzione di briglie lungo i corsi idrici italiani è stata particolarmente incentivata determinando in numerosi casi la costruzione anche in situazioni poco giustificabili in cui l'utilizzo di interventi meno costosi e soprattutto meno impattanti non veniva nemmeno preso in considerazione.

Oggigiorno queste briglie vengono utilizzate anche per la costruzione di piccole **centraline idroelettriche** che oltre a richiedere spesso una maggior artificializzazione dell'alveo rendono "intoccabile" la briglia anche quando in piani di riqualificazione fluviale si renda necessario rimuoverla nel caso non venisse considerata un'opera necessaria. Inoltre viene negata la possibilità di apportare delle modifiche all'opera di sbarramento volte a migliorare l'assetto fluviale. Dal 2004 c'è un grande ritorno dell'idroelettrico in Italia. La spinta maggiore la dà, con la privatizzazione, il protocollo di Kyoto che finanzia gli impianti ad energia rinnovabile con l'obiettivo dichiarato di limitare l'inquinamento e l'effetto serra. Tuttavia sarebbe una pianificazione miope e poco efficace quella che per risolvere un problema ne crea un altro altrettanto grave. Infatti noi ci auspichiamo un utilizzo delle forze idriche sostenibile e rispettoso dell'ecosistema fluviale e in particolare del patrimonio ittico. Per fare ciò occorre necessariamente eliminare gli ostacoli ai movimenti degli organismi o aggirarli.

Molte specie ittiche scelgono piccoli affluenti o il corso superiore dei fiumi per deporre le uova, proteggersi dalle piene e svernare. Ricollegare queste aree con il tratto intermedio significa ripristinare molti habitat naturali andati persi.

In generale il modo migliore per consentire ai pesci di superare i salti d'acqua è rimuovere gli sbarramenti superflui, sostituendoli con **rampe in blocchi**. Qualora ciò non fosse possibile, s'impone la costruzione di corsi d'acqua d'aggiramento prossimi allo stato naturale (**bypass naturali**) o, in mancanza di spazio, **scale di risalita per pesci**. Per l'analisi di quest'ultima tipologia di intervento si rimanda alle recenti linee guida di Pini-Prato et al. del 2006 in cui tra l'altro come caso studio vengono proposti 4 passaggi per pesci in altrettanti sbarramenti posti sul Panaro subito a monte dell'area di studio. Le proposte fatte di seguito sono state in parte ispirate dal manuale "Fish Passes. Design, dimensions and monitoring (DVWK, 2002).

(a) Rampe in pietrame

Un'alternativa vicina alla briglia tradizionale è la rampa in pietrame. Ove le briglie risultino veramente necessarie (ad es. per proteggere un ponte dallo scalzamento), occorre tener presente che spesso non vi è alcuna effettiva necessità di costruirle nel modo tradizionale, a scalino in calcestruzzo: in particolare, il dislivello tra il fondo dell'alveo a monte e a valle della briglia può essere realizzato gradualmente, su una distanza maggiore, anziché con un unico salto. L'obiettivo idraulico e geomorfologico è raggiunto ugualmente, a costi inferiori e con un miglioramento dell'habitat (Fig. 6.16).

Anche una abbondante distribuzione di massi in alveo, ad esempio, può rappresentare un'alternativa ecologica alla realizzazione di briglie. In questo caso si ottiene la riduzione di velocità della corrente aumentando in maniera diffusa la scabrezza dell'alveo con massi sparsi, anziché con un'opera fissa.

Le briglie poi potrebbero essere realizzate direttamente in massi con rampe ascendente e discendente a minore pendenza, in modo da coprire il dislivello di progetto in un tratto più lungo, anziché con un singolo salto.

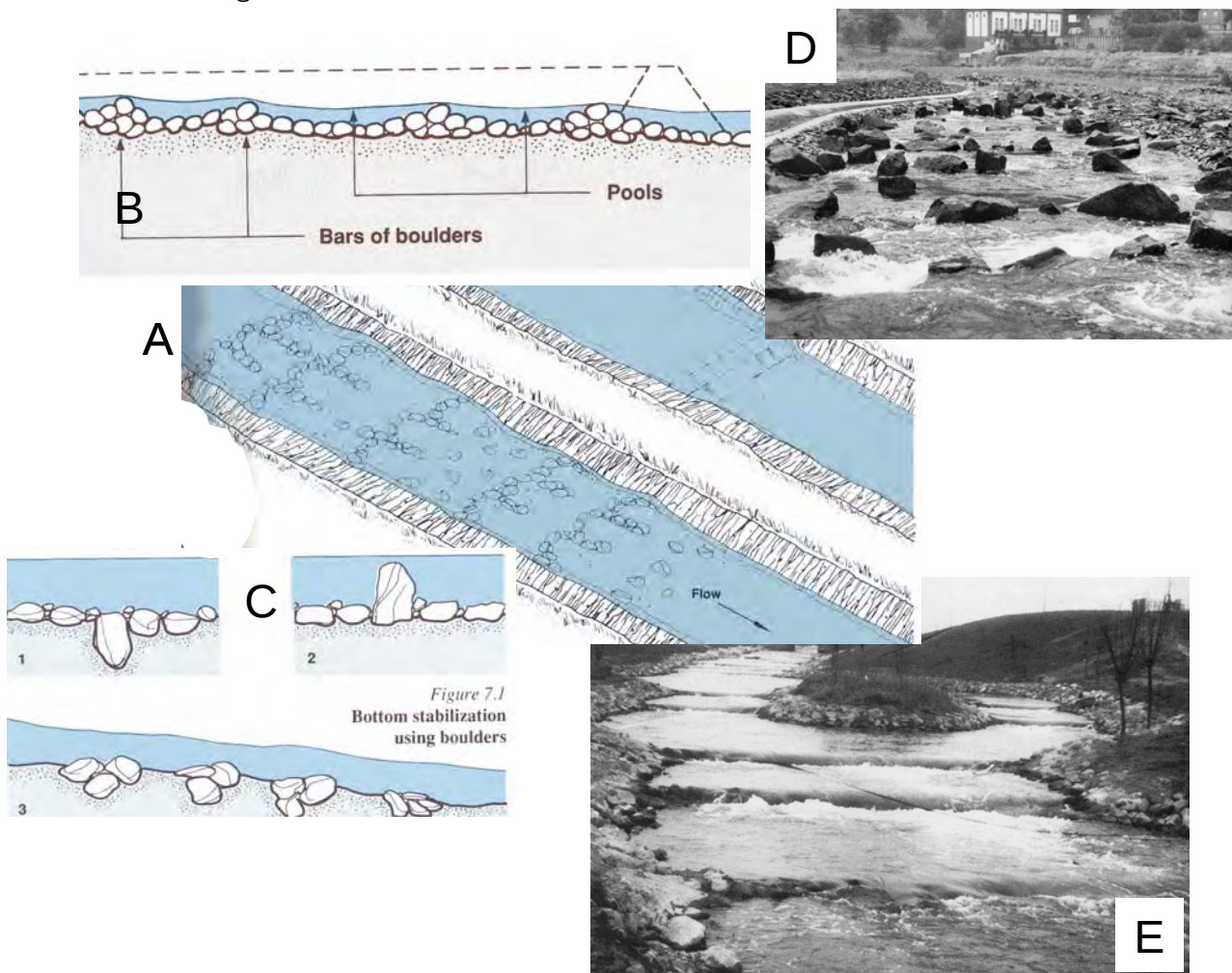


Figura 6.16 - **A** sostituzione di un briglia (in alto) con una rampa in massi (in basso); **B** sezione trasversale della rampa; **C** stabilizzazione del fondo con massi; **D** esempio di inserimento di massi per stabilizzare il fondo; **E** esempio di una rampa in massi (Cowx & Welcomme, 1998).

Un'ulteriore possibilità, volendo mitigare l'effetto di una briglia, è costruire uno scivolo di valle in massi che funga da dissipatore d'energia e nello stesso tempo protegga la briglia dallo scalzamento e favorisca la risalita dei pesci (Figg. 6.17 e 6.18).

Questo tipo di rampe consentono la risalita dei pesci verso le aree di frega ed elimina l'isolamento riproduttivo tra le popolazioni ittiche. Restano soddisfatti, nel contempo, gli obiettivi di ridurre la forza erosiva della corrente –la cui energia viene dissipata nel turbolento deflusso lungo la rampa con elevata scabrosità – e di indurre un innalzamento dell'alveo a monte della rampa, stabilizzando così il piede delle sponde. Dislivelli gradualmente consentono la risalita non solo dei pesci, ma anche dei macroinvertebrati e di altri componenti delle biocenosi acquatiche (CIRF, 2006).

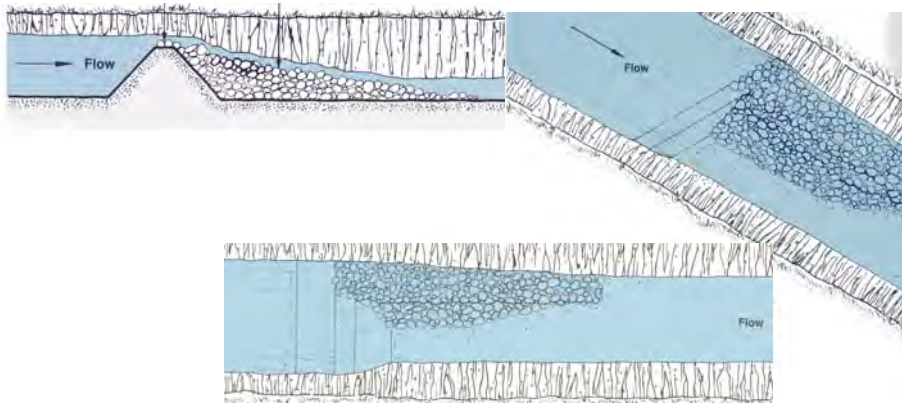


Figura 6.17 - Rampa a valle di una briglia: una sezione trasversale e due visioni dall'alto (Cowx & Welcomme, 1998).

Di seguito viene riportato un caso studio in cui è stata costruita una rampa sul fiume Mirna (Slovenia).

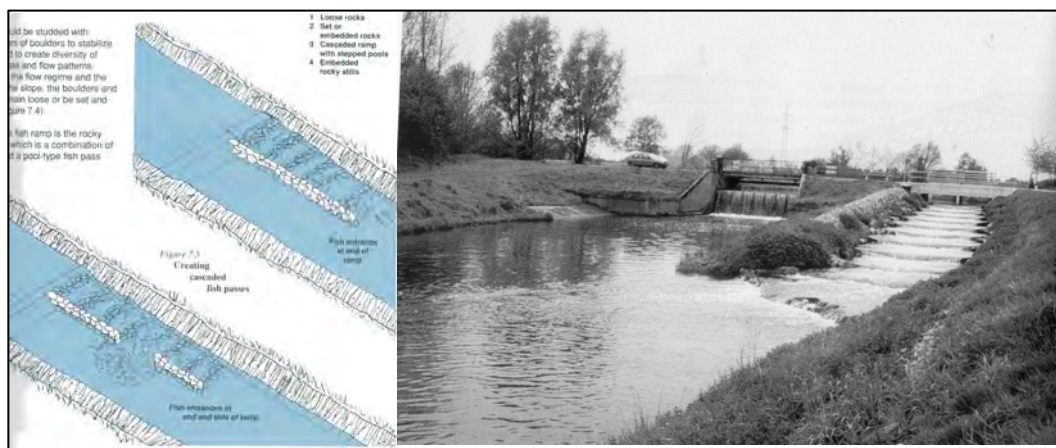


Figura 6.18 - Rampa a steeped pools (Cowx & Welcomme, 1998).

### CASO STUDIO in Slovenia sul Mirna River:

#### Obiettivi

Ricostruzione della connettività longitudinale  
Diversificazione dei deflussi

#### Condizioni precedenti l'intervento

Fiume regolato con vecchie strutture trasversali (briglie)  
Interruzione della migrazione di ciprinidi e salmonidi

#### Interventi effettuati

rimozione della briglia obsoleta e costruzione di una rampa in massi.

È stato effettuato il monitoraggio durante il periodo di riproduzione

#### Valutazione dell'efficacia del progetto

Ricostruzione del continuum fluviale tra il fiume Sava (1° ordine) ed il fiume Mirna (2° ordine). Le misure intraprese hanno avuto un effetto starter sulle dinamiche degli habitat fluviali tipiche del tratto del fiume Sava nella stessa area (ad es. pozze, rapide, rilles, barre sabbiose, e guadi). Lo sviluppo degli habitats sta sostenendo le comunità autoctone sia ittiche che dei macroinvertebrati. I passaggi per i pesci permettono la migrazione dei salmonidi presenti verso valle e verso monte alla ricerca dei siti di frega idonei

#### Costo del progetto

175.000 euro escluso il costo del monitoraggio e la manutenzione



Prima dell'intervento, anno 2002



Dopo, nel 2006

Tra gli **accorgimenti costruttivi** vanno ricordati: l'utilizzo di massi di diverse dimensioni; la solida infissione dei massi ciclopici nel fondo; il rafforzamento delle strutture con pali metallici verticali profondamente infissi (es. rotaie ferroviarie); la posa del pietrame in modo da formare spazi vuoti o, addirittura una struttura alveolare, in modo da creare un'alternanza di zone a corrente rapida e di zone di sosta, favorendo la risalita dell'ittiofauna e diversificando i microambienti; una maggiore altezza presso le sponde, in modo da convogliare la corrente verso il centro dell'alveo, proteggere le sponde dall'erosione e concentrare le portate di magra; il consolidamento con alberi e arbusti delle sponde ai lati delle rampe.

Una variante per corsi d'acqua soggetti a lunghi periodi di magra o con traverse di derivazione o d'invaso è una rampa che non interessa l'intera larghezza dell'alveo. Come un ruscello artificiale,

laterale al corso d'acqua principale, può consentire ai pesci il superamento di ostacoli di notevoli dimensioni, quali grandi briglie o, addirittura, dighe (DVWK, 2002; Cowx & Welcomme, 1998; Sansoni, 2003).

Per garantire l'efficacia dei passaggi per pesci in generale, devono essere rispettati imperativamente i requisiti tecnici minimi, tra cui una corrente sufficiente per attirare i pesci e il corretto posizionamento nel fiume. Inoltre per seguire il loro ciclo vitale naturale, i pesci devono poter superare i salti d'acqua sia verso monte che verso valle.

#### (b) Canali by-pass

Corsi d'acqua che collegano il tratto a monte con quello a valle della briglia aggirando l'ostacolo. In questo modo la briglia ed eventuale centralina non avranno bisogno di alcuna modifica poiché il canale consente di evitare l'intero tratto compresa la zona di invaso a monte dello sbarramento.

Questi canali in genere devono essere costruiti ex novo ma potrebbero essere usati anche canali secondari se idonei e adeguatamente riqualificati. Nelle azioni proposte in questo lavoro ci sono entrambi i casi: il primo a Marano con la costruzione ex novo di un canale che by-passa le due briglie, il secondo a Vignola con la riqualificazione del primo tratto del canal torbido con funzioni di by-pass per la fauna ittica. Per la riqualificazione dei canali vedi capitolo 6.4.4.

La costruzione di questi corsi secondari d'aggiramento non funzionano solo come passaggi per i pesci migratori ma creano i prerequisiti per specie reofile (pesci, macroinvertebrati) che possono usare il canale sia come habitat temporaneo che per l'intero ciclo vitale. Inoltre questi canali ripristinano il continuum grazie a condizioni idriche simili al fiume naturale permettendo agli organismi anche di bypassare la pozza a monte dell'ostacolo (Figg. 6.18, 6.19, 6.20).

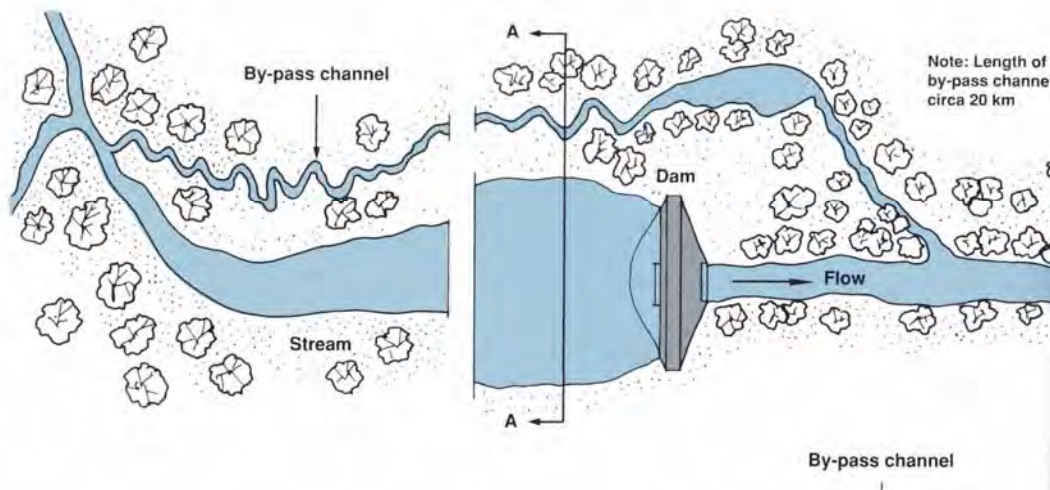


Figura 6.18 – Esempio in pianta di canale di by-pass con elevate caratteristiche di naturalità (Cowx and Welcomme, 1998).

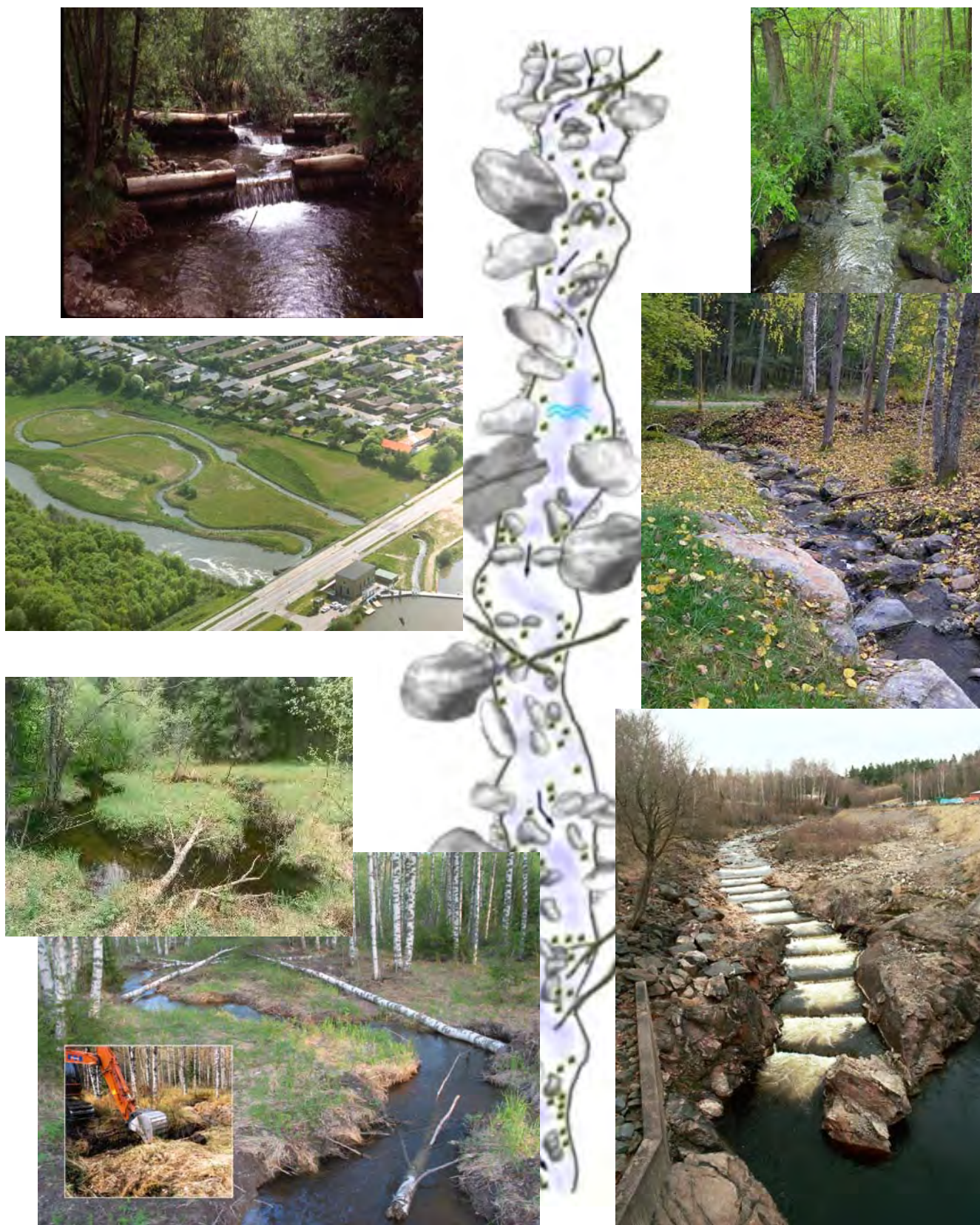


Figura 6.19 - Diversi esempi di canali by-pass a morfologia naturale.

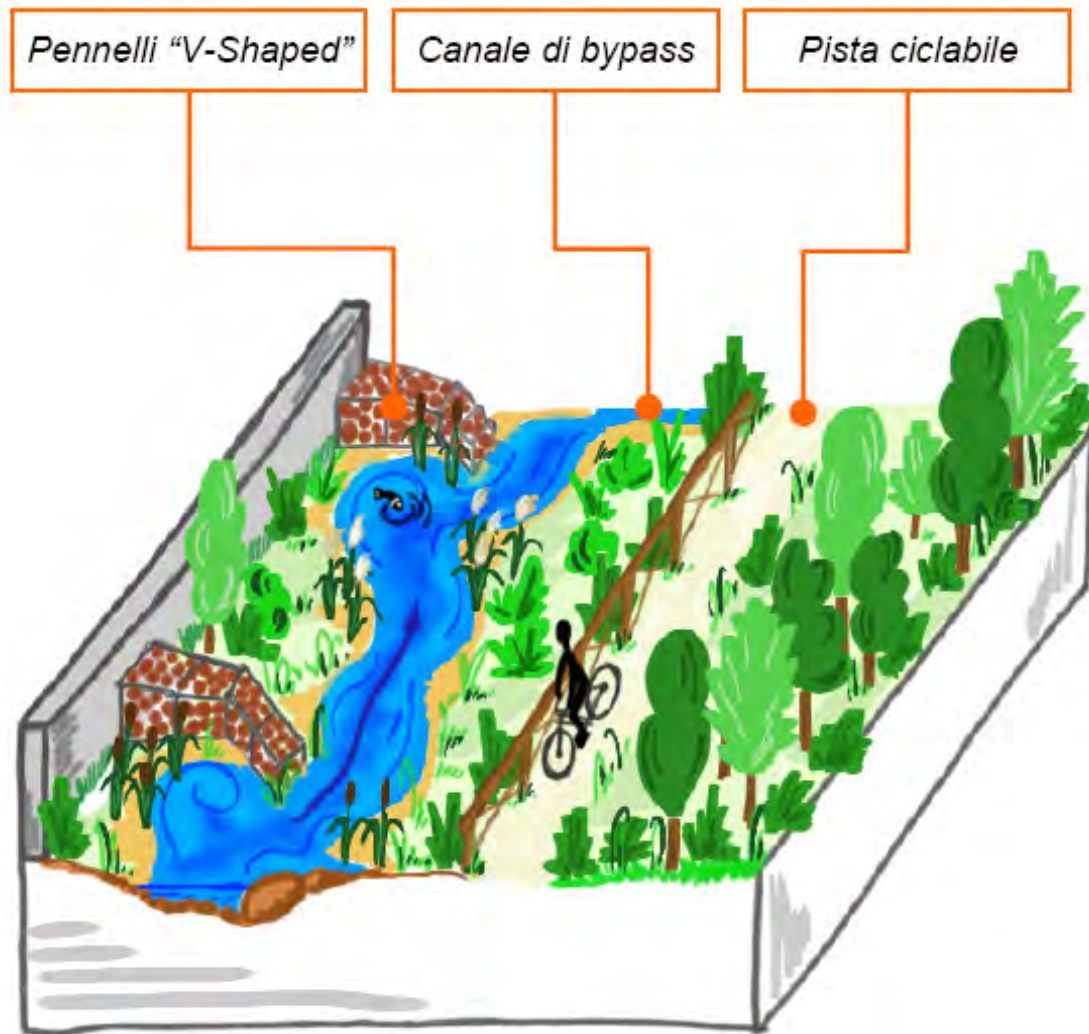


Figura 6.20 - Esempio di simulazione di intervento di bypass per le due briglie di Marano. L'intervento prevede il mantenimento del muro di difesa spondale che separa il fiume dalle coltivazioni e l'inserimento di pennelli *V-shaped* per diversificare i flussi. L'intero intervento è integrato con l'esistente pista ciclabile al fine di aumentare anche la fruizione e la valenza naturalistica del tratto.

Nella tabella di seguito vengono indicati alcuni valori di riferimento.

|                               |                                                                                                                                        |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Pendenza</b>               | Da 1% a 5% a seconda della tipologia fluviale                                                                                          |
| <b>Larghezza del canale</b>   | Il letto deve essere maggiore di 80 centimetri                                                                                         |
| <b>Profondità media</b>       | Maggiore di 20cm                                                                                                                       |
| <b>Velocità media</b>         | Da 0,4 a 0,6 m/s . Velocità massima 1,6 a 2 m/s                                                                                        |
| <b>substrato</b>              | Irregolare, continuo, connettività tra gli interstizi, se possibile usare materiali locali senza meccanismi di fissaggio               |
| <b>Forma del canale</b>       | Sinuoso, possibilmente meandrizzato, con pozze e raschi                                                                                |
| <b>Sezione trasversale</b>    | Variabile, se necessario proteggere le sponde usare l'ingegneria naturalistica, grandi massi e rampe in massi per i salti di pendenza. |
| <b>Portata di riferimento</b> | Maggiore di 0,1 m <sup>3</sup> /s.                                                                                                     |

Tabella 6.1 – Parametri di riferimento per la costruzione di un canale by-pass (DVWK, 2002).

La forma del canale dovrà essere compatibile con l'area a disposizione e con le caratteristiche di pendenza e geomorfologiche.

Un aspetto importante è l'immissione del canale che spesso deve seguire gli stessi principi usati per i passaggi per pesci più tecnici. In alcuni casi il canale deve effettuare una curva anche di 180° per assicurare che l'entrata a valle si trovi direttamente al di sotto della briglia o centralina (DVWK,2002).

A causa della lunghezza spesso considerevole l'immissione a monte dello sbarramento deve essere posta ad una notevole distanza.

Questo tipo di intervento qualora si rendesse necessario si può abbinare anche ad altra tipologia di passaggi per pesci ad es. per superare cipale.

La **pendenza** dovrebbe essere più ridotta possibile. Un valore guida di massima pendenza è meno di 1 metro ogni 20. Punti di pendenza superiori possono essere risolti con soglie di massi e creare una forma step-pool. Una sezione dove una maggiore pendenza può essere necessaria e la parte più a valle prima dell'immissione nel canale principale al fine di attrarre la corrente verso il fiume. Le altre sezioni possono seguire le pendenze naturali del terreno e in questo caso non ci sarà bisogno di alcuna opera di consolidamento.

La **profondità** critica dovrebbe basarsi sulla richiesta delle popolazioni naturali del tratto di fiume indagato delle loro capacità natatorie ma non dovrebbe essere meno di 20 cm. La larghezza della sezione, la profondità dell'acqua e la corrente dovrebbero essere più diversificate possibile. Importante anche utilizzare metodiche poco impattanti laddove si rende necessario costruire strutture di rinforzo. Quando il letto del canale non è sufficientemente resistente all'erosione sarà necessario rinforzare il fondo con materiale grossolano ricreando possibilmente condizioni diversificate ed in armonia con il tratto fluviale interessato.

Un altro aspetto da non trascurare è assicurare l'ombreggiamento almeno parziale del canale mediante vegetazione riparia adeguata per favorire il passaggio dei pesci che in questo caso possono trovare condizioni più favorevoli. Inoltre nello stesso tempo possiamo avvalerci anche delle altre preziose funzioni della vegetazione riparia quali il consolidamento delle sponde, rimozione degli inquinanti diffusi e miglioramento del paesaggio.

In particolare in fiumi come il Panaro, in cui c'è una forte fluttuazione delle portate e con rischio di piene, può esserci la necessità di costruzioni solide e di meccanismi di controllo del flusso. Queste strutture devono assicurare che il canale non rimanga senza acqua nemmeno nei

periodi di secca in aggiunta potrebbe risultare utile inserire dei meccanismi idonei a facilitare la cattura del pesce ai fini del monitoraggio. Il letto del canale dovrebbe essere sempre connesso direttamente con il canale principale.

#### **Maggiori vantaggi**

- Notevole valore estetico
- possono essere utilizzati anche da piccoli pesci e dai macroinvertebrati
- Creano nuovi habitat in particolare come biotopo secondario per le specie reofile.
- In genere richiedono minor sforzo di gestione.
- Non richiedono modifiche all'opera di sbarramento
- Permettono la migrazione in entrambi i sensi
- Permettono di evitare anche le lunghe pozze che si creano a monte dello sbarramento

#### **Svantaggi**

- E' necessaria avere a disposizione un'area ampia
- Una elevata lunghezza del canale
- La sensibilità alle fluttuazioni di portata che potrebbero richiedere un adeguato manufatto
- anche l'immissione a valle nel canale principale potrebbe richiedere un manufatto tecnico
- Potrebbero essere necessarie profonde escavazioni del terreno.

#### Alte indicazioni finalizzate alla gestione della fauna ittica

Le misure di ripopolamento devono essere attuate solo previa determinazione della capacità di produzione ittica e il più possibile facendo capo a materiale prodotto a partire da riproduttori prelevati dalle acque da ripopolare. Nelle acque ancora intatte, si deve promuovere una pesca sportiva senza ripopolamento ittico. Seppur vero che la semina di materiale ittico in acque di buona qualità ma insufficiente struttura delle popolazioni può comportare un sensibile aumento delle popolazioni ittiche, in molti casi non si ottengono gli effetti sperati. Il ripopolamento di trote fario, praticato ormai da decenni, non è bastato per arrestare la diminuzione delle popolazioni ittiche. Per fare in modo che il ripopolamento abbia effetti positivi sul patrimonio ittico, è essenziale considerare il concetto di "supportive breeding", ovvero il sostegno del patrimonio ittico attraverso tecniche di riproduzione e allevamento in cattività di una parte degli avannotti e successiva reimmissione nelle acque di origine. Questa tecnica richiede un numero sufficiente abbondante di esemplari adulti per ridurre al minimo i problemi di allevamento in consanguineità.

## CASO STUDIO: RIQUALIFICAZIONE DI UN CANALE

### Jeseniscica River (Slovenia)

#### Obiettivi

Ricreazione di processi idromorfologici: erosione delle rive, aumento della sinuosità, diversificazione dei deflussi, aumento della larghezza e della diversità morfologica del canale. Ricreazione di micro e mesohabitat (pozze, raschi, rapide barre etc.) con particolare riferimento alla fauna ittica.

#### Condizioni precedenti l'intervento

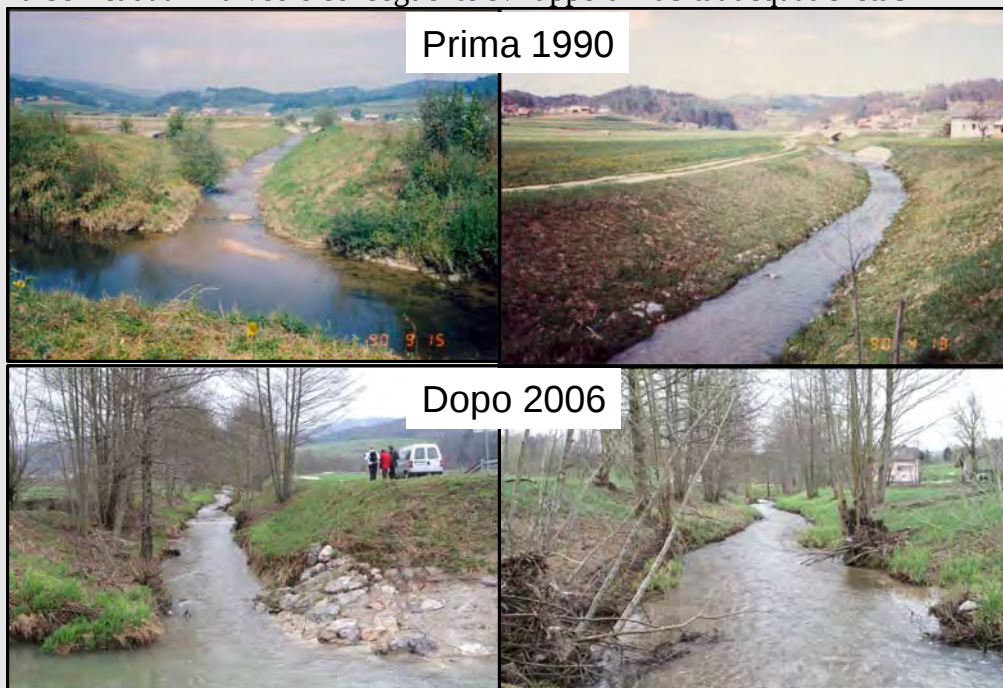
Canale rettificato, consolidamento delle rive, alterazione della sezione trasversale e del profilo longitudinale, incisione, letto fluviale parzialmente rinforzato, condizioni idrologiche omogenee, rimozione della vegetazione viva e morta in alveo.

#### Interventi effettuati

- Installazione di deflettori per permettere i processi di erosione e la conseguente sinuosità delle rive per 1,5 km.
- Modificazione della sezione: da strutture in cemento a strutture in legno fatte in modo da permettere la formazione di pozze a valle.
- Creazioni di nascondigli temporanei per la fauna ittica
- Piantumazione di vegetazione riparia

#### Valutazione dell'efficacia del progetto

Ci sono evidenze che si stanno sviluppando i processi idromorfologici semi-maturali voluti dal progetto di riqualificazione fluviale, sviluppo della vegetazione riparia, presenza di alberi caduti in alveo e conseguente sviluppo di habitat acquatici stabili



#### **6.4.4 Linee d'azione per migliorare la qualità dell'acqua riducendo i carichi e aumentando la capacità di autodepurazione del territorio (obiettivo 4).**

Il miglioramento della qualità dell'acqua del Fiume Panaro può essere realizzato mediante interventi che puntano ad ottenere anche un miglioramento ecologico delle aree perfluviali e del territorio che saranno compresi nel futuro Parco Fluviale del Fiume Panaro.

Si prospettano pertanto di seguito alcune linee d'azione basate sull'utilizzo di sistemi naturali per la depurazione delle acque, che potranno essere prese in considerazione dagli Enti preposti in fase di definizione degli interventi di miglioramento degli impianti e della rete fognaria esistenti.

D'altro canto, la stessa Variante al PTCP suggerisce l'adozione di misure aggiuntive per migliorare la qualità delle acque che comprendono alcune delle soluzioni naturali elencate di seguito (si veda l'Appendice "PROGRAMMI DI MISURE PER IL RAGGIUNGIMENTO DEGLI OBIETTIVI DI QUALITÀ AMBIENTALE DEI CORPI IDRICI DI CUI ALL'ARTICOLO 5 DEL DLGS 152/99")

Le linee d'azione ipotizzate sono:

- **Linee d'azione contro l'inquinamento puntuale da depuratori civili** (con riferimento ai depuratori di Spilamberto, Vignola e Savignano)
  - o *Miglioramento dell'efficacia depurativa degli impianti esistenti mediante fitodepurazione*
  - o *Miglioramento dell'efficacia depurativa degli impianti esistenti mediante Aree Filtro Forestali (AFF) in associazione alla fitodepurazione. Interventi per ridurre il carico degli scolmatori di piena e dei by-pass dei depuratori*
  - o *Riutilizzo agricolo delle acque depurate*
- **Linee d'azione contro l'inquinamento diffuso di origine agricola/zootecnica** (con riferimento alle aree che contribuiscono a creare inquinamento diffuso nelle aree perfluviali, nel primo caso, ed ai canali Diamante, San Pietro, ecc. nel secondo)
  - o *Fasce Tampone Boscate (FTB)*
  - o *Rinaturazione dei canali*
- **Linee d'azione contro l'inquinamento puntuale di origine industriale** (per quanto riguarda le attività che scaricano direttamente nel fiume Panaro)
  - o *Sistemi di fitodepurazione per migliorare le rese depurative e "tamponare" eventuali malfunzionamenti (di seguito si faccia riferimento alle stesse linee d'azione per i carichi civili)*

Tale elenco non è esaustivo di tutte le possibili linee d'azione adottabili, ma contiene solo quelle ritenute più significative ed in linea con la futura realizzazione del Parco Fluviale del Fiume Panaro.

#### 6.4.4.1 Linee d'azione contro l'inquinamento puntuale da depuratori civili

##### AFF1 - Miglioramento dell'efficacia depurativa degli impianti esistenti mediante fitodepurazione

L'applicazione di sistemi naturali costruiti (constructed wetlands) per il trattamento delle acque di scarico rappresenta ormai una scelta ampiamente diffusa nella maggior parte del mondo. Tali sistemi nel nostro paese sono comunemente chiamati di “fitodepurazione”.

Un sistema di **fitodepurazione** è in pratica un ecosistema umido artificiale, in cui le varie componenti (piante, animali, microrganismi, terreno, radiazioni solari) contribuiscono alla rimozione degli inquinanti presenti nelle acque di scarico.

Esistono diverse tecniche di fitodepurazione (a flusso sommerso orizzontale e verticale e a flusso libero) ciascuna con sue specificità: la progettazione di un impianto è complessa e non può essere improvvisata.

L'Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente e del Territorio (APAT) ha recentemente emanato delle *linee guida* che costituiscono il riferimento tecnico per la realizzazione di sistemi di fitodepurazione (<http://www.artecambiente.it/pdf/APAT.pdf>).

Gli impianti **SFS-h** (Sistemi a flusso sommerso orizzontale - Subsurface Flow System - horizontal) sono costituiti da una vasca impermeabilizzata riempita da un opportuno medium in cui vengono fatte crescere le piante, comunemente *Phragmites australis* Trin. ex Steudel (la cannuccia di palude).

Questi impianti devono il loro nome al percorso che compie l'acqua durante il trattamento (Fig. 6.21): infatti, questa viene immessa ad un'estremità della vasca, scorre lentamente seguendo un percorso grossomodo orizzontale per poi raggiungere l'estremità opposta della vasca e abbandonare il sistema.

Durante il periodo di permanenza nell'impianto **il refluo non raggiunge mai la superficie**, restando mediamente 10-15 centimetri al di sotto della stessa.

Il refluo entra in contatto con microambienti differenti per contenuto di ossigeno, zone anaerobiche, zone anossiche e zone aerobiche, in prossimità delle radici delle piante, andando incontro ai vari fenomeni depurativi.

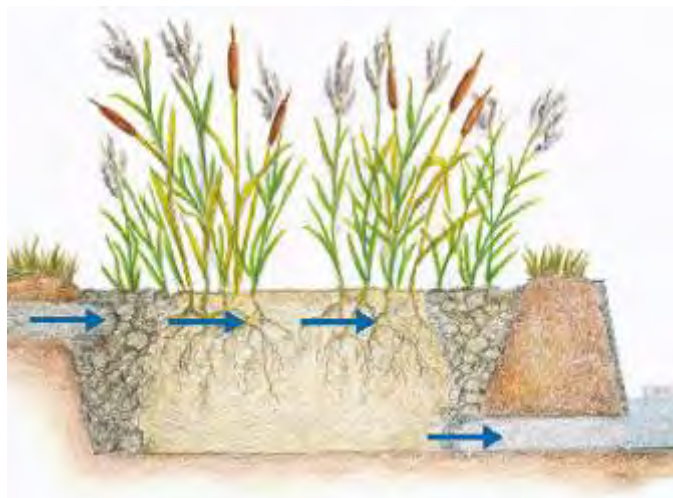


Figura 6.21 – Schema di un impianto SFS-h (Fonte: Iridra srl)

I sistemi **FWS** (Sistemi a flusso superficiale - Free Water System) consistono invece in vasche o canali, generalmente impermeabilizzati, dove **la superficie dell'acqua è esposta all'atmosfera** ed il suolo, costantemente sommerso, costituisce il supporto per le radici delle piante, siano esse sommerse o emergenti. In questi sistemi il flusso è orizzontale e il battente idraulico generalmente limitato a poche decine di centimetri. In questi sistemi i meccanismi di abbattimento riproducono esattamente tutti i fattori in gioco nel potere autodepurativo delle zone umide (Fig. 6.21).



Figura 6.21 - Zona umida a valle di un impianto di depurazione (Toscana)

Una combinazione classica di queste due tipologie di sistemi è quella per cui l'acqua inquinata, proveniente da uno scarico non ancora depurato o da un depuratore, viene fatta passare attraverso una serie di vasche del tipo SFS-h e/o SFS-v (a flusso verticale), combinate tra loro a seconda delle finalità che si vogliono ottenere, e raggiunge infine la zona ad acqua superficiale FWS, dove viene ulteriormente affinata prima di raggiungere il recettore finale dello scarico (si vedano le figure 6.22 e 6.23, relative all'impianto di affinamento di Jesi).

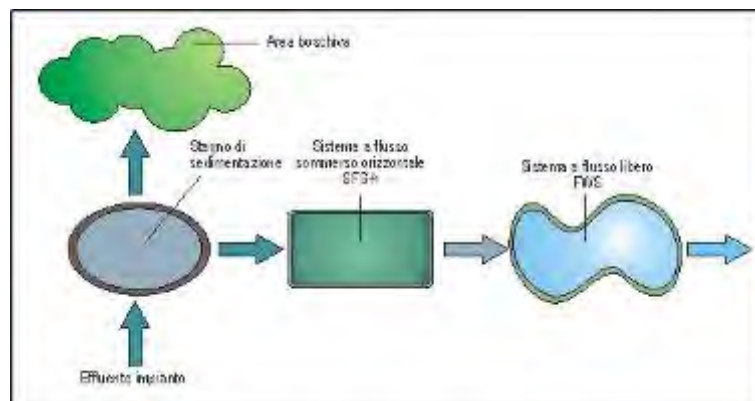


Figura 6.22 – Schema dell'impianto di affinamento di Jesi (Fonte: Irida srl)



Figura 6.23 – Impianto di post-trattamento di Jesi (Fonte: Irida srl)

La realizzazione di sistemi di fitodepurazione a valle degli impianti di depurazione convenzionali, permette di perseguire i seguenti obiettivi:

- affidabilità del trattamento depurativo, anche a fronte di considerevoli variazioni climatiche e del carico inquinante;
- riduzione dei macronutrienti azotati e fosfati;
- rimozione di sostanze pericolose quali ad esempio metalli pesanti e sostanze recalcitranti;
- livellamento degli eventi straordinari di inefficienze del trattamento depurativo esistente;
- minimizzazione degli impatti ambientali, sia per quanto riguarda il sistema di post-trattamento che gli scarichi emessi;
- realizzazione di un ecosistema umido con vantaggi a livello naturalistico, paesaggistico e didattico;
- possibilità di riuso delle acque trattate sia per utilizzo irriguo che industriale.

I sistemi di fitodepurazione sono applicabili in contesti diversi, per molte tipologie di scarichi (civili, industriali, agricoli, percolato di discariche, ecc.): sul territorio in esame le applicazioni più interessanti riguardano il post-trattamento dei depuratori civili e il trattamento degli scolmatori delle reti miste e delle acque di prima pioggia.

L'adozione di tale tecnologia è altamente raccomandabile in generale, ma particolarmente in un contesto territoriale che andrà a far parte del futuro Parco Fluviale del Fiume Panaro; occorrerà pertanto indagare la possibilità tecnica e amministrativa per l'applicazione di tali sistemi sia come post-trattamento dei depuratori di Vignola, Spilamberto e Savignano, sia degli scolmatori di piena di Spilamberto e Vignola individuati dalla "Variante al PTCP" più volte citata; in questo modo sarà possibile coniugare il miglioramento della qualità delle acque immesse nel Panaro con la creazione di una zona umida nelle aree perfluviali del futuro Parco.

## **AFF 2 - Miglioramento dell'efficacia depurativa degli impianti esistenti mediante Aree Filtro Forestali in associazione alla fitodepurazione**

A livello europeo le Fasce Tampone Boscate (FTB – si vedano i paragrafi seguenti) sono sempre state associate alla funzione depurativa nei confronti dell'inquinamento diffuso da nutrienti; sono ora diverse le esperienze, soprattutto in America, in cui le caratteristiche depurative delle fasce riparie sono state utilizzate per il post-trattamento dei reflui di origine civile, frapponendo tra il corpo idrico recettore e lo scarico dei depuratori urbani, boschi planiziali allagati (Aree Filtro Forestali – AFF).

Si apre così la strada alla realizzazione di sistemi integrati di depurazione naturale *fitodepurazione+AFF* con enormi possibilità per la riqualificazione ambientale dell'agroecosistema e degli ambiti fluviali.

Il funzionamento a grandi linee del sistema integrato di depurazione naturale è il seguente (Fig. 6.24): i reflui del depuratore cittadino vengono trattati dapprima in un sistema di fitodepurazione, così da abbattere principalmente gli inquinanti microbiologici (evitando il ricorso alla clorazione) ma anche garantendo un'ulteriore affinamento del BOD, COD e Solidi Sospesi.

L'acqua giunge poi all'area boscata e viene immessa in un sistema di scoline appositamente costruite sui terreni agricoli, che permettono lo scorrimento sub-superficiale del refluo nel suolo al di sotto dell'area boscata; l'acqua viene poi raccolta da un secondo sistema di scoline, che la immette nel corpo idrico recettore finale. Tale schema di base viene ripetuto su tutta l'area boscata, che si configura come un sistema "a pettine": vi sono cioè scoline di immissione del refluo ed altre che raccolgono l'acqua depurata e la portano verso il corpo idrico ricettore finale.

A seconda della morfologia del terreno, delle finalità accessorie dell'area boscata (costruzione di habitat, miglioramento paesaggistico e morfologico, fruizione, etc.), si potrà prevedere una struttura maggiormente artificiale (scoline di immissione/raccolta del refluo; gestione meccanizzata della vegetazione) o più improntata alla naturalità, o l'alternarsi di tali differenti zone.

Uno dei vantaggi di un tale sistema è la possibilità di non espropriare il terreno necessario all'area boscata, in quanto l'area boscata può essere strutturata come un vero e proprio impianto per la produzione di biomassa legnosa, da utilizzarsi per alimentare appositi impianti termici che forniscono reddito al proprietario che mette a disposizione i terreni.

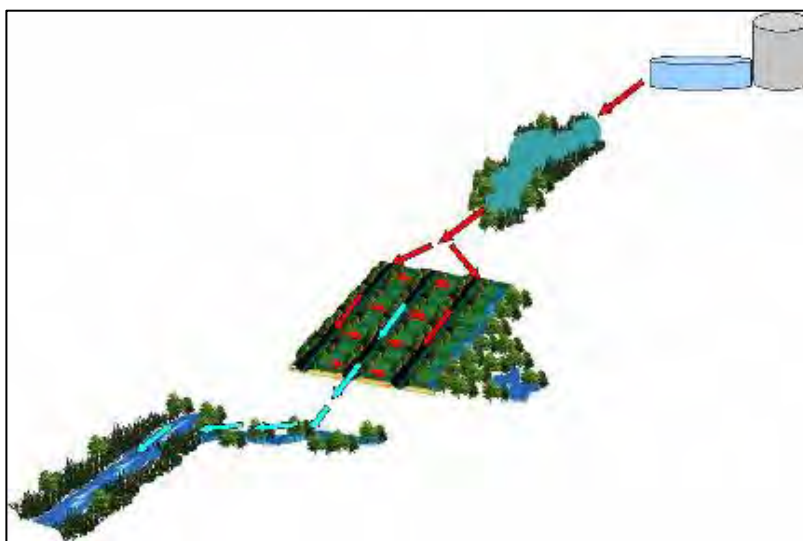


Figura 6.24 - Area Filtro Forestale accoppiata ad un sistema di fitodepurazione per l'affinamento dei reflui dei depuratori urbani (Fonte: Paulownia Italia Srl).

### **Interventi per ridurre il carico degli scolmatori di piena e dei by-pass dei depuratori**

gli impianti di fitodepurazione possono essere utilizzati anche per depurare le acque provenienti dagli scolmatori di piena e dai by-pass dei depuratori. Questi sistemi possono essere inseriti in aree periferiche e industriali contribuendo a riqualificare il paesaggio e migliorando la biodiversità.

Per gli schemi costruttivi si può far riferimento a quanto già presentato in relazione alla fitodepurazione applicata agli scarichi dei depuratori civili.

Nella figura 6.25 si presenta uno schema costruttivo realizzato *ad hoc* per trattare i reflui degli scolmatori di piena, che funziona sia come impianto a flusso orizzontale, durante i primi momenti di funzionamento, che a flusso verticale, sfruttando perciò le peculiarità di entrambi le tipologie costruttive, in modo da riuscire a trattare gli alti carichi in ingresso a tali impianti.

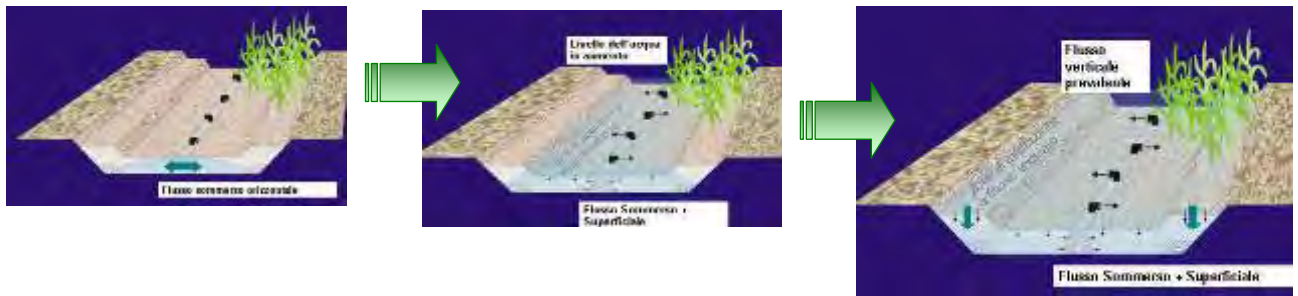


Figura 6.25 - Funzionamento di un sistema di fitodepurazione applicato agli scolmatori di piena (Fonte: Iridra s.r.l.).

Anche in questo caso, l'adozione di un sistema naturale piuttosto che la realizzazione di una semplice vasca di accumulo in cemento per contenere le acqua di prima pioggia, apporta notevoli vantaggi ambientali e paesaggistici; si veda d esempio un impianto realizzato in Toscana (Fig. 6.26) ed un altro in Germania, molto prossimo alle abitazioni e particolarmente apprezzato come polmone di biodiversità dai cittadini.



Figura 6.26 – A sinistra: impianto per il trattamento delle acque di prima pioggia in Toscana. A destra: impianto a flusso sommerso per il trattamento di scolmatori di reti miste (Germania)

### **Riutilizzo agricolo delle acque depurate**

I sistemi di fitodepurazione sono altamente consigliati come sistemi di post-trattamento dei depuratori civili che andranno adibiti al riuso delle acque, in quanto permettono una disinfezione naturale molto spinta delle acque. Valgono inoltre le considerazioni tecniche, naturalistiche e paesaggistiche già citate per gli impianti di fitodepurazione utilizzati come affinamento dei reflui provenienti dai depuratori cittadini.

#### **6.4.4.2 - Linee d'azione contro l'inquinamento diffuso di origine agricola/zootecnica**

##### **Fasce Tampone Boscate (FTB)**

Le Fasce Tampone (FT) sono fasce di vegetazione erbacea, arborea ed arbustiva, generalmente, ma non necessariamente, poste lungo i corsi d'acqua del reticolo idrografico minore, in grado di agire come “filtri” per la riduzione di inquinanti che le attraversano, grazie a diversi processi:

- Assimilazione, trasformazione e immagazzinamento dei nutrienti presenti nel terreno;
- Ritenzione del sedimento e degli inquinanti ad esso adsorbiti;
- Azione di sostegno all'attività metabolica dei microrganismi presenti nel suolo

In generale le FTB sono in grado di svolgere la loro azione filtro su diverse tipologie di inquinanti:

**Azoto.** Sono efficaci nel ridurre i carichi di azoto nelle acque, ed in particolare in quelle presenti nella falda superficiale ipodermica.

La funzione svolta dalle fasce tampone nei confronti dell'azoto è duplice:

- ✓ una certa quantità di azoto viene assorbito attraverso gli apparati radicali e immagazzinato nella biomassa della pianta
- ✓ gli apparati radicali delle piante sostengono la comunità dei batteri denitrificanti

**Fosforo.** La riduzione del fosforo nelle acque è legata alla capacità delle fasce tampone di trattenere i solidi sospesi, su cui “viaggiano”, adsorbiti, i sali di fosforo.

**Trasporto solido.** Il trasporto solido è un importante fattore di impatto, in particolare su alcuni corsi d'acqua come quelli di risorgiva, caratterizzati da acque molto limpide. La capacità delle fasce tampone di ridurre l'erosione del suolo e di conseguenza il trasporto solido è stata verificata in diversi casi. Le esperienze e gli studi realizzati hanno però messo in luce che, per garantire un'efficacia in questo senso, sono necessarie particolari attenzioni nella progettazione e nella gestione.

**Pesticidi.** Contribuiscono ad aumentare il tempo di permanenza delle acque prima che queste raggiungano il corpo idrico, favorendo così il processo dei composti di sintesi, in particolare quelli fosfo-organici che si decompongono piuttosto rapidamente.

**Come funzionano.** Gran parte delle ricerche sui meccanismi di funzionamento delle fasce tampone hanno riguardato i due elementi più caratteristici dell'inquinamento diffuso: azoto e fosforo, dei quali si dà conto nei paragrafi che seguono.

Per quanto riguarda invece i solidi sospesi, i meccanismi di rimozione, sono relativamente semplici e ben conosciuti da tempo, si tratta sostanzialmente di meccanismi di filtrazione, adsorbimento e formazione di suolo.

Ovviamente molte variabili possono influenzare la capacità di rimozione di composti complessi quali gli antiparassitari e gli erbicidi, che di conseguenza mostrano rendimenti di rimozione molto diversi a seconda delle condizioni e dei composti considerati.

Schemi costruttivi. Le fasce tampone “classiche” sono fasce lineari poste al margine dei coltivi. Possono avere ampiezza molto variabile: da fasce erbacee o arbustive-arboree monofilare di 1-3 metri di ampiezza al fasce plurifilare, ai sistemi proposti da Lowrance et al (1995), strutturati in tre “sottofasce”: Fascia (1) zona adiacente al corso d’acqua formata da vegetazione naturale, (2) zona di vegetazione arborea a crescita controllata e (3) zona di vegetazione erbacea.

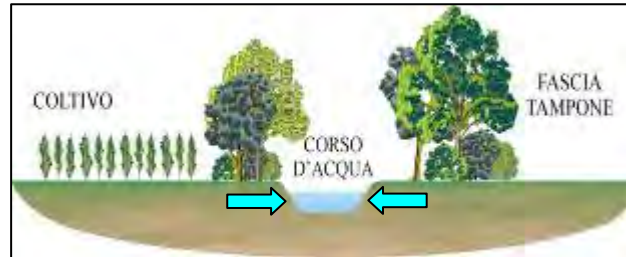


Figura 6.27 – FTB per il trattamento degli inquinanti veicolati tramite flusso sub-superficiale.

Perchè l’area tampone possa svolgere la funzione depurativa essa deve essere in grado di intercettare gli inquinanti: occorre quindi che sia attraversata da un flusso superficiale o sub-superficiale di acqua inquinata; l’azione di rimozione dell’azoto per assimilazione e denitrificazione avviene a livello della rizosfera, in uno strato attivo che interessa i primi metri al di sotto della superficie. La funzionalità del sistema dipende da diversi fattori: giocano un ruolo essenziale la permeabilità del suolo, la profondità della falda superficiale (e la relativa saturazione del suolo), il contenuto di carbonio, oltre che, ovviamente, la disponibilità di concentrazioni elevate di azoto nelle acque.

Per quanto riguarda i deflussi superficiali (da runoff) si è detto che la capacità di rimozione dipende dalla possibilità di intercettare i deflussi, evitando che si formino “canali preferenziali”. Per aumentare l’efficacia è possibile prevedere una struttura “composita” costituita da una fascia erbacea e da una siepe arboreo-arbustiva mono o bifilare.

Per migliorare l’effetto di rimozione degli inquinanti trasportati per via superficiale tramite runoff (su cui le fasce tampone sono scarsamente efficaci, in particolare per gli eventi meteorici intensi), è possibile prevedere una struttura più complessa, che preveda una sorta di canale di carico che corre tra il campo coltivato e la fascia tampone. Si costituisce così di fatto un sistema integrato di fitodepurazione-fascia tampone: il canale di carico (che viene rapidamente colonizzato da vegetazione acquatica) svolge la funzione di sedimentazione e fitodepurazione; l’acqua immagazzinata nel canale di carico filtra poi lentamente attraverso la fascia tampone per raggiungere il corpo idrico.

Tali sistemi possono quindi risultare utili non solo per trattare la frazione di sostanze azotate che giunge al corpo idrico per via superficiale, ma anche per il controllo dei composti del fosforo che si muovono appunto tramite runoff. Nelle immagini delle figure 6.27, 6.28, 6.29 sono mostrate a titolo di esempio diverse FT per il trattamento dei carichi agricoli.

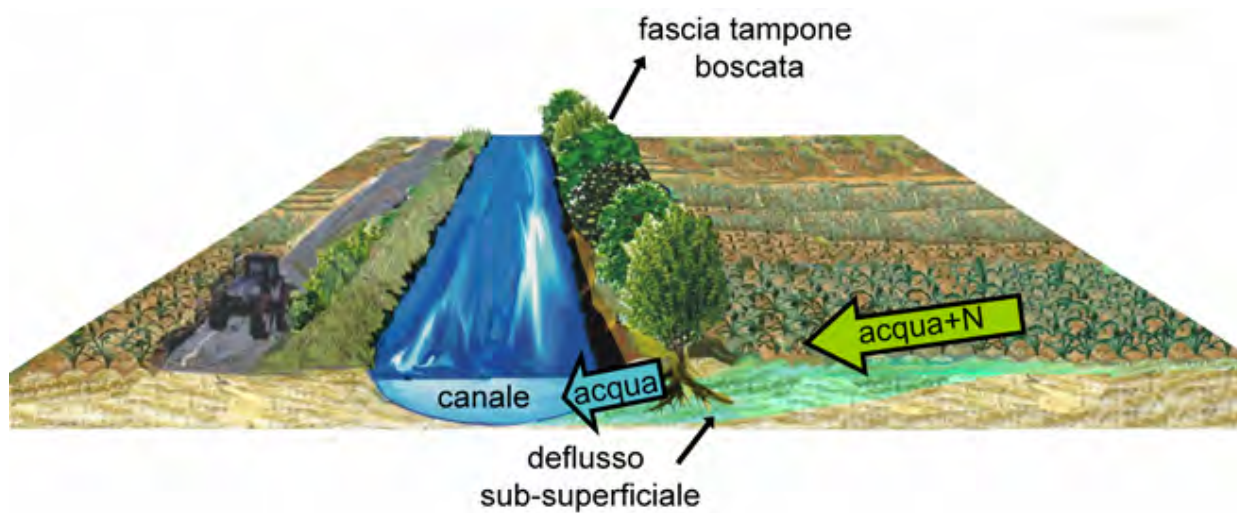
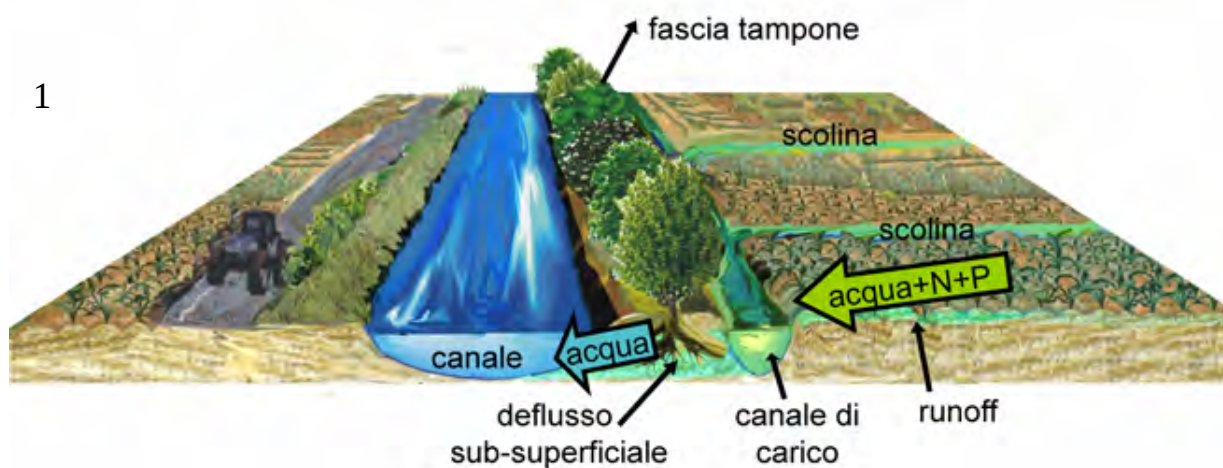


Fig. 6.28 - schema progettuale di una FT per il trattamento dei carichi di N veicolati tramite deflusso sub-superficiale (Fonte: G.Conte, M.Monaci, B.Boz, D.Lenzi).

1



2

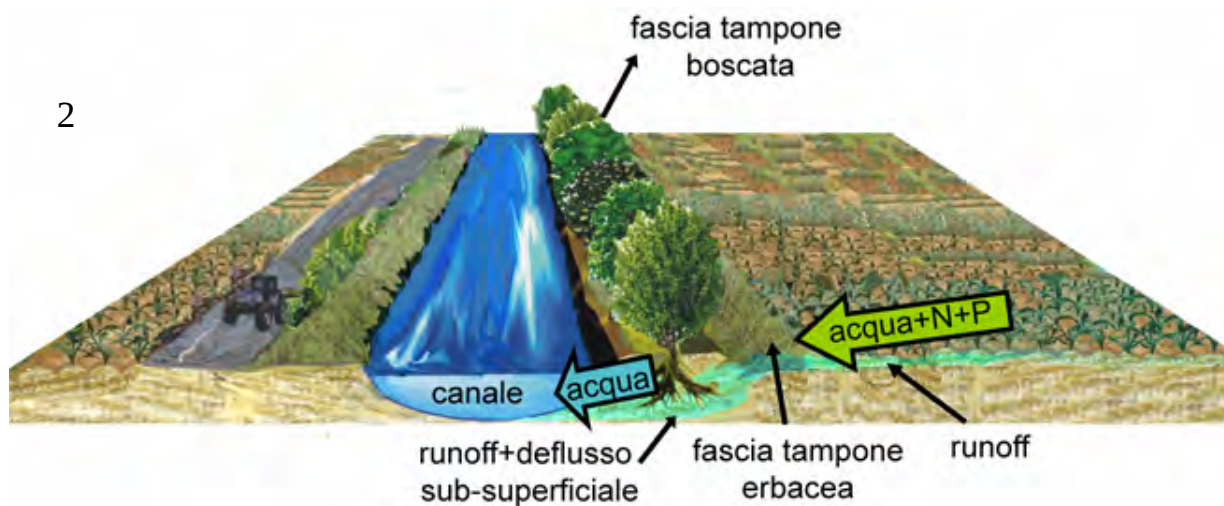


Fig. 6.29 - schema progettuale con canale di carico (1) e con fascia erbacea (2) di una FT per il trattamento dei carichi di N e P veicolati tramite runoff (Fonte: G.Conte, M.Monaci, B.Boz, D.Lenzi).

Occorre però ricordare che, a tutt'oggi, non sono disponibili esperienze relative a fasce tampone così strutturate, per cui non è possibile fare previsioni quantitative sul miglioramento dell'efficacia di rimozione. Inoltre, bisogna tenere conto che un sistema di fascia tampone di questo tipo richiede un impegno maggiore, sia in termini di territorio occupato, che di lavoro necessario per la sistemazione del suolo. Risulta quindi una soluzione difficilmente praticabile su aree private, in mancanza di adeguati incentivi.

### ***Rinaturazione dei canali***

La presente linea d'azione è consigliata per riqualificare quei canali che veicolano notevoli quantità di inquinanti all'interno di alvei fortemente artificializzanti e per questo privi di capacità autodepurativa; le azioni consigliate possono inoltre trovare applicazione nell'ambito di territori che entreranno a far parte di aree protette, come ad esempio proprio le aree che entreranno a far parte del futuro Parco Fluviale del Fiume Panaro.

#### Diversificazione del tracciato

Per corsi d'acqua artificializzati e con scarso dinamismo geomorfologico (canali, corsi d'acqua con ridotte pendenze) è possibile intervenire per accelerare il recupero di un tracciato più naturale (creazione di meandri, isole, sinuosità..) e quindi della capacità autodepurativa e del funzionamento dell'ecosistema.

Nelle Figure 6.29 e 6.30 si presenta un intervento di rimozione parziale di una sponda in calcestruzzo al fine di allargare la sezione del canale e creare di fatto un nuovo corso d'acqua dal funzionamento pressoché naturale.



Figura 6.29 – Riqualificazione di un canale rivestito in calcestruzzo - Fonte: Consorzio di bonifica Dese Sile (Mestre – VE).

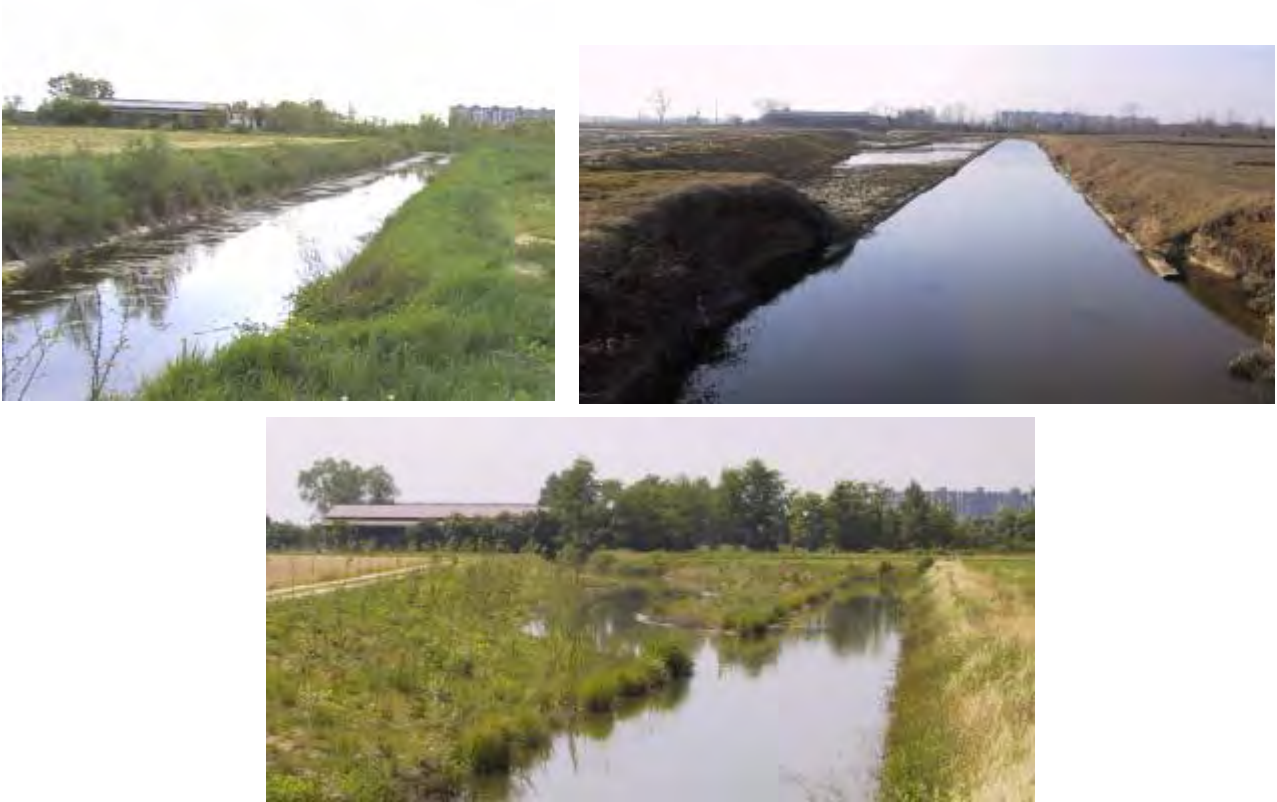


Figura 6.30 – Riqualificazione di un canale rivestito in calcestruzzo - Fonte: Consorzio di bonifica Dese Sile (Mestre – VE).

### Creazione di wetland in alveo

Le zone umide in alveo (Fig. 6.31) sono un sistema di fitodepurazione interposto lungo il corso d'acqua per intercettare e trattarne l'intera portata e quindi hanno senso solo per corsi d'acqua di piccole dimensioni. Di norma sono costituite da un dissipatore di energia iniziale, seguito da una zona profonda ad acqua libera (per favorire la sedimentazione) e da un sistema a macrofite, che occupa la maggior parte della superficie disponibile (Fig. 6.31 ).

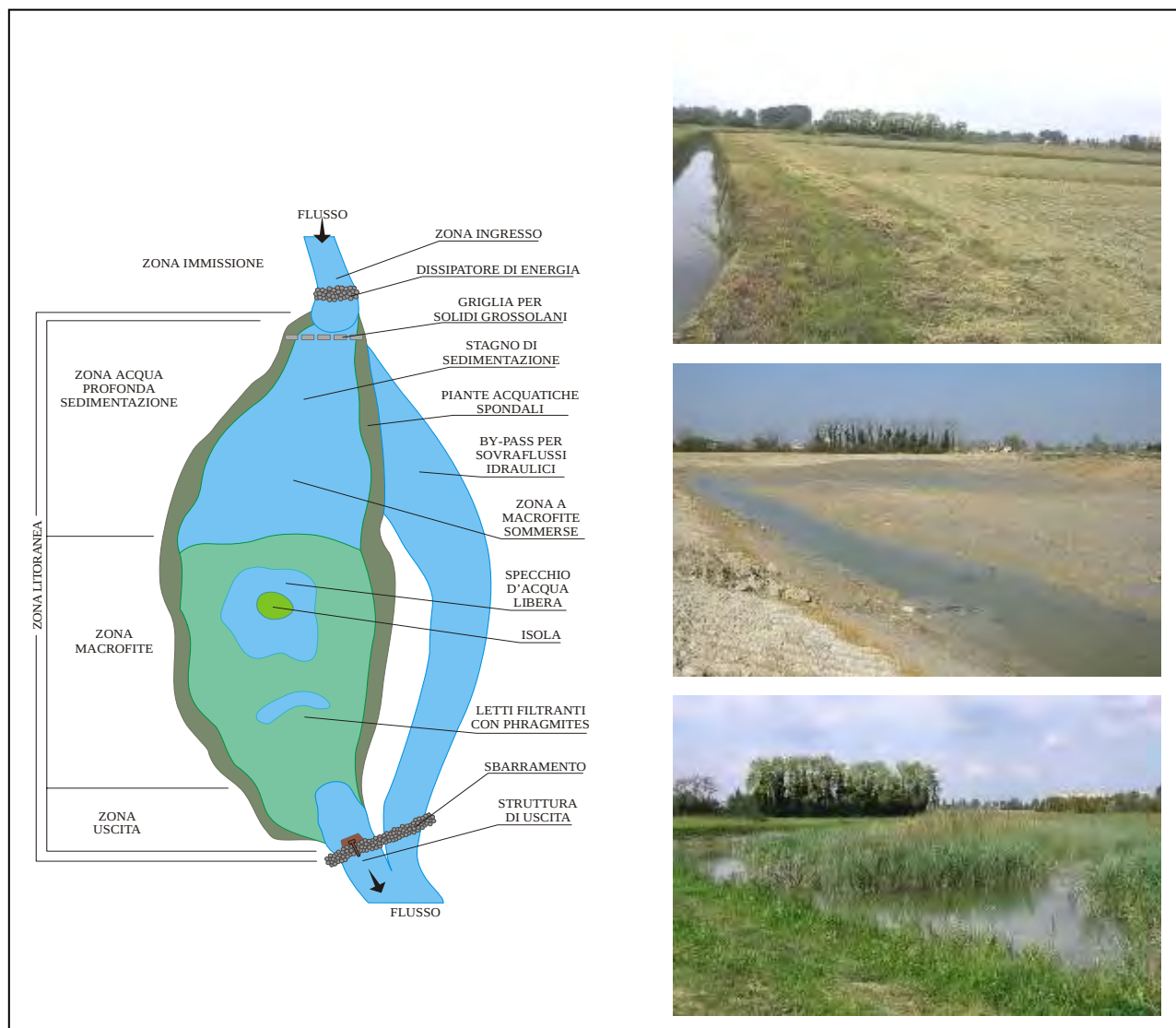


Figura 6.31 - Schema di una wetland in alveo (Fonte Iridra srl) e intervento realizzato su un canale del Consorzio di bonifica Dese Sile (Mestre – VE).

### Creazione di wetland fuori alveo

Le zone umide fuori alveo (Fig. 6.32) possono essere realizzate sia per trattare solo una quota della portata ordinaria (e quindi ancora sono applicabili solo per corsi d'acqua di piccole dimensioni) sia per trattare le sole portate di piena: in quest'ultimo caso la loro realizzazione è finalizzata, in genere, alla laminazione e solo secondariamente hanno funzione depurativa.

La struttura della zona umida è sostanzialmente analoga a quella “in alveo”, ma differisce per il sistema di “alimentazione”. Questo può essere un vero e proprio canale derivatore (preferibilmente seminaturale, da realizzarsi con tecniche d'ingegneria naturalistica), che permette di alimentare la zona umida con una frazione della portata complessiva del corso d'acqua. In questo caso la zona umida è alimentata costantemente e l'efficienza di rimozione degli inquinanti è massima (sempre in funzione del tempo di ritenzione).

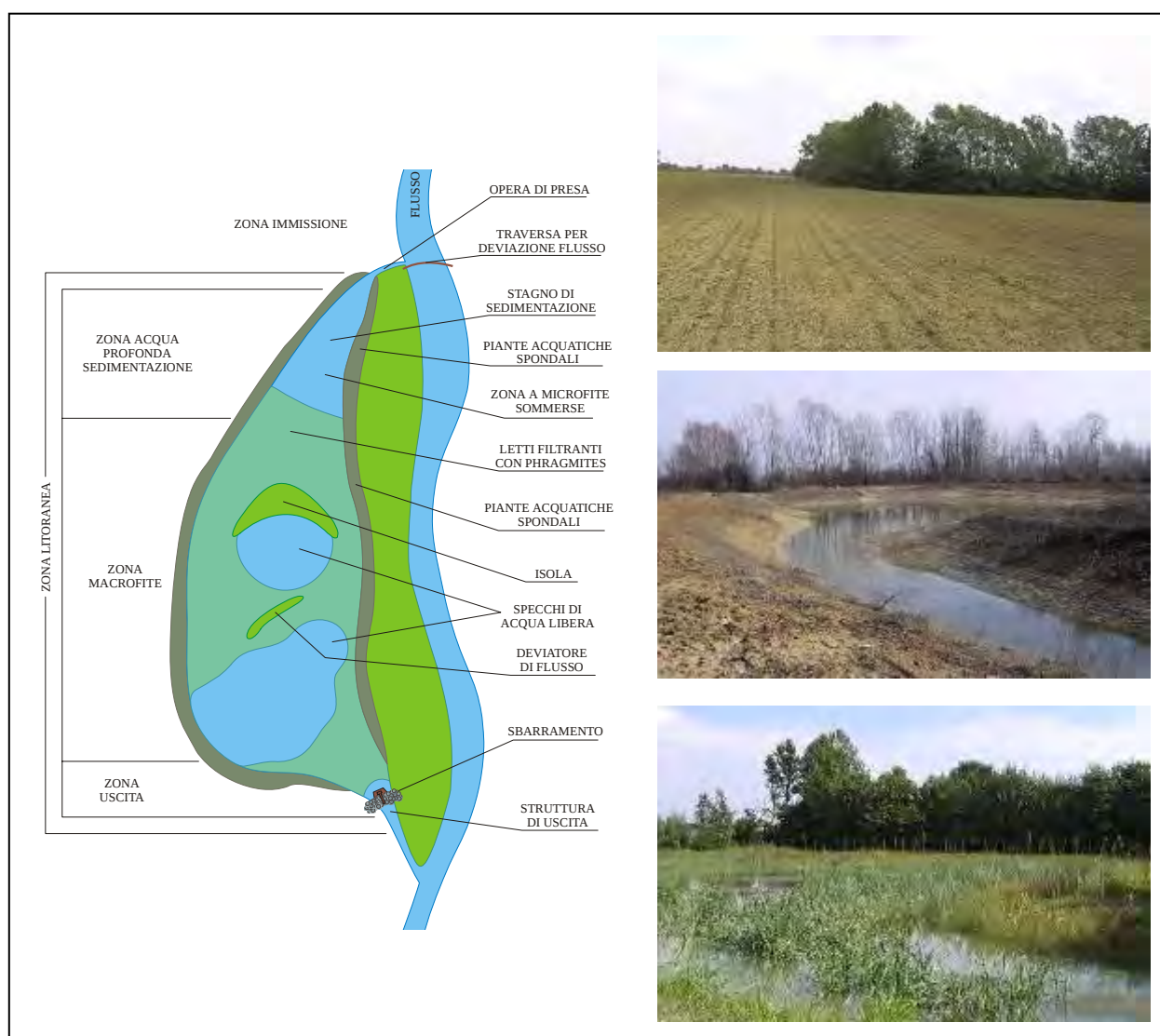


Figura 6.32 - Schema di una wetland fuori alveo (Fonte Iridra srl) e intervento realizzato nel Consorzio di bonifica Dese Sile (Mestre – VE).

#### 6.4.5 Appendice – programmi di misure per il raggiungimento degli obiettivi di qualità ambientale dei corpi idrici di cui all'articolo 5 del dlgs 152/99 – Variante al PTCP della Provincia di Modena in attuazione del PTA (obiettivo 4).

Si evidenziano in grassetto di seguito le azioni congruenti con le linee d'azione suggerite nel presente documento.

Al fine di raggiungere gli obiettivi qualitativi previsti dal Decreto Legislativo 152/99 e ss.mm. per i corsi d'acqua significativi e di interesse sono state individuate una serie di misure individuate a livello "regionale", finalizzate al miglioramento delle acque, da applicare agli orizzonti temporali del 2008 e 2016 sulle modellazioni effettuate rappresentative dello stato attuale.

Le misure riportate sono indicate come *obbligatorie* se sono contenute all'interno di specifiche normative o programmi, mentre sono segnalate come *aggiuntive* quelle ulteriori individuate per il raggiungimento degli obiettivi di qualità.

In particolare si è fatto riferimento ai seguenti punti:

1) Il rispetto dei DMV (*azione obbligatoria*).

2) Azioni di risparmio e razionalizzazione della risorsa nei comparti civile, agricolo e industriale.

3) Il collettamento ai depuratori con trattamenti secondari di tutti gli agglomerati con oltre 2.000 A.E. nello scenario al 2008 (*azione obbligatoria*) e per gli agglomerati da 2.000 a 200 A.E.; la Regione ha definito l'obbligo di trattamenti opportuni, che equivalgono a un trattamento secondario, (*azione obbligatoria*) in conformità alle date previste dal D.Lgs.152/99.

4) La realizzazione su tutti i depuratori di potenzialità oltre 10.000 A.E. di trattamenti spinti per la rimozione del fosforo entro il 2008 (*azione obbligatoria*); i trattamenti spinti per la rimozione dell'azoto sono stati considerati una *misura aggiuntiva*. L'applicazione di tale misura è stata valutata attraverso la modellazione al 2008 per gli impianti di potenzialità superiore a 100.000 A.E. e al 2016 fino alla soglia dei 20.000 A.E. (si evidenzia che al di sopra di tale limite quasi la metà degli impianti sono già provvisti, allo stato attuale, della denitrificazione, anche se in taluni casi il relativo funzionamento è problematico). La necessità del contenimento dei carichi di azoto deriva in parte dalle problematiche a mare, ma soprattutto dalle necessità legate al conseguimento dello stato ecologico richiesto sulle aste fluviali.

5) La disinfezione e la denitrificazione sui depuratori oltre i 10.000 A.E., al 2008, se influenzano significativamente corpi idrici con prelievi idropotabili (*azione obbligatoria*).

6) La predisposizione di vasche di prima pioggia o di altri accorgimenti (possibilità di invasare volumi maggiori in fognatura, aumentare la frequenza dei lavaggi delle strade, etc.) per i centri abitati con oltre 20.000 residenti serviti che scaricano direttamente o in prossimità dei corpi idrici superficiali significativi o di interesse, in una misura non inferiore alla raccolta del 25% degli apporti al 2008, da elevare al 50% al 2016 e ivi al 25% per quelli tra 10.000 e 20.000 residenti. I valori percentuali sopra indicati verranno verificati ed eventualmente modificati da una successiva direttiva regionale.

7) Il contenimento degli apporti ai suoli di concimazioni chimiche e di effluenti zootecnici, secondo i disciplinari di buona pratica agricola, in considerevole parte già attuati, in relazione alle simulazioni condotte con CRITERIA, ma meno apprezzabili in termini di effetti sulla media 1991-2001 che qui si è considerata come "stato attuale" (*azione obbligatoria* in quanto già prevista nei Programmi d'azione per le zone vulnerabili).

8) Valutazione di nuovi carichi connessi agli effluenti zootecnici, in relazione all'aggiornamento delle aree vulnerabili da nitrati, facendo riferimento ai limiti unitari del D.C.R. 570/97 (*azione obbligatoria* in quanto già prevista nei Programmi d'azione per le zone vulnerabili).

9) Un progressivo riuso delle acque reflue a fini irrigui, relativamente ai depuratori individuati, in misura pari al 50% della potenzialità al 2016, nonché il cambio del ricettore al fine di allungare i percorsi e favorire il riuso irriguo, la biodegradazione, la sedimentazione, etc., per quelli individuati a tale fine nell'attività di cui sopra (*azione obbligatoria*).

10) Per le aziende industriali che ricadono nell'ambito di applicazione della normativa IPPC, si sono valutate plausibili riduzioni degli apporti inquinanti, in relazione all'utilizzo delle migliori tecniche disponibili all'orizzonte del 2008, considerando per i relativi scarichi industriali in termini di azoto e fosforo, l'assunzione al 2008 di concentrazioni medie inferiori a quelle dei limiti di Tabella 3 – Allegato 5 al D.Lgs. 152/99.

11) Azioni puntuali finalizzate alla rinaturalizzazione di alcuni tratti fluviali definiti dalle Autorità di Bacino competenti, per ripristinare processi di adeguata autodepurazione e apporto alle falde (*azione opportuna*).

Il Piano prevede anche la possibilità, dove risulta utile, tra le *misure aggiuntive*, di interventi di fitodepurazione da valutare a livello locale e quindi non considerati per la modellistica.

In sede di “*Variante al PTCP in attuazione del PTA*”, le azioni sopraelencate sono state recepite ed integrate da ulteriori azioni da mettere in campo individuate a livello Provinciale dove con le sole azioni regionali non si sarebbero raggiunti gli obiettivi stabiliti dalla normativa.

Di seguito vengono elencate le misure aggiuntive per la tutela della risorsa idrica, inserite più estesamente nel “*Documento Preliminare*”, valutate e proposte dalla Provincia di Modena e da intraprendere in territorio modenese. Per alcune delle misure sotto elencate, si individua il duplice beneficio quali-quantitativo sulla risorsa.

In sintesi vengono promosse ulteriori azioni per i sistemi di trattamento delle acque reflue urbane, per una diffusione del sistema di fitodepurazione sia a grande estensione, sia come trattamento finale per gli scarichi di case sparse, per il contenimento del carico proveniente da ulteriori scolmatori, misure per la promozione del riuso di acque reflue depurate a scopo irriguo, azioni per l'adeguamento degli scarichi di acque reflue industriali situati in zona di protezione delle acque.

Le azioni integrative individuate sono:

–realizzazione del sistema di trattamento terziario per l'abbattimento dell'azoto anche per gli impianti con potenzialità compresa tra 5.000 e 20.000 AE attualmente sprovvisti, da attuarsi entro il 31/12/08;

–realizzazione di un impianto di fitodepurazione a grande estensione areale con finalità di finissaggio delle acque del Canale Naviglio, in località Prati di San Clemente;

–anticipazione dal 31/12/16 al 31/12/08 della tempistica di adeguamento per la realizzazione del sistema di trattamento terziario per l'abbattimento dell'azoto, relativamente agli impianti con potenzialità compresa tra 20.000 e 100.000 AE;

–realizzazione di sistemi di gestione delle acque di prima pioggia per scolmatori a forte impatto che scaricano in altri corpi idrici non indicati come significativi e di interesse: la presente misura aggiuntiva porta ad un incremento del 30% sull'abbattimento del carico organico rispetto all'applicazione della sola misura obbligatoria;

–aumento della potenzialità di trattamento a 1.000 l/s della linea di filtrazione e disinfezione del depuratore di Modena: tale misura ha il duplice obiettivo di migliorare la qualità del Canale Naviglio, attraverso la filtrazione, durante tutto l'arco dell'anno e, nel periodo estivo, di garantire con la disinfezione un utilizzo ottimale delle acque depurate a scopo irriguo, sia attraverso il Cavo Argine, sia favorendo i prelievi autonomi e consortili dal Naviglio stesso, riducendo i quantitativi di acque di scarico veicolati in Panaro;

–inserimento dell'impianto di depurazione di Savignano sul Panaro nell'elenco degli impianti prioritari, individuati nella Relazione Generale del PTA, per il riutilizzo a scopi irrigui delle acque depurate;

–indicazione di sistemi di trattamento meno impattanti per le case sparse che scaricano su suolo e in corpo idrico superficiale nelle zone di protezione delle aree di salvaguardia;

–prescrizioni per gli scarichi di maggiore entità di acque reflue industriali in acqua superficiale nei settori di ricarica delle zone di protezione. In particolare relativamente al parametro Azoto per aziende con volumi scaricati superiori 10.000 mc/a, a partire dal 31/12/08 si propone nei settori di ricarica A e C, il limite di 10 mgN<sub>tot</sub>/l; nel settore B il limite di 15 mgN<sub>tot</sub>/l sempre per relativamente a volumi scaricati superiori a 10.000 mc/a. Per tutte le attività che scaricano acque reflue industriali nelle porzioni di bacino imbrifero immediatamente a monte della presa d'acqua superficiale per l'approvvigionamento idropotabile (per un'estensione di 10 kmq) si prevede un limite per l'azoto ammoniacale pari a 5mg/l;

–applicazione di trattamenti più spinti di quelli previsti dalla disciplina degli scarichi e/o di sistemi di disinfezione per gli scarichi di acque reflue urbane, interni alle aree di alimentazione delle sorgenti e nei bacini a monte delle prese d'acqua superficiale per l'approvvigionamento idropotabile, da valutare caso per caso.

#### 6.4.6 Riqualficazione degli habitat in alveo (obiettivo 5).

Con l'ampliamento degli alvei e la riprofilatura delle rive vengono a crearsi zone a diversa profondità e velocità di scorrimento dell'acqua, fattori importanti per la salvaguardia dei diversi stadi di sviluppo dei pesci e per il miglioramento della loro riproduzione naturale. Occorre inoltre garantire habitat naturali adeguati per i pesci più grandi, che vivono a profondità più elevate.

La condizione per la sopravvivenza di una comunità ittica, attesa per quella tipologia fluviale, è che in un tratto lungo poche centinaia di metri si trovino tutti gli habitat necessari, come normalmente avviene nei corsi d'acqua naturali grazie ad esempio alla sinuosità laterale e verticale (CIRF, 2006). I riffle e i run hanno caratteristiche idraulico-morfologiche (acque veloci e ossigenate, substrato grossolano, ricco di interstizi) particolarmente idonee alla colonizzazione da parte dei macroinvertebrati bentonici, e sono pertanto aree preferenziali per l'attività alimentare di molte specie ittiche, della cui dieta i macroinvertebrati sono componente fondamentale. Essi rivestono, inoltre, una notevole importanza per l'attività riproduttiva di numerose specie ittiche le cui uova vengono deposte in substrati ghiaiosi (ad es.: Ciprinidi a riproduzione litofila) e necessitano di un buon ricambio d'acqua (Sansoni, 2003). Il valore biologico "assoluto" di un riffle o di un run dipenderà dalle sue caratteristiche: un tratto di riffle con substrato ciottoloso sarà meno favorevole alla riproduzione, ma potrà offrire più rifugi e maggiore disponibilità di macroinvertebrati, rispetto ad un run con substrato ghiaioso, più adatto invece alla frega (Gumiero & Rinaldi, 2007).

Le pozze forniscono aree di riposo e rifugio dai predatori. In corsi d'acqua soggetti a notevoli riduzioni di portata, la presenza di pool con un sufficiente volume d'acqua di riserva è fondamentale per garantire la sopravvivenza della fauna ittica nei periodi di magra, durante i quali le tipologie come i raschi possono asciugarsi. Anche per le pool le diverse caratteristiche che le definiscono, quali la profondità massima, l'ombreggiamento ecc., saranno determinanti nel definire il valore biologico che esse rivestono; una pozza molto profonda sarà più importante per la sopravvivenza dei pesci rispetto ad una più bassa. Alcune pool, inoltre, presentano una conformazione tale da consentire la riproduzione in quanto terminano con una zona di acque veloci e poco profonde; questa tipologia di pool è particolarmente importante in quanto è al contempo idonea ad ospitare i riproduttori e come zona di frega (Sartorelli, 2003). Frequentemente, le ricerche sulle popolazioni ittiche sono condotte eseguendo un censimento delle tipologie di habitat (Qualità degli habitat) che

indicano la potenzialità del corso idrico a sostenere una determinata comunità ittica (Lamouroux et al., 1998).

Viste le dimensioni più ridotte dei macroinvertebrati anche la scala di percezione dell'habitat (microhabitat) sarà inferiore rispetto a quello dei pesci. Tuttavia anche in questo caso sono le interazioni tra velocità di corrente e substrato a determinare le specifiche associazioni di macroinvertebrati (vedi microhabitat Cap.3.3.3). La velocità di corrente costituisce infatti uno dei principali fattori che influenza la presenza e la distribuzione spaziale degli organismi perché da essa dipendono la tipologia del substrato, la circolazione dei nutrienti, l'ossigenazione delle acque e il tipo di vegetazione presente nel corso d'acqua. La presenza degli organismi nelle zone soggette a forti velocità di corrente (ambienti lotici) è legata a specifici adattamenti morfologici e comportamentali, che li rendono capaci di resistere alla turbolenza delle acque distinguendoli dagli organismi tipici degli ambienti ad acque ferme (ambienti lentici). Non solo gli adattamenti morfologici, ma anche le modalità di alimentazione influenzano la distribuzione del macrobenthos in relazione alla velocità di corrente. In ogni caso, il grado di preferenza degli organismi bentonici per particolari parametri idraulici risulta dal bilancio tra i dispendiosi costi energetici, necessari per vincere la forza di corrente, i benefici dati dalla reperibilità di cibo e dalla disponibilità di ossigeno (Norris, et al., 2000).

| ALTERAZIONI DELL'HABITAT                                                                                                                      | CAUSE                                                   | CONSEGUENZE BIOLOGICHE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Omogeneità dell'habitat:</b><br>Scomparsa sequenze buche raschi, appiattimento dell'alveo, substrato a granulometria uniforme ed instabile | <b>Incisione</b> (effetto canalizzazione)               | <b>i)</b> nei tratti incisi: organismi degli habitat lentic sostituiti da specie reofile, <b>ii)</b> rarefazione delle strutture di ritenzione della sostanza organica con squilibrio della catena trofica, <b>iii)</b> competizione più severa per mancanza di habitat rifugio, <b>iiii)</b> riduzione della biodiversità sia dei macroinvertebrati che dei pesci, <b>iiiii)</b> minor capacità autodepurativa |
| <b>Omogeneità dell'habitat:</b><br>Colmamento delle facies lentiche con sedimenti fini                                                        | <b>briglie</b> (effetto impounded)                      | <b>i)</b> macroinvertebrati: sostituzione di specie reofile con specie potamofile tolleranti, <b>ii)</b> presenza di condizioni anossiche, <b>iii)</b> riduzione degli habitat, <b>iiii)</b> eutrofizzazione                                                                                                                                                                                                    |
| Interruzione della continuità longitudinale                                                                                                   | <b>Briglie</b>                                          | <b>i)</b> riduzione e separazione degli habitat per i pesci; <b>ii)</b> alterazioni del trasporto di sostanza organica da monte                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Interruzione della continuità laterale</b>                                                                                                 | <b>Incisione, consolidamenti di sponda, argini etc.</b> | Alterazione rapporti con la piana, riduzione di habitat                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

Tab. 6.2 - Sintesi delle alterazioni dell'habitat fluviale nell'area di studio con relative cause e conseguenze sulla comunità fluviale.

In considerazione delle importanti azioni proposte dal gruppo di geomorfologia, che sicuramente porteranno ad una maggior diversità nell'habitat fluviale, e dell'elevato dinamismo che caratterizza il fiume Panaro, nel tratto da noi studiato, riteniamo, che almeno nella prima fase del progetto di riqualificazione fluviale, non valga la pena di effettuare azioni locali mirate a riqualificare gli habitat in alveo, ad eccezione di due situazioni locali in cui si propone di intervenire fin dall'inizio del progetto (imbocco del canale S. Pietro e in corrispondenza della Pedemontana).

Ciò non toglie che non lo si possa fare in seguito, una volta che si potranno valutare gli effetti della riqualificazione morfologica dell'alveo e della piana alluvionale.

**Il detrito legnoso di grosse dimensioni (Large Woody Debris - LWD)** ha un ruolo molto importante nel funzionamento dei sistemi fluviali sia dal punto di vista ecologico che geomorfologico. Gli accumuli di LWD creano un ostacolo al defluire delle acque, formando aree ad elevata scabrezza idraulica. Come conseguenza nelle vicinanze di un accumulo di LWD si avrà un ambiente fisico estremamente diversificato per velocità di flusso, profondità dell'acqua e granulometria del substrato. Questa diversità di habitat (Fig. 6.33) può supportare numerose specie di macroinvertebrati e di pesci durante i loro diversi stadi vitali. Le zone a bassa velocità di corrente che si formano in prossimità degli accumuli sono habitat di riposo e rifugio importanti. Si possono distinguere due tipologie di pozze spesso associate: una che si forma dal rallentamento della corrente a valle dell'accumulo e un'altra a monte, più profonda, dovuta ad un fenomeno di erosione. Questi habitat sono provvidenziali sia per la fauna ittica che per i macroinvertebrati nei periodi di magra (Gumiero & Rinaldi, 2007).

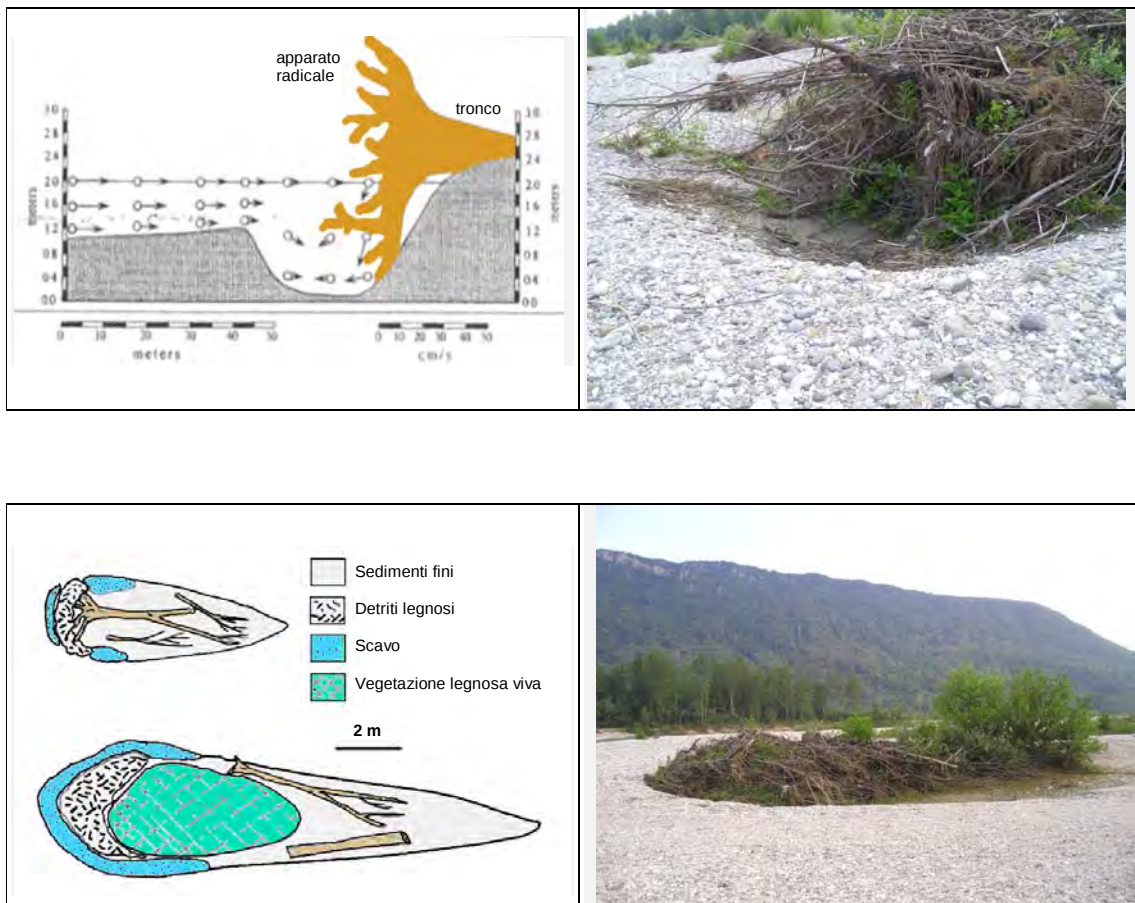


Figura 6.33 – Effetto in termini di habitat di accumuli di legno in alveo in cui sono evidenti le pozze dovute all'erosione localizzata e più in generale l'elevata eterogeneità del substrato.

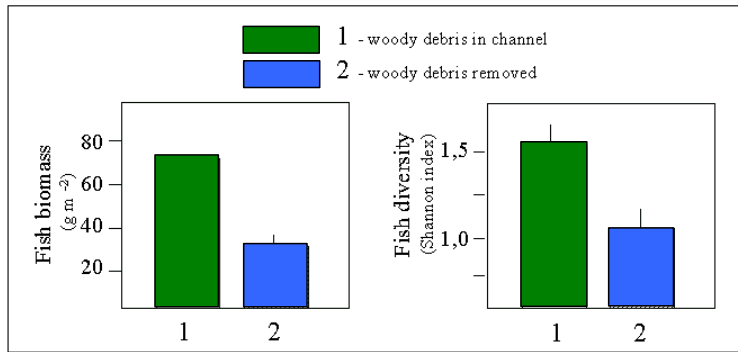


Figura 6.34 - Il grafico mostra in termini sia di biomassa (sx) che abbondanza (sx) del temolo, il confronto tra un corso idrico con LWD in alveo (verde) e uno in cui i detriti legnosi sono stati rimossi (azzurro).

Dai risultati di alcune ricerche (Fig. 6.34) si è visto che un aumento sperimentale di detriti legnosi nei sistemi fluviali porta ad un notevole aumento della ricchezza sia in specie che abbondanza della fauna ittica. I LWD, oltre ad offrire habitat di rifugio e di riposo ai pesci, sostengono una ricca e numerosa comunità di invertebrati, componente essenziale della loro alimentazione (Wright & Flecker, 2004)

Le pozze dovute agli ammassi vegetali in alveo sono un habitat importante anche per gli anfibi, in modo particolare durante gli stadi larvali. Inoltre il detrito legnoso che si accumula sia in alveo che nelle zone riparie fornisce alimento e luogo di riposo per l'avifauna (Fig. 6.35).

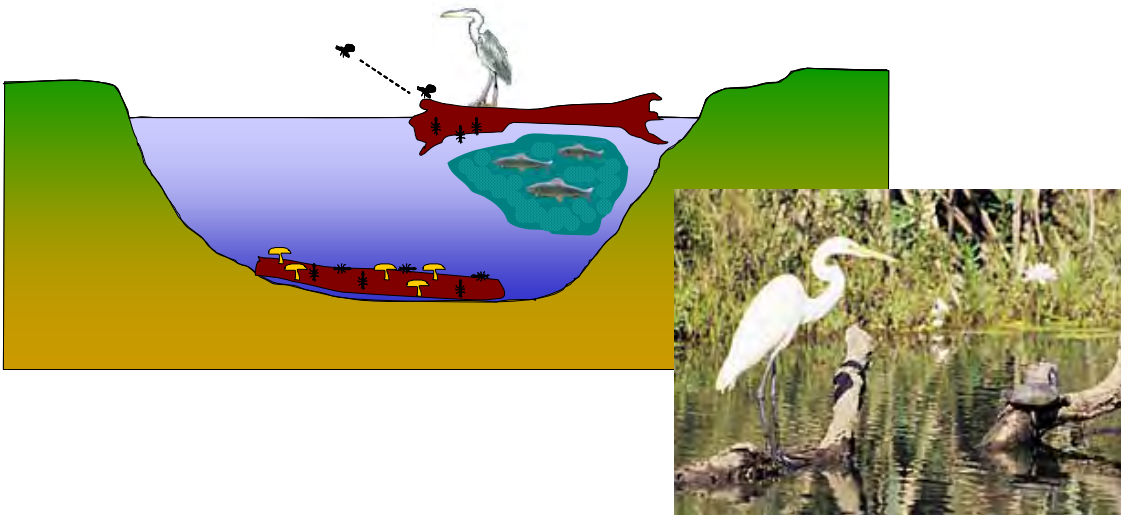


Figura 6.35 – Utilizzo del LWD da parte dell'avifauna.

L'analisi delle funzioni ecologiche e geomorfologiche degli LWD mette in luce l'importanza di mantenere i boschi ripari e le dinamiche naturali di entrata e deposito del LWD per preservare l'integrità ecologica del sistema fluviale. A tal fine è importante ricordare che, parallelamente, deve essere mantenuto un regime naturale delle portate.

Alcuni studi hanno dimostrato i benefici apportati dall'introduzione di LWD in fiumi privi di vegetazione riparia o nei quali i detriti legnosi erano stati rimossi. Ovviamente questo tipo di gestione deve essere considerato solo come soluzione temporanea (Gerard & Reich, 2000).

Le isole fluviali possono formarsi o da propagali (semi o frammenti vegetali) di specie arbustive pioniere (salice, pioppo nero etc.) che attecchiscono la dove trovano del sedimento fine, oppure grazie ad accumuli di detrito fine in corrispondenza di grossi accumuli di detrito legnoso, che oltre ad "intrappolare" il sedimento fine inorganico trattengono anche materiale organico che

contribuisce alla crescita di altre specie vegetali. Vista l'importanza del LWD nella formazione delle isole fluviali, la distribuzione naturale del detrito legnoso potrà portare indirettamente anche i benefici in termini di diversità di habitat, di biodiversità e di maggior connettività del paesaggio che derivano dalle isole fluviali (Ward et al., 2001). I risultati ottenuti in questa indagine confermano pienamente l'aumento sia di meso che microhabitat in corrispondenza delle isole e quindi dei canali secondari pur essendo questi abbastanza rari nel tratto da noi studiato (Cap 3.3 e 3.5). In figura 6.37 viene messo in evidenza l'effetto starter naturale della vegetazione per la formazione di isole fluviali, tuttavia quando si ritiene necessario si possono fare anche piantumazioni mirate (Fig. 6.36).



Figura 6.36 – Piantumazione di propagali di salice in alveo.

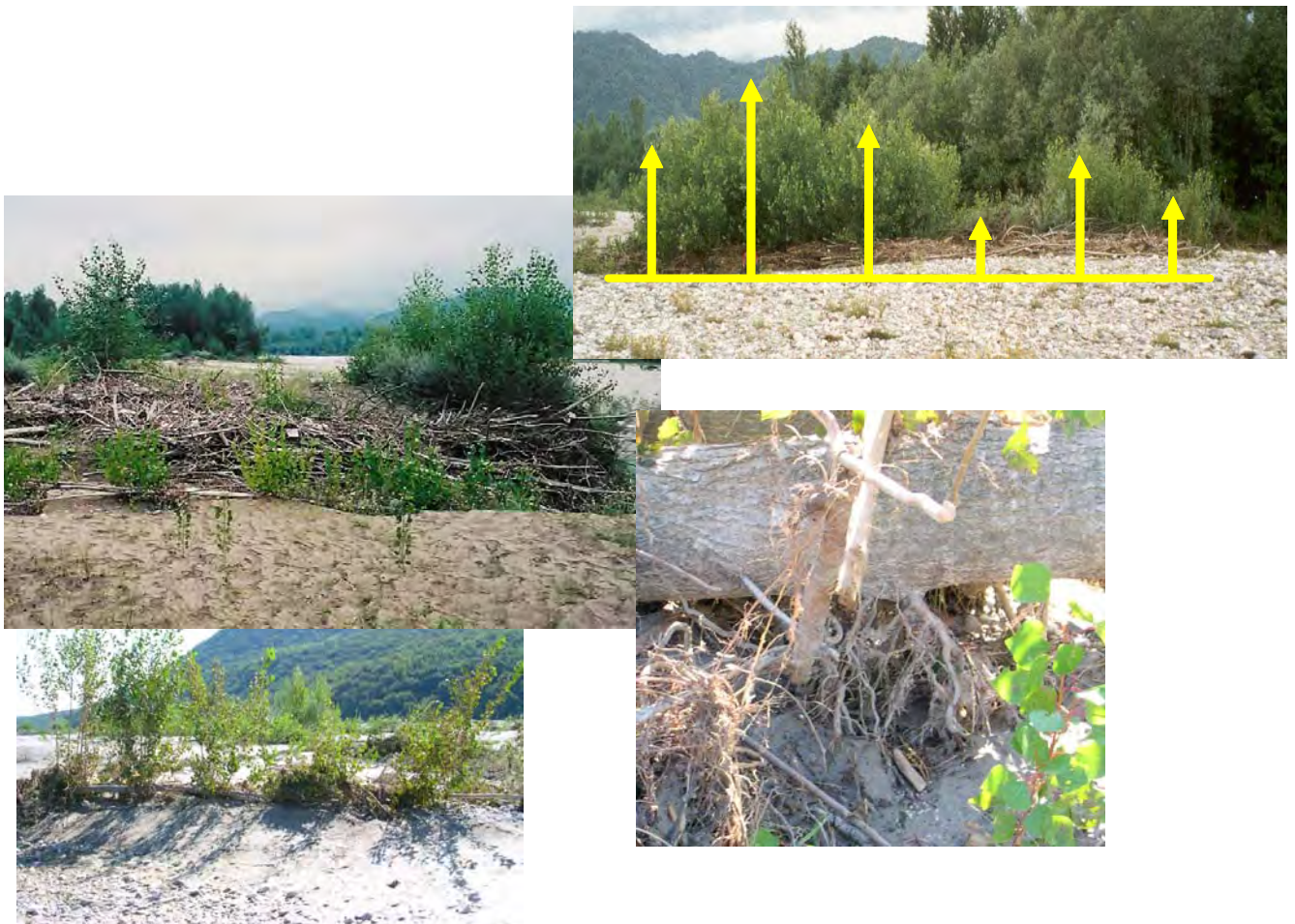


Figura 6.37 – Evidenze dell'effetto starter della vegetazione naturale nella formazione di isole fluviali.

Oltre all'utilizzo di LWD, per ripristinare la diversità di meso e microhabitat in alveo, un ruolo importante, come è stato evidenziato nel capitolo 6.4.2 (b), è dato ai deflettori e pennelli appositamente studiati oltre che per consolidare le sponde anche per renderle più naturali e idonee alla comunità acquatica e riparia. Un altro tipo di intervento spesso usato per migliorare gli habitat in alveo (Ad es.: buche e aree di frega) è inserire **massi e pietre** di varie dimensioni che come nel caso di LWD diversificano i flussi della corrente determinando un'elevata variabilità locale di substrati, profondità e velocità dell'acqua in figura 6.38 è possibile vedere alcuni esempi.

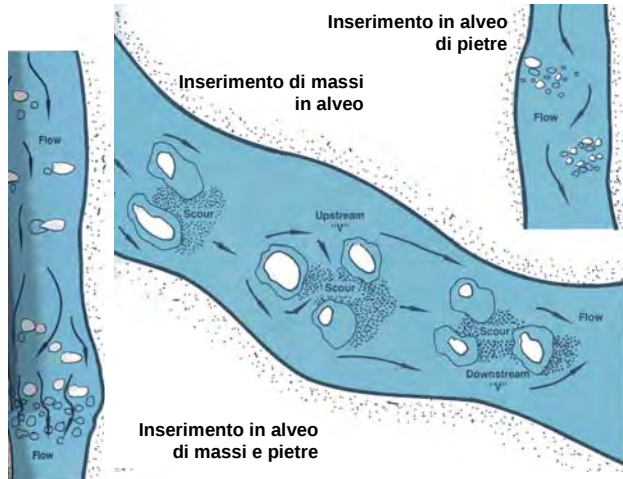


Figura 6.38 – Esempi di collocazione in alveo di massi e/o pietre, vengono messi in evidenza la deviazione dei flussi e la formazione di buche (Scour) (da Cowx & Welcomme, 1998).

Nella scheda n° 5 delle azioni ecologiche (Cap. 8), in corrispondenza del ponte della pedemontana, è stata effettuata una simulazione fotografica di collocazione di massi in alveo al fine di diversificare l'habitat.

Infine alcuni esempi di ricoveri artificiali per pesci (Fig. 6.39).

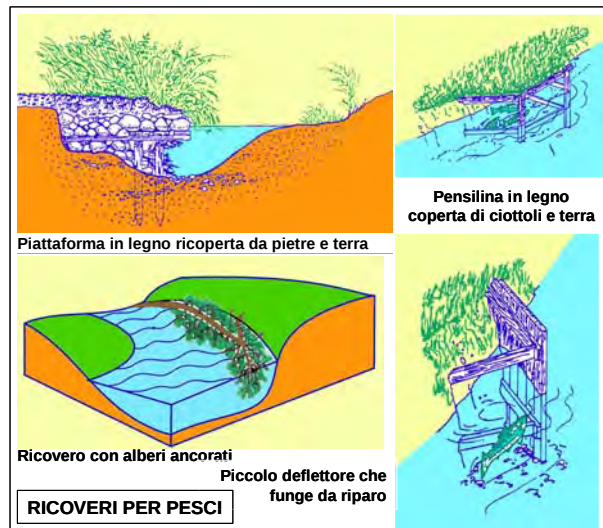


Figura 6.39 – Ricoveri artificiali per la fauna ittica. (Modificato da Sansoni, 2003)

#### 6.4.7 Riconnessione dei meandri abbandonati con il canale rettificato (obiettivo 2).

La presenza dei meandri abbandonati può rappresentare un'opportunità per aumentare la valenza ecologica del tratto, riconnettendo questi al fiume e creando così bracci morti laterali periodicamente inondati, dove si possa sviluppare una ben strutturata comunità delle zone umide, in particolare anfibi e avifauna (Fig. 6.40). Questo è il caso del tratto 10 posto più a valle dell'area di studio in cui si propone la riconnessione dei meandri abbandonati con il canale rettificato (Cap. 8 scheda n° 10 azioni ecologiche). Se la completa riqualificazione della forma meandriforme del fiume Panaro in questo tratto non fosse possibile si può comunque valutare la possibilità di un collegamento parziale creando lanche, bracci morti, stagni temporanei o permanenti. In un intervento di minima se necessario si potrebbe ipotizzare anche un deflusso, nei meandri abbandonati, controllato da chiuse.



**Figura 6.40 – Esempio di riconnessione di meandri abbandonati.**

## **CAPITOLO 7 – PROPOSTE PAESAGGISTICHE**

### **7.1 APPROCCIO**

Il quadro d'azione proposto in questa fase possiede tutti i requisiti per affrontare le problematiche ricorrenti di contesti come i sistemi fluviali ove, rilevanti patrimoni di risorse vanno deteriorandosi e peculiari rapporti tra uomo e ambiente vanno interrompendosi, col prevalere di una "visione infrastrutturalista" del territorio e del paesaggio.

Un quadro d'azione che costituisce l'esito di un'opzione strategica: passare cioè dalla mera gestione dei vincoli alla gestione del patrimonio (Sistema delle risorse) e alla produzione di nuovi valori anche attraverso un "disegno" di paesaggio in grado di confrontarsi con le spinte della modernizzazione e di gestire i mutamenti che comunque, soprattutto in assenza di interventi, interferiscono con esso.

L'idea motrice non è pertanto la "compatibilità" o la "mitigazione" di effetti potenzialmente negativi (alterazioni) indotti dalle singole esigenze, ma la ridefinizione e il recupero della "struttura territoriale e paesistica", in base alle risorse attuali e potenziali, in buona misura attuabile soprattutto tramite lo stesso processo di trasformazione.

Nel capitolo 4 sono già state illustrate le criticità e potenzialità che caratterizzano il tratto di studio dal punto di vista strettamente paesaggistico.

Nello stesso capitolo l'analisi è già stata indirizzata, in base agli stessi colloqui intercorsi tra il gruppo di lavoro e i diversi Enti interessati, verso una valutazione di tipo percettivo del paesaggio fluviale e dell'ambito ad esso connesso. La valutazione è stata compiuta scegliendo le visuali preferenziali una volta individuati i punti di osservazione ed i percorsi privilegiati, rispetto alla risorsa fiume.

In base alle considerazioni fatte per la definizione delle unità di paesaggio e la semiologia naturale ed antropica, sono stati individuati cinque ambiti specifici di riferimento per la fase propositiva. La scelta è stata compiuta focalizzando l'attenzione sugli ambiti specificatamente fluviali, tralasciando volutamente le *aree contermini d'area vasta*, anche se strettamente correlate.

Sulla base dell'analisi e pertanto del quadro delle criticità/possibilità rilevate sono state poi individuate le cinque strategie generali di intervento illustrate in questo capitolo.

Le strategie sono sviluppate associando ad ognuna una serie di azioni e criteri da mettere in atto in modo multiplo ed in alcuni casi in ordine consequenziale, dopo la definizione di criteri guida.

Infatti la riqualificazione paesaggistica è pensata come la somma di azioni sinergiche che hanno l'obiettivo comune di migliorare e valorizzare il paesaggio del Panaro.

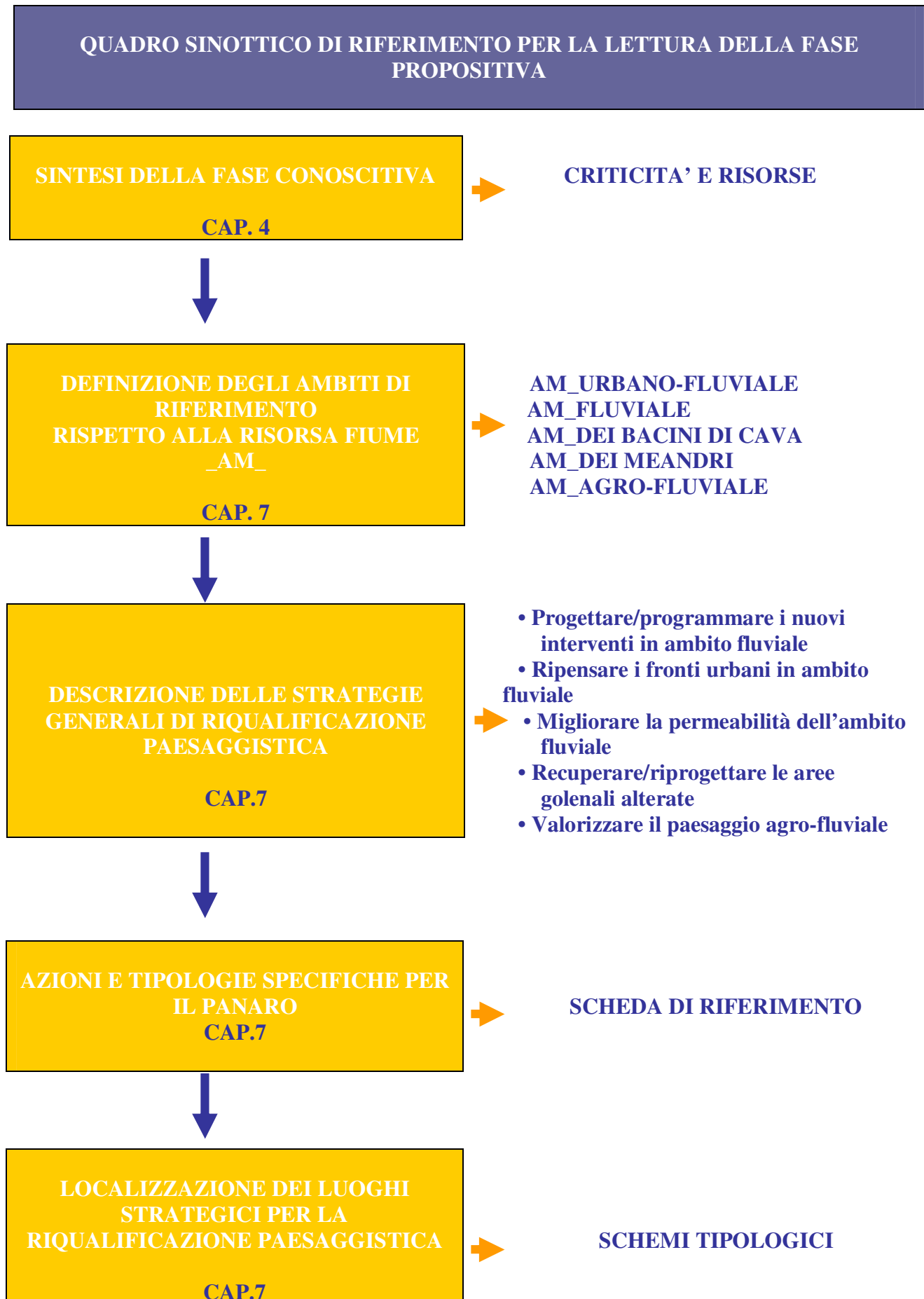
La ricerca relativa al settore paesaggio ha due finalità generali:

- Definire in base allo studio condotto la proposta di un ambito di potenziale riqualificazione riconosciuta come Parco\_Fluviale del Panaro;
- Definire i criteri e le strategie per la riqualificazione, la conservazione e la valorizzazione delle risorse, ossia degli elementi sensibili (in quanto caratteristici dell'identità di questo paesaggio) e la gestione e l'uso delle alterazioni/esigenze in atto.

Si può parlare di due gradi di risposta:

- strategie rivolte ad interventi di pianificazione per ambiti omogenei;
- azioni puntuali per *comparti d'intervento* localizzati.

Di seguito è inserito il quadro sinottico di riferimento per la fase propositiva, dove si sviluppano in sequenza e in stretta relazione gli step principali per la formulazione delle proposte.



A seguire è riportato il tratto di studio, intero ambito del Panaro, ridefinito sulla base delle considerazioni compiute durante lo svolgersi della ricerca. Sono stati individuati cinque ambiti specifici dell'ambito fluviale:

- AM\_FLUVIALE, indica principalmente il tratto di fondovalle fino a Marano;
- AM\_AGRO-FLUVIALE, indica il tratto delle Basse e delle colture fruttifere dopo Marano fino quasi a Spilamberto;
- AM\_URBANO-FLUVIALE, indica i tratti dei fronti urbani significativi in ambito fluviale, in particolare di Vignola e Spilamberto;
- AM\_DEI BACINI DI CAVA, indica il tratto diffusamente caratterizzato da specchi d'acqua di cava e aree ad estrazioni di inerti;
- AM\_DEI MEANDRI, indica il tratto dei paleoalvei da prima del ponte di S. Ambrogio verso nord dopo la linea ferroviaria.

Nella stessa immagine sono riportati i punti, contrassegnati con linee arancio, ritenuti significativi per la connessione paesaggistica e territoriale dell'intero ambito del Panaro.

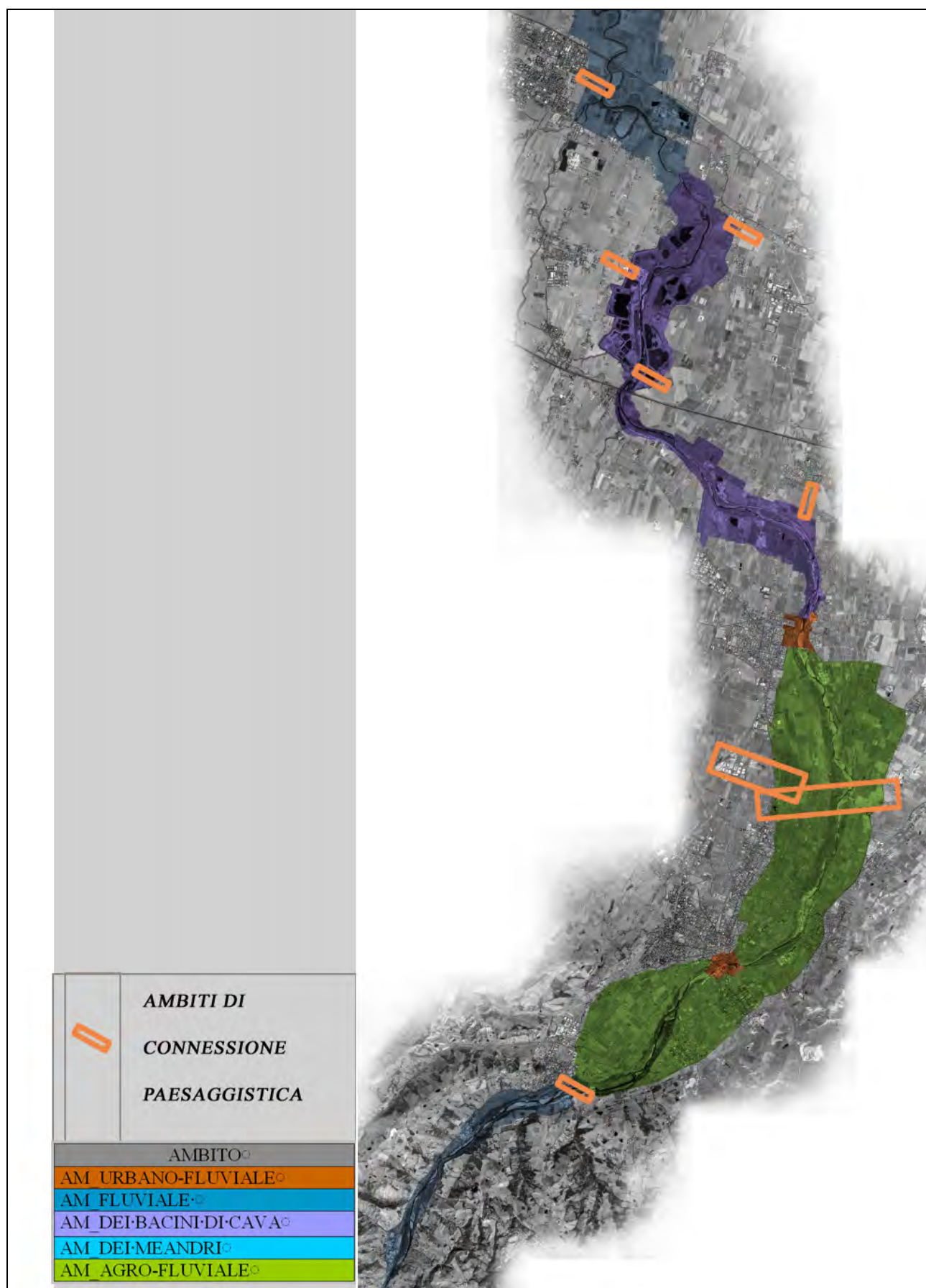


Figura 7.1 - Schema degli ambiti di riferimento per la fase propositiva.

## **7.2 DEFINIZIONE DELLE STRATEGIE GENERALI DI RIQUALIFICAZIONE PAESAGGISTICA**

L'obiettivo del presente paragrafo è quello di corredare il complesso delle analisi e delle valutazioni avanzate in fase diagnostica con proposizioni di merito afferenti la messa a punto di indirizzi generali e tipologici di intervento su aree che risultano strategiche, importanti e rilevanti.

La scelta delle zone e degli ambiti è stata condotta in base ai seguenti criteri:

- necessità di recupero;
- potenzialità di miglioramento paesaggistico;
- opportunità di miglioramento paesaggistico;
- salvaguardia delle diverse specificità dei luoghi;
- valorizzazione di luoghi o punti strategici.

Parallelamente alla gamma dei possibili interventi viene comunque evidenziata la necessità di porre l'accento anche su alcuni aspetti che rivestono particolare rilevanza sotto il profilo ecologico-ambientale, quali, ad esempio, la realizzazione di nuove strutture capaci anche di garantire la salvaguardia dell'esistente, la formazione di zone di rispetto tra usi del suolo differenziati mediante l'impianto di fitocenosi da lasciare all'evoluzione naturale, la tutela e la eventuale creazione di reti di penetrazione e di corridoi ecologici. Questa visione nell'ottica non solo di ovviare ai processi di lacerazione degli habitat, ma anche di organizzare e raccordare in maniera razionale i numerosi e spesso eterogenei interventi che vengono suggeriti nel settore del ripristino ambientale, per garantire una futura appropriata gestione dell'ambiente e del paesaggio .

In questo modo le strategie e gli interventi dovranno seguire una visione organica d'insieme dove il paesaggio fluviale del Panaro rappresenta la dorsale primaria di raccordo ecologico, geomorfologico e paesaggistico.

E ciò con specifico riferimento alla presenza nel comprensorio considerato di aree ad alta potenzialità di recupero, al fine di cogliere l'opportunità di perseguire l'obiettivo stesso del "Progetto di sostenibilità attraverso le reti ecologiche" delle Regione Emilia Romagna, della Provincia di Bologna e della stessa Provincia di Modena.

Le strategie, definite sinteticamente in seguito, sono indicate come azioni possibili per la definizione di un "disegno di paesaggio", che parte dal sistema delle risorse attuali/potenziabili per arrivare al "paesaggio possibile" del sistema Panaro.

In base alle criticità ed alle risorse individuate nella fase di analisi si sono definite le opportunità/possibilità di azione rispetto alla riqualificazione paesaggistica del fiume Panaro. Sono state pertanto definite cinque strategie generali d'intervento rispetto alle opportunità attuali e potenziali del tratto di studio.

Al paragrafo 7.3.1 è riportata una scheda di sintesi che esplica il legame che intercorre tra le linee strategiche, illustrate di seguito, le criticità/risorse e le azioni specifiche.

### **P1- Progettare/programmare i nuovi interventi in ambito fluviale.**

La strategia P1 si applica nei casi di nuove previsioni progettuali che diventano occasione di intervento sinergico ed integrato, quali i futuri progetti di infrastrutture (lineari, diffuse, idrauliche), le previste o potenziali aree per l'estrazione di inerti e non ultima la pianificazione di un parco fluviale del Panaro.

P2- Ripensare i fronti fluviali in ambito urbano.

La strategia P2 si applica nel caso di forte criticità paesaggistica rispetto alla percezione visiva in ambito urbano, ossia quando il dialogo tra città e fiume sia compromesso o interrotto, come nel caso del fronte urbano-fluviali di Vignola e Spilamberto.

P3- Recuperare/riprogettare le aree golenali alterate.

La strategia P3 si applica nelle situazioni in cui elementi di alterazione dell'ambito fluviale, quali aree di cava dismesse o in fase di completamento ed usi o opere incongrue in area golenale, rappresentano attualmente occasione di riqualificazione paesaggistica e più in generale ambientale.

Le strategie P4 e P5 sono da perseguire sempre ogni volta si operi in ambito fluviale con interventi di nuova progettazione, di recupero o rinnovo funzionale. Sono comunque criteri basilari per la riqualificazione paesaggistica dell'ambito fluviale del Panaro e oltre che associati ad altri progetti possono essere azioni specifiche, come nel caso di reti ecologiche e greenways che abbiano l'obiettivo di migliorare la permeabilità e valorizzare il paesaggio agro-fluviale.

P4- Migliorare la permeabilità dell'ambito fluviale.

La strategia P4 si applica nei casi in cui siano stati riscontrati dei limiti alla fruizione e una frammentazione paesaggistica dell'ambito fluviale. Questi casi, diffusi e legati a problematiche diverse, vanno risolti affrontando tutti gli interventi sul fiume con il criterio di superare la frammentazione e potenziare la permeabilità trasversale.

P5- Valorizzare il paesaggio agro-fluviale.

La strategia P5 si applica nei casi in cui elementi di disturbo in ambito prevalentemente agro-fluviale, usi e opere incongrue in area golenale limitano la valorizzazione del fiume e del paesaggio contermini.

Le strategie generali sopradescritte possono essere messe in atto attraverso azioni multiple e in alcuni casi in ordine consequenziale, dopo la definizione di criteri guida.

### **7.3 CRITERI ED AZIONI SPECIFICHE**

Viene qui di seguito proposta una gamma di opzioni possibili, definibili come "modelli di indirizzo", da sviluppare, gestire e monitorare nel tempo per verificarne i "costi" e i "benefici" che possono derivarne sul piano paesaggistico-ambientale e socio-economico.

L'approccio non è infatti quello di impostare il tema della riqualificazione del Panaro con soluzioni ad "isola" in una logica settoriale ed episodica. Ma è piuttosto quello di individuare soluzioni idonee all'interno di areali diversamente caratterizzati tra loro e pur integrati in una logica sistemica, definendo un possibile percorso per una crescita delle prestazioni e del plus valore del territorio.

#### **P1- Progettare/programmare i nuovi interventi in ambito fluviale.**

Nel caso specifico si vuole mettere in evidenza l'occasione progettuale che rappresentano alcuni interventi e previsioni attuali come le nuove infrastrutture in ambito fluviale.

La realizzazione di infrastrutture lineari necessita di studi specifici in grado di inserire coerentemente l'opera nel paesaggio. Il risultato è in funzione degli strumenti adottati per stabilire le scelte e tali strumenti dipendono dalla normativa di riferimento e dal tipo di rapporto che vogliamo instaurare con il paesaggio coinvolto. È pertanto fondamentale che il disegno del nuovo tracciato (sia esso quello di una strada, di un ponte, di una ferrovia, di un manufatto idraulico) si basi non solo sui requisiti tecnici e funzionali alla quale deve necessariamente rispondere ma anche sul rapporto dell'infrastruttura con il suo intorno. Il modo in cui essa viene disegnata, la sua localizzazione calibrata nel paesaggio e la sua permeabilità trasversale sono riflessioni indispensabili nel processo di scelta non solo progettuale ma anche rispetto allo scenario futuro di riferimento.

In particolare il modo in cui si sceglie di trattare il "margine" stradale ha un ruolo decisivo nell'inserimento dell'opera stessa ed è ancora più importante quando l'intervento insiste su un paesaggio dinamico come quello fluviale..

La riprofilatura morfologica dei margini, la ricucitura degli sbancamenti, la modalità di raccordo tra il livello dell'infrastruttura e il piano campagna/fiume e non ultimo il trattamento delle aree contigue sono tutti temi da non dimenticare nella fase di progettazione.

I due tipi di misure generali per l'inserimento dell'opera viaria sono da una parte la realizzazione di un modellamento e un rinverdimento della scarpate e delle strisce ai margini della strada secondo adeguati criteri naturali e paesistici; dall'altra la realizzazione di funzioni naturalistiche e paesistiche su superfici a maggiore distanza dalla strada, che coinvolgano ambiti circostanti connessi al fiume ed alla sua area golenale.

Al modellamento del "margine" è connesso in genere un nuovo equipaggiamento vegetale che ha il compito e la possibilità di svolgere molteplici funzioni.

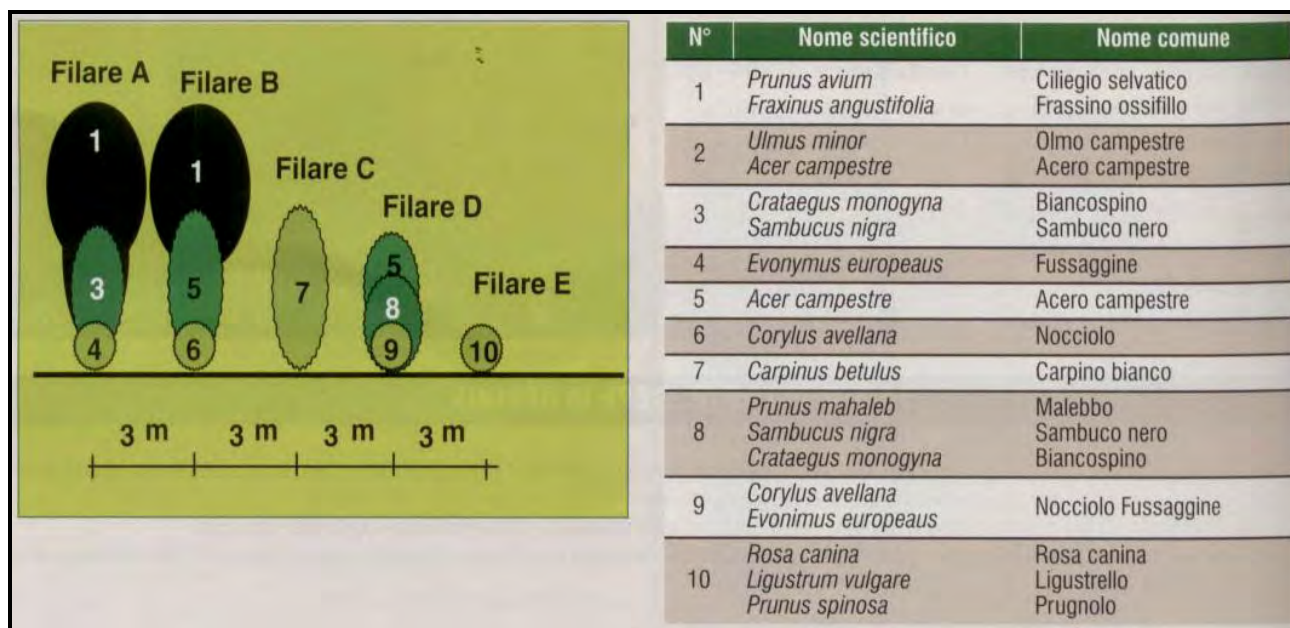


Figura 7.2 - Esempio di fascia boscata con funzione fonoassorbente.

In questo caso le masse arboree disposte a gruppo, a filare o come elementi isolati, previste in modo coerente alle funzioni individuate e perseguite, possono conferire profondità al paesaggio percepito dal manufatto ed “ancorare” l’infrastruttura al paesaggio stesso.

Nel caso in cui l’opera coinvolga paesaggi agricoli e prevalentemente naturali, come ad esempio l’area agro-fluviale tra Vignola e Spilamberto, è indicato l’uso di vegetazione autoctona; mentre nel caso di paesaggio periurbano è possibile scegliere le specie in base a requisiti estetico-percettivi e/o a specifiche funzioni ed usi.

L’infrastruttura quindi deve tendere a divenire un unico segno organico nel paesaggio sfruttando di volta in volta l’opportunità di eventuali aree marginali, abbandonate e degradate, che possono essere recuperate all’interno dello stesso progetto infrastrutturale, amplificando la riorganizzazione spaziale e rafforzandone il legame con il contesto paesaggistico.



Figura 7.3 –Infrastrutture lineari nel paesaggio fluviale.

Tale situazione si verifica alla stato attuale nel caso della Pedemontana, dove il progetto della strada di collegamento posta lungo Via del Confine attraversa un’area strategica per la caratterizzazione del Panaro. L’infrastruttura, che oltrepassa il fiume con un ponte su piloni, passa vicina all’area ex - Sipe-Nobel (comparto soggetto ad Accordo di Programma) e in area agro-fluviale di valore paesaggistico e pertanto potrebbe essere indirizzata all’inserimento nel paesaggio in modo da non essere solo elemento di frammentazione paesistica.

La localizzazione consente una destinazione d'uso con la formazione e/o riqualificazione di sistemi integrati di aree libere attrezzate per attività sportive e per il tempo libero.

In particolare, gli obiettivi di trasformazione degli interventi dovranno consentire: la rilettura dell'assetto morfologico e naturale originario dei luoghi in modo da interpretarne i caratteri costitutivi consolidati; una prevalente caratterizzazione naturalistica delle diverse zone che articolano e circondano l'area, limitando gli interventi di artificializzazione dei suoli; la limitazione dell'accessibilità motorizzata onde favorire i pedoni e assimilati e/o dei mezzi di servizio e emergenza; l'omogeneità nella fruizione dei luoghi in rapporto alle diverse caratterizzazioni delle attività svolte.

L'area è predisposta ad accogliere, in rapporto diretto a questo contesto generale di riferimento, servizi di tipo terziario di interesse sovracomunale individuati in sede di progettazione preliminare e da definire e specificare quanto a localizzazione e contenuti in termini esecutivi.

I suddetti criteri valgono anche nel caso di interventi legati ad attività socio-economiche, previste o potenziali, come ad esempio quelle legate all'estrazioni degli inerti. Queste possono essere indirizzate e vincolate, già in fase decisionale in modo da generare vantaggi anche per il fiume. La scelta della loro localizzazione nel paesaggio, quando possibile e in particolare la definizione del perimetro, della profondità e del ripristino morfologico dell'area può così essere già indirizzata verso una riqualificazione specifica in funzione dell'ambito fluviale e dell'uso finale della zona (ecologico-naturalistico, geomorfologico, ricreativo, ecc...).

## **P2- Ripensare i fronti urbani in ambito fluviale.**

Questa strategia generale si basa su azioni specifiche da poter compiere per riqualificare i fronti urbani; è fondamentale però che vi sia un piano particolareggiato e di indirizzo dei singoli interventi per evitare una *disarmonia* di azioni che peggiorerebbero ulteriormente l'equilibrio paesaggistico.

- Pianificare i singoli interventi approntando piani d'ambito di indirizzo generale.

Sono definiti così progetti specifici sull'ambito fluviale senza limiti di tipo amministrativo, considerando il fiume e le aree ad esso contermini *comparto di intervento*, come nei casi di Vignola e Spilamberto.

- Finalizzare gli interventi alla sistemazione paesaggistica di tipo ricreativo a scala urbana.

L'opzione di destinare queste aree di margine e contatto tra fiume e città ad uso prevalentemente ricreativo nasce dall'esigenza di ridisegnare una forma di dialogo percettivo e fruitivo del paesaggio in quei tratti. Allo stato attuale le alterazioni appaiono totalmente svincolate e non finalizzate ad un obiettivo comune di riqualificazione. Pertanto è necessario definire non solo l'obiettivo ma anche la destinazione funzionale di queste aree sensibili.

Si denota la duplice opportunità vuoi del sostegno di un'agricoltura multifunzionale, vuoi del contenimento ed indirizzo della soglia insediativa al fine di non snaturare ulteriormente i connotati dell'area sotto il profilo percettivo e fruitivo.

Si rende necessaria la previsione di una quota di equipaggiamento a verde da individuare in interventi di rinaturazione delle aree marginali, di tutela e integrazione della vegetazione annessa alla viabilità, di impianto di vegetazione, scelta in funzione del tipo di crescita e dei caratteri estetici, al fine di compensare il livello sostanzialmente e qualitativamente basso dell'apparato protettivo. In alcuni casi andrà rivisto il profilo della vegetazione ripariale in funzione di una migliore percezione dei manufatti rilevanti.

Verrà favorita la formazione e/o riqualificazione di sistemi integrati di aree verdi e attrezzature intensive per lo sport di base e per il tempo libero. In particolare, gli obiettivi degli interventi di trasformazione dovranno consentire: la valorizzazione dei caratteri morfologici e naturali dei luoghi, anche in presenza di sostanziali trasformazioni fisiche e d'uso; il mantenimento di un equilibrato rapporto fra zone a diversi livelli di antropizzazione/ naturalizzazione; la differenziazione nella funzione delle zone attrezzate per attività a diverso livello di concentrazione.



Figura 7.4 – Sistemazione di una riva ad uso ricreativo.



Figura 7.5 – Sistemazione di una riva ad uso ricreativo.

- Riprogettare aree significative dal punto di vista percettivo e funzionale.

In alcuni casi si presentano occasioni per il ridisegno di aree, magari modeste nelle dimensioni ma strategiche per la localizzazione rispetto al rapporto fiume-città. Ne sono un esempio a Vignola l'area sotto la rocca destinata a parcheggio oppure, sulla sponda destra, la zona dalla briglia verso il ponte dove si interrompe il Percorso Natura; a Spilamberto l'area sotto Villa Rangoni, tra il ponte e i muri a retta, oppure la zona del percorso *vita* fino all'isola ecologica. A Spilamberto inoltre manca totalmente un'area di contatto tra città e fiume che permetta una connessione diretta al centro storico.

I primi tre punti dovranno definire le scelte di delocalizzazione degli usi incongrui, degli accessi principali alle aree, delle connessioni a rete con altre zone attrezzate e non.

### **P3- Recuperare/riprogettare le aree golenali alterate.**

Le opere e gli usi che alterano il paesaggio del fiume sono principalmente da riferirsi ad attività antropiche che sottraggono valore percettivo e possibilità di fruizione dell'ambito fluviale e golenale. Attualmente questi elementi sono i frantoi per la lavorazione dei rifiuti inerti che si trovano su tutto il tratto analizzato, le aree di cava dismesse o in via di completamento che hanno alterato la morfologia golenale e generato specchi d'acqua, i muri a retta che corrono longitudinali al fiume e le aree ad orti urbani che ostacolano in alcuni casi la fruizione e la percezione del fiume.

#### Le aree di cava

Le aree a cui ci riferiamo sono relative a tutto l'ambito alterato dalle attività di cava e non solo ai bacini con acqua di falda affiorante.

- Creazione di biotopi umidi artificiali – finalità naturalistico-ecologica.

Le ex-cave di pianura offrono notevoli potenzialità di recupero che diventano maggiori se opportunamente valutate in fase di progettazione in modo da compensare il danno provocato dall'attività estrattiva ricreando un luogo nuovo, con destinazione d'uso, ruolo e caratteri propri.

La destinazione d'uso finale e il ripristino morfologico dell'area di cava è comunque da valutare attentamente. È importante sottolineare infatti come l'insediamento di comunità biologiche di pregio, sia quasi totalmente incompatibile con attività antropiche a forte impatto, quali ad esempio l'esercizio di sport acquatici. Infatti queste attività vanno ad interagire in maniera diretta con varie fasi della fenologia di molte specie soprattutto di uccelli acquatici. Le fasi maggiormente a rischio sono quelle della riproduzione e quelle della muta in cui, ad esempio gli Anatidi, hanno necessità di zone tranquille a causa della perdita quasi completa della capacità di volo.

Di conseguenza l'uso ricreativo va opportunamente pianificato e regolamentato in relazione alla vocazionalità ed alle dimensioni del bacino in oggetto. In alcuni casi, dove le dimensioni del bacino lo permettono, l'area rinaturata, potrà essere progettata per garantire la maggiore tranquillità, limitare il disturbo antropico e favorire un utilizzo compatibile. Al contrario per aree di piccole dimensioni dovrà essere effettuata una scelta tra uso naturalistico e uso turistico-sportivo.

Gli interventi dovranno essere quindi finalizzati a garantire un ecosistema diversificato caratterizzato da tipologie costruttive diverse in relazione alle condizioni ambientali e territoriali quali ad esempio sponde frastagliate, depressioni acquitrinose, isolotti ecc., funzionali al mantenimento di un habitat favorevole ad una biocenosi diversificata.

Il recupero dei bacini di cava dovrà necessariamente prevedere anche il loro reinserimento in un sistema ambientale caratterizzato da aree prevalentemente adibite alle pratiche agricole e connesse al fiume. Di conseguenza, la valenza naturalistica del sistema ora molto scarsa, non potrà che, attraverso interventi di rinaturalizzazione, migliorare l'assetto paesaggistico generale, aumentandone la diversità ambientale e la capacità portante.

In questo capitolo sono solo accennati i criteri utili al recupero naturalistico-ecologico di aree di cava, che sono già stati affrontati nel capitolo 6.

Nel caso infatti di rinaturalizzazione di bacini di cava saranno studiate le tipologie delle sponde per la creazione di zone umide secondo una consolidata suddivisione che offre tutti gli ambienti necessari per il riposo, l'alimentazione e la nidificazione degli uccelli in un bacino di dimensioni significative, sempre in base a scelte legate al tipo di specie vegetale e avi-faunistica da favorire.

Oltre al tipo di sponda (libera, con canneto, scoscesa) sarà valutata l'opportunità di diversificare le sponde per migliorare la ricettività faunistica dei bacini di cava ed aumentarne la

diversità ambientale, sempre in relazione alle caratteristiche strutturali, ecologiche e di inserimento paesaggistico dei singoli bacini.

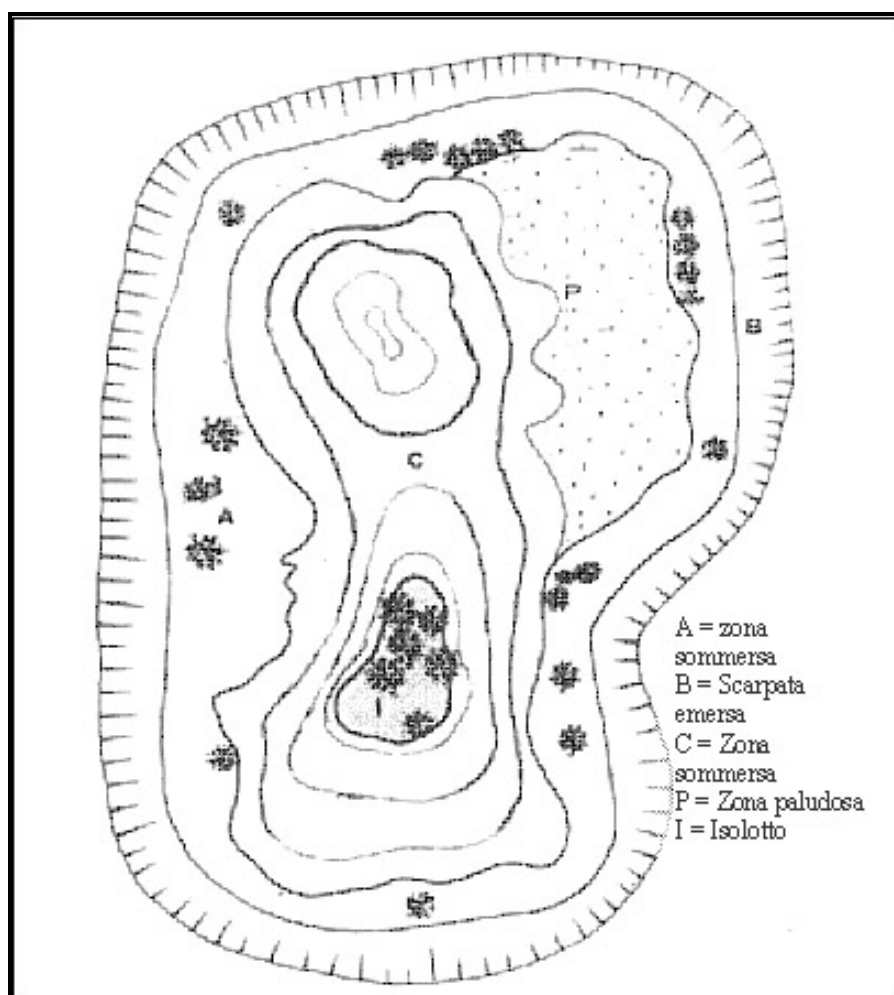


Figura 7.6 - Planimetria di un bacino adibito ad uso naturalistico.

- Creazione di boschi planiziali

Altro caso che può trovare giusta applicazione per il fiume Panaro e le cave in area golenale sono il recupero tramite formazione di area boscate planiziali. Queste zone infatti possono avere funzioni plurime, come filtro fonoassorbente e visivo nel caso, ad esempio, di vicinanza ad un'infrastruttura.

Il recupero di alcune zone alterate dall'attività di cava a bosco planiziale offre già casi in l'uso dell'area ha una funzione didattica organizzata.



Figura 7.7 – Il bosco – parco con funzione ecologico-didattica.

Obiettivo principale del ripristino vegetazionale è la riqualificazione dell'area attraverso la ricostruzione di ambienti potenziali tipici della zona dei bacini di cava, riconducibili a boschi igrofilo e planiziali. Le aree naturali con queste caratteristiche sono estremamente rarefatte, è quindi auspicabile, attraverso il recupero di zone degradate, favorire il ripristino di questi ambienti.

Le specie da introdurre, riportate nella tabella seguente, sono state scelte in base alle loro esigenze ecologiche ed in relazione alla loro importanza dal punto di vista faunistico in quanto produttrici di frutti eduli, utili quindi ad un aumento della disponibilità trofica e di nicchie fruibili, in particolare dalla comunità di Uccelli.

Queste specie sono state elencate secondo il loro gradiente igrofilo: frassino, pioppo bianco, olmo e pallon di maggio, specie arboree prettamente igrofile, sono in grado di sopportare periodi anche lunghi di allagamento. La piantumazione di queste specie può essere prevista in quelle zone più prossime allo specchio d'acqua che, per effetto delle escursioni stagionali del livello della falda acquifera, sono periodicamente invase dalle acque. L'insediamento del bosco igrofilo è favorito da popolamenti a grandi carici, tipici delle zone umide, costituiti essenzialmente da *Carex elevata*, *C. riparia* e *C. acutiformis* realizzabili in aree sommerse da pochi centimetri di acqua. Per la realizzazione di questi ambienti saranno necessari interventi rilevanti sul profilo delle sponde in modo da ottenere zone praticamente pianeggianti in prossimità dello specchio d'acqua.

Farnia, biancospino, ligustro e berretto da prete rappresentano le specie arboree ed arbustive tipiche dei boschi planiziali ed il loro insediamento può essere previsto nelle zone maggiormente svincolate dalle acque.

| Formazioni arboreo - arbustive | Nome comune        | Nome scientifico              |
|--------------------------------|--------------------|-------------------------------|
|                                | Frassino ossifillo | <i>Fraxinus oxycarpa</i>      |
|                                | Pioppo bianco      | <b>Populus alba</b>           |
|                                | Olmo               | <i>Ulmus minor</i>            |
|                                | Pallone di maggio  | <i>Viburnum opulus</i>        |
|                                | Salici             | <i>Salix alba, Salix spp.</i> |
|                                | Ontano             | <i>Alnus glutinosa</i>        |
|                                | Spin cervino       | <i>Rhamnus catharticus</i>    |
|                                | Frangola           | <i>Frangula alnus</i>         |
|                                | Prugnolo           | <i>Prunus spinosa</i>         |
|                                | Perastro           | <i>Pyrus pyraeaster</i>       |
|                                | Sambuco            | <i>Sambucus nigra</i>         |
|                                | Farnia             | <i>Quercus robur</i>          |
|                                | Biancospino        | <i>Crataegus monogyna</i>     |
|                                | Ligustro           | <i>Ligustrum vulgare</i>      |
|                                | Berretto da prete  | <i>Euonimus europaeus</i>     |

Tabella 7.1 - Specie vegetali tipiche delle formazioni arboreo arbustive dei boschi igrofilo e planiziali.

- Trasformazione in bacino irriguo per attività agricole

Altra tipologia di recupero delle area di cava, nel caso del fiume Panaro, è la trasformazione in bacino irriguo per attività agricole. La necessità di acqua a fini irrigui per le coltivazioni agricole è una necessità che molte volte viene superata con emungimenti abusivi da pozzi non autorizzati e più spesso, come nel caso del tratto in esame, ricorrendo a captazioni di acqua direttamente dal fiume, magari nei periodi estivi quando il deflusso vitale del corso d'acqua è già critico.

A tal fine alcune aree di cava potrebbero essere recuperate come bacino irriguo, anche secondo finalità paesaggistiche.

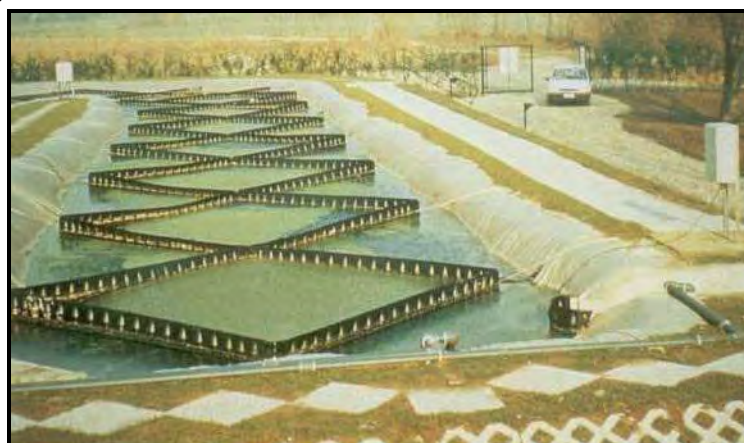


Figura 7.8 – Un bacino di depurazione e raccolta delle acque.



Figura 7.9 – L’inserimento nel paesaggio di un sistema di depurazione e raccolta delle acque su un affluente del fiume Adda.

La scelta però deve essere indirizzata in base ad alcuni criteri: la localizzazione deve essere prossima alle attività agricole o comunque facilmente collegabile, l’area andrà destinata necessariamente a quella funzione perché difficilmente compatibile con altri usi, primo tra tutti l’uso naturalistico, la zona da trasformare a bacino irriguo non importa che sia uno specchio di cava con acqua, ma anzi è da prediligere la scelta delle zone alterate dall’attività di estrazione non a contatto con la falda. Quest’ultimo punto è molto importante perché il bacino di cava rappresenta comunque un elemento critico per la falda ed è necessario evitare altro consumo ed altri rischi di inquinamento.

Inoltre localizzando i bacini in aree depresse non a contatto con la falda si può provvedere attraverso l’impermeabilizzazione del fondo al recupero delle acque piovane e all’intercettazione delle acque superficiali delle aree urbane opportunamente trattate e fitodepurate.

Infine si suggerisce di utilizzare questo criterio anche nel caso di regolamentazione e localizzazione di aree ad orti urbani in modo che gli stessi agricoltori possano avere un approvvigionamento autorizzato, gestito e sicuro.

- Aree ad uso ricreativo-sportivo

Nel caso in esame si ritiene che l’uso a fine ricreativo-sportivo vada perseguito in misura minore, o meglio con strutture a basso impatto ambientale. Visto il carattere del tratto di studio e la finalità alla riqualificazione del fiume Panaro anche in funzione di un parco fluviale, si ritiene che le aree di cava recuperate ad uso ricreativo devono sottostare ai criteri generali di tipo geomorfologico-ecologico-paesaggistico.

A questo proposito bisogna sottolineare che l’uso a fini ricreativi è compatibile in particolare se connesso con il sistema dei percorsi esistenti e di progetto, collegato anche ai centri urbani localizzati lungo il fiume.

Ad esempio tra Savignano e Vignola, in destra del Panaro, si trova l'area di cava con frantoio, che opportunamente recuperata e collegata al Percorso Natura può essere strategica per la vicinanza alle due città.



Figura 7.10 – Una sistemazione a fini ricreativi di un'area di cava basata su concetti a basso impatto.



Figura 7.11 – Una sistemazione a fini ricreativi-sportivi di un'area di cava.

Un altro ambito che può essere recuperato a fini ricreativi e didattici è il polo 8 dove l'attività di cava è in corso e in via di completamento. L'ambito è piuttosto grande e posto in area strategica per la vicinanza a Spilamberto, in sinistra ed a San Cesario in destra. In questo tratto sarebbe opportuno prevedere un collegamento pedonale e ciclabile di collegamento tra le due sponde, che dovrà riallanciarsi ad un percorso specifico di penetrazione trasversale al centro di San Cesario.

Quest'area si localizza in un tratto di minore pregio agricolo ed inoltre diffusamente alterato dalle attività di estrazione di inerti. Pertanto sembra uno punti più idonei allo sviluppo di un progetto con finalità ricreative-sportive-didattiche più strutturato.



Figura 7.12 – Una sistemazione a fini ricreativi-sportivi più strutturata.

### Opere ed usi incongrui

Rispetto a usi ed opere incongrue in area golenale sono stati rilevati due elementi di disturbo ed interferenza alla fruizione ed alla percezione visiva del fiume.

Questi sono i muri a retta che caratterizzano lunghi tratti del Panaro, in particolare tra Vignola e Spilamberto e gli orti urbani che si trovano diffusi in prossimità delle aree residenziali.

- I muri a retta

Come già accennato tra Vignola e Spilamberto si localizzano, su entrambe le sponde, muri in c.a. che determinano situazioni di interferenza alle dinamiche ecologiche e geomorfologiche, oltre che di disturbo alla percezione visiva del paesaggio ed alla possibilità di fruire gli ambienti fluviali del Panaro.

Le tipologie di intervento sono fondamentalmente tre, divisi secondo il criterio di opportunità/possibilità di abbattere o no le strutture in c.a.

Nel caso non sia opportuno abbattere i muraglioni (anche dal punto di vista economico), per esempio in tratti dove lo spazio di rimodellazione sia limitato, si suggerisce di procedere attraverso il “riutilizzo” delle strutture in funzione di un nuovo disegno degli affacci lungo fiume.

I casi di riutilizzo sono suddivisi in:

1.A- IN AMBITO AGRO-FLUVIALE;

1.B- IN AMBITO URBANO E PERIURBANO.



Figura 7.12 – Un percorso sommitale in ambito urbano.

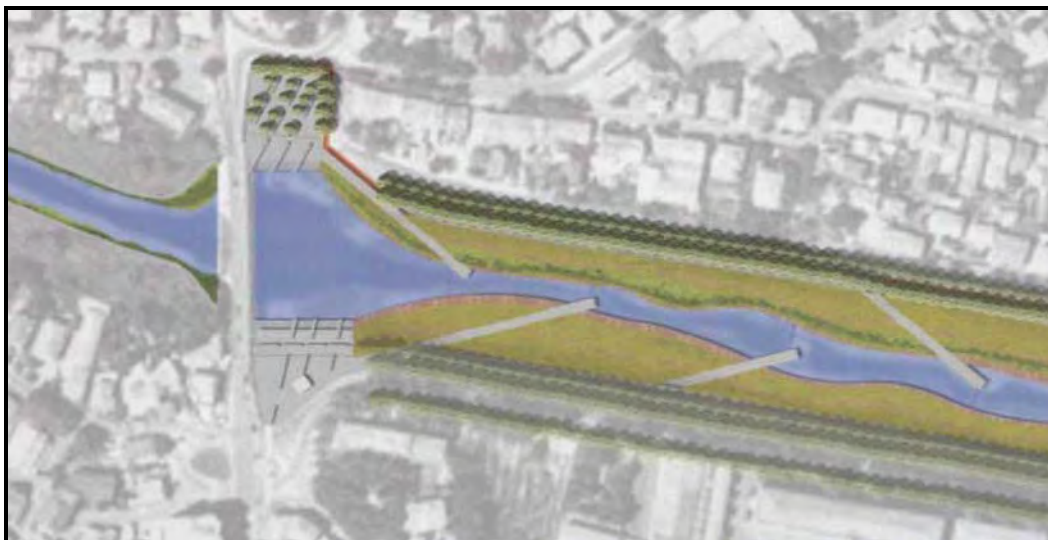


Figura 7.13 – Affacci sul fiume in un progetto di sistemazione delle rive in un tratto urbano.

Nel caso in cui vi sia la possibilità e la convenienza di abbattere i muri, nei casi ad esempio di aree ai margini più estese, è opportuno ripensare la sponda limitando la pendenza in modo ricavare ampie area a prato rustico per un raccordo più “diluito” con il lato campagna.

Il caso di demolizione è quindi:

1.C- IN ENTRAMBI I CASI \_ POSSIBILITA' RIMODELLAMENTO SPONDA.



Figura 7.14 – Una sistemazione della riva a bassa pendenza dopo la demolizione del muro.

Nel caso in cui non sia possibile abatterli ma sia necessario mitigare l’impatto percettivo allora si propone di creare un scarpata che raccordi il muro al piano basso e di riempirla con terreno vegetale o con terre armate rinverdite. Questo caso migliora lievemente la rigidità determinata dal muro, ma in particolare mitiga sensibilmente l’impatto visivo.

Il caso di mitigazione è quindi:

1.D- IN ENTRAMBI I CASI \_ NECESSITA' DI MINIMIZZARE L'IMPATTO VISIVO.

Gli schemi sono riportati al paragrafo 7.4.5.

- Gli orti

Questi usi si localizzano in area golenale e sono diffusi generalmente in tutto il tratto di studio. Allo stato attuale alcuni limitano l'accesso al fiume e la fruizione degli spazi fluviali. Sono però esigenze che possono essere rese compatibili con la riqualificazione del Panaro. Anzi la loro regolamentazione e riorganizzazione può rappresentare occasione di sistemazione paesaggistica se letti come proposto nel paragrafo 7.4.6.

Vi sono inoltre esperienze in cui gli orti urbani sono organizzati per svolgere attività didattiche in stretta relazione tra le attività agricole di autoconsumo, le fattorie e le strutture ricettive quali gli agriturismi.



Figura 7.15 – Un'area ad orti e attività didattiche collegate.

#### **P4- Migliorare la permeabilità dell'ambito fluviale.**

Come già accennato le azioni relative a questa strategia, come nel caso P5, vanno comunque intraprese quando si pianifica e progetta un intervento di riqualificazione fluviale.

- Rinaturazione e connettività ecologica con strutture di servizio a basso impatto per la sosta e l'orientamento dell'escursionismo.

La tipologia di recupero proposta risulta idonea con la specificità di un ambito a matrice rurale che appare strategico per la conservazione dell'agrosistema e il recupero e potenziamento della connessione ecologica diretta fra le aree collinari e pedecollinari situate ad est e a ovest del fiume Panaro.

In particolare questa tipologia trova maggiore applicazione nell'ambito fluviale tra Casona e Marano, nell'ambito delle aree di cava a stretto contatto con le zone agricole e nell'ambito dei meandri.

Al suo interno dovrà essere attuata la difesa dei valori ambientali da compiersi: attraverso il sostegno di una agricoltura che faccia sempre meno uso di prodotti chimici ricorrendo a tecniche alternative; l'equipaggiamento del paesaggio agrario attuato mediante l'impianto di macchie di campo, vegetazione non colturale, siepi permanenti, filari alberati; la ricostituzione, o costituzione, delle fasce boscate riparie al fine di garantire, ad attuazione avvenuta, soglie di biopotenzialità e degli altri indicatori ecologici congrue ed accettabili in rapporto al ruolo svolto dall'ambito nel sistema territoriale considerato.

Si dovrà altresì tenere conto del fatto che un ordinamento colturale variegato rappresenta un elemento centrale nella definizione della "qualità ambientale" di un territorio, permettendo condizioni tali da consentire anche il mantenimento di un habitat maggiormente favorevole alla sopravvivenza della fauna selvatica.

Sarà poi opportuno analizzare anche la possibilità di un indirizzo agricolo non tradizionale, definibile in senso lato come "agricoltura biologica", che non vari in modo significativo le disponibilità trofiche per la fauna, utilizzando tecniche agronomiche più rispettose dei cicli naturali e stagionali.

Nell'ambito agro-fluviale tra Marano e Via del Confine, proprio per il valore delle colture in atto si suggerisce di calibrare l'intervento secondo una forma di salvaguardia degli impianti più vecchi ed una incentivazione alla formazione di fasce filtro tra le colture ed il fiume di maggiore qualità paesaggistica.

- Trattare le connessioni e gli accessi come rete di collegamento a zone attrezzate e non.

In molti casi lungo il tratto analizzato sono limitate le connessioni trasversali tra il fiume ed il territorio contiguo. Per lunghi tratti è quasi impossibile raggiungere il fiume e l'area golenale. Sono scarsi anche i collegamenti tra le due rive. Infatti nel tratto analizzato di 33 km sono presenti i ponti stradali di: Casona, Marano (posto a circa 6 Km a valle), Vignola, (dopo ulteriori 4 Km), Spilamberto (8 Km dopo quello di Vignola) e S. Ambrogio (13 Km a valle). Da segnalare, a circa 2 Km a valle del ponte dell'Autostrada A1, la presenza di un attraversamento praticabile nei periodi di magra, di proprietà privata connesso al frantoio di cava. Pertanto è auspicabile prevedere attraversamenti pedonali e ciclabili che mettano in relazione le sponde.

Luoghi ritenuti idonei, per risorse attraversate e valore paesaggistico, sono ad esempio: nel tratto tra Vignola e Via del Confine nei pressi di Via Brodano da dove attraversare l'alveo per ricollegarsi a Mulino di Savignano, nel tratto da Via del Confine verso Spilamberto dalla strada 623 nei pressi dell'area ex-Sipe Nobel attraversando il polo 10 e passando l'alveo verso Casino Barbieri, nel tratto di San Cesario nell'area del polo 8 ed infine nel tratto della cassa d'espansione recuperando il passaggio attuale al termine dell'attività del frantoio (o dopo la sua delocalizzazione).



Figura 7.16 – Una tipologia di passerella pedonale e ciclabile.

#### **P5- Valorizzare il paesaggio agro-fluviale**

Come già accennato le azioni relative a questa strategia vanno comunque intraprese quando si pianifica e progetta un intervento di riqualificazione fluviale, in particolare nel caso di ambito agro-fluviale.

- Recupero naturalistico con impianto di specie arboree ed arbustive da lasciare all'evoluzione naturale.

Si tratta di un areale in cui sussiste la necessità di concorrere mediante piantagioni ad arricchirlo di contenuti tanto sul piano percettivo che su quello naturalistico-ecologico.

La ricostituzione della copertura vegetale può infatti attivare un processo di ottimizzazione in termini visuali con benefici percepibili dall'intera porzione di territorio circostante e, al tempo stesso, favorire la riorganizzazione di comunità animali tramite la scelta delle specie vegetali e della loro disposizione spaziale.

L'impianto di quinte vegetali continue di verde, costituite da alberi ad alto fusto delle specie locali miste da mantenere a bosco e sottobosco rustico, si rivela infatti capace di accrescere la vitalità biologica complessiva dell'ecosistema.

Nel caso specifico è opportuno che l'intervento venga concepito come un intervento di forestazione a boschi planiziali, attuato mediante la creazione di barriere a specie miste che svolgano funzioni plurispecifiche.

- Recupero ambientale del paesaggio agrario connesso all'ambito fluviale.

La tipologia di intervento consente la valorizzazione ambientale e d'uso di aree di scarsa qualità da ottimizzare con la creazione di "corridoi" ecologici ed altre opere di equipaggiamento del paesaggio.

In particolare, la componente vegetazionale non colturale o "spontanea" (erbacea, cespugliosa, arbustiva e arborea) dovrebbe essere conservata e mantenuta fino al raggiungimento di quantità minime per le diverse tipologie vegetali; la percentuale di aree coperte da vegetazione non colturale

atta a garantire condizioni di equilibrio ecologico, varia a seconda delle caratteristiche del territorio, sia esso ad esempio a seminativi estensivi o a colture arboree. Nel caso in esame vi tratti caratterizzati da aree coperte da frutteti, ma anche zone ad colture irriguo o addirittura abbandonate e degradate da attività produttive (quali le cave) dove la necessità di una percentuale di vegetazione non colturale è più alta. Si possono però fornire indicazioni generali che andranno calibrate in base alle zone e allo stato delle colture in atto:

- macchie di campo: formazioni non colturali areali arboree e arbustive di dimensioni variabili da 500 mq sino a 1500 mq, di larghezza non inferiore a m.10, densità areale minima 60mq/ha;

- siepi: formazioni lineari costituite da alberi e/o arbusti che delimitano gli appezzamenti fino a costituire un collegamento a rete. Impianto su fasce di larghezza non inferiore a 3 metri, densità lineare minima di 40 m/ha

- alberature: formazioni lineari di alberi disposti in filare, densità lineare minima di 46 m/ha.

L'opportunità del mantenimento e dell'introduzione di "macchie di campo" e di siepi è legata alla loro potenzialità di mitigare la perdita di vegetazione legata all'agricoltura ed avere un effetto compensativo sotto il profilo di diverse componenti ambientali: da quella genericamente paesaggistica a quella specificamente faunistica di habitat privilegiato per la vita animale. Il sistema puntiforme costituito dalle macchie di campo, integrato dal sistema lineare costituito dalle siepi, purché sia creata una rete ininterrotta con distanza tra i nodi non superiore a 500 metri e siano impiegate specie vegetali attrattive per la fauna, offre infatti possibilità di rifugio, nidificazione e alimentazione a molti animali selvatici.

L'importanza del mantenimento e del miglioramento della dotazione di alberature, che aumenta se si riesce a costruire un sistema interconnesso e collegato sia con le formazioni boschive contigue sia con i corsi d'acqua, non è solamente di carattere naturalistico e paesaggistico, ma anche di carattere produttivo e di difesa del suolo. Le formazioni vegetali lineari, infatti, svolgono complesse funzioni di protezione dagli effetti negativi del vento (erosione del suolo, danni alle colture, ecc.), di cui diminuiscono la velocità media e di miglioramento delle condizioni climatiche complessive (con minor perdita di umidità per evapotraspirazione e minore esposizione ai danni per gelate).

### **7.3.1 Scheda di sintesi del quadro di riferimento**

Di seguito è allegata la scheda Sintesi del quadro di riferimento per la riqualificazione paesaggistica del fiume Panaro dove sono riportati i criteri per la definizione delle proposte paesaggistiche.

| SINTESI ANALISI DIAGNOSTICA                                                         |                              |                                                                                                                                                | OBIETTIVI                                                                                                                                                                     | STRATEGIE D'INTERVENTO ED AZIONI SPECIFICHE                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | INDICAZIONI PRELIMINARI                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| Criticità rilevate                                                                  | Opportunità rilevate         | Occasioni e/o possibilità                                                                                                                      | Finalità generale:<br>Riqualificazione paesaggistica dell'ambito fluviale                                                                                                     | Strategie d'intervento                                                  | Azioni specifiche                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Criteri e schemi tipologici di riferimento per la riqualificazione paesaggistica |
|                                                                                     |                              |                                                                                                                                                | <b>Finalità perseguita:</b><br><b>1. Migliorare Percezione visiva e fruizione</b><br><br><b>2. Recuperare aree degradate</b><br><br><b>3. Programmare i nuovi interventi.</b> |                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                  |
|                                                                                     | Pensare ad un parco fluviale | Occasione di Programmazione politica multiobiettivo                                                                                            |                                                                                                                                                                               | <b>P1-</b> Progettare/programmare i nuovi interventi in ambito fluviale | - Piano guida generale.<br>- Scelte politiche concordate.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                  |
| Percezione visiva in ambito urbano                                                  |                              | Possibilità di Valorizzazione dialogo fiume e città.<br>Possibilità di progetto integrato nel paesaggio fluviale.                              |                                                                                                                                                                               | <b>P2-</b> Ripensare i fronti urbani in ambito fluviale                 | - Pianificare i singoli interventi approntando piani d'ambito di indirizzo generale.<br>- Finalizzare gli interventi alla sistemazione paesaggistica di tipo ricreativo a scala urbana.<br>- Riprogettare aree significative dal punto di vista percettivo e funzionale.<br>- Delocalizzare usi incongrui.<br>- Stabilire accessi principali.<br>- Trattare le connessioni come rete di collegamento a zone attrezzate e non. | Esemplificazione nel tratto di Vignola e Spilamberto                             |
| Progetti futuri di infrastrutture (lineari, diffuse, idrauliche) in ambito fluviale |                              | Occasione di indirizzare e condizionare le scelte tipologiche in fase di programmazione.<br>Occasione per un progetto integrato nel paesaggio. |                                                                                                                                                                               | <b>P1-</b> Progettare/programmare i nuovi interventi in ambito fluviale | - Definizione dell'ambito marginale da progettare in funzione dell'inserimento della struttura.<br>- Scelta della tipologia appropriata rispetto all'inserimento nel paesaggio ed al carattere dei luoghi.<br>- Sistemazione in base alle destinazioni d'uso compatibili.                                                                                                                                                     | Esemplificazione del caso della Pedemontana.                                     |

## **7.4 ESEMPI ED APPLICAZIONI**

I piani di risanamento dei corsi d'acqua hanno stretti legami con la pianificazione territoriale e paesistica, oltre che con altri piani di settore. Poiché il condizionamento viene realizzato attraverso il coordinamento degli usi, l'ambito più razionale per questo tipo di pianificazione è il bacino idrografico, che spesso è molto esteso, e quindi è utile ricorrere per motivi pratici a pianificare il risanamento di parti di corsi d'acqua (scelte in base ai criteri stabiliti). In ogni caso la strategia per il risanamento non considera solo un corpo d'acqua delimitato, ma una pluralità di usi distribuiti nel territorio che costituiscono il "paesaggio fluviale".

Il piano di rinaturalizzazione deve poi essere esteso alla fascia territoriale adiacente che nel caso in esame si basa sulla delimitazione oggettiva compiuta dal gruppo di ricerca e denominata "Area di potenziale riqualificazione".

Tale area può rappresentare una prima proposta per la formazione di un parco e divenire l'occasione per pianificare un sistema connettivo del territorio, dove il fiume costituisce una struttura verde, un corridoio di naturalità che si dirama nel paesaggio agrario lungo i canali e i paleoalvei. Con questa impostazione il paesaggio del Panaro diviene il tessuto connettivo di una visione integrata che consente l'accessibilità e la fruibilità dal centro urbano al territorio aperto.

Alla luce dell'analisi condotta ed all'approccio con cui è stata avviata la fase propositiva si è scelto di fornire indicazioni su sei criticità/opportunità ritenute significative perché esemplificative di più azioni sinergiche di riqualificazione.

- CASO C-P3: CASSA D'ESPANSIONE DEL PANARO
- CASO P-P1: AREA DELLA PEDEMONTANA
- CASO S-P2: FRONTE URBANO DI SPILAMBERTO
- CASO V-P2: FRONTE URBANO DI VIGNOLA
- CASO M-P3: MURI A RETTA IN AREA GOLENALE
- CASO O-P3: ORTI URBANI IN AREA GOLENALE

I casi sono presentati di seguito secondo criteri e schemi tipologici di riferimento.

Nella figura seguente sono individuati i casi puntuali riferibili ad aree specifiche, non sono localizzati i muri e gli orti perché diffusi su ampi o diffusi tratti del fiume.

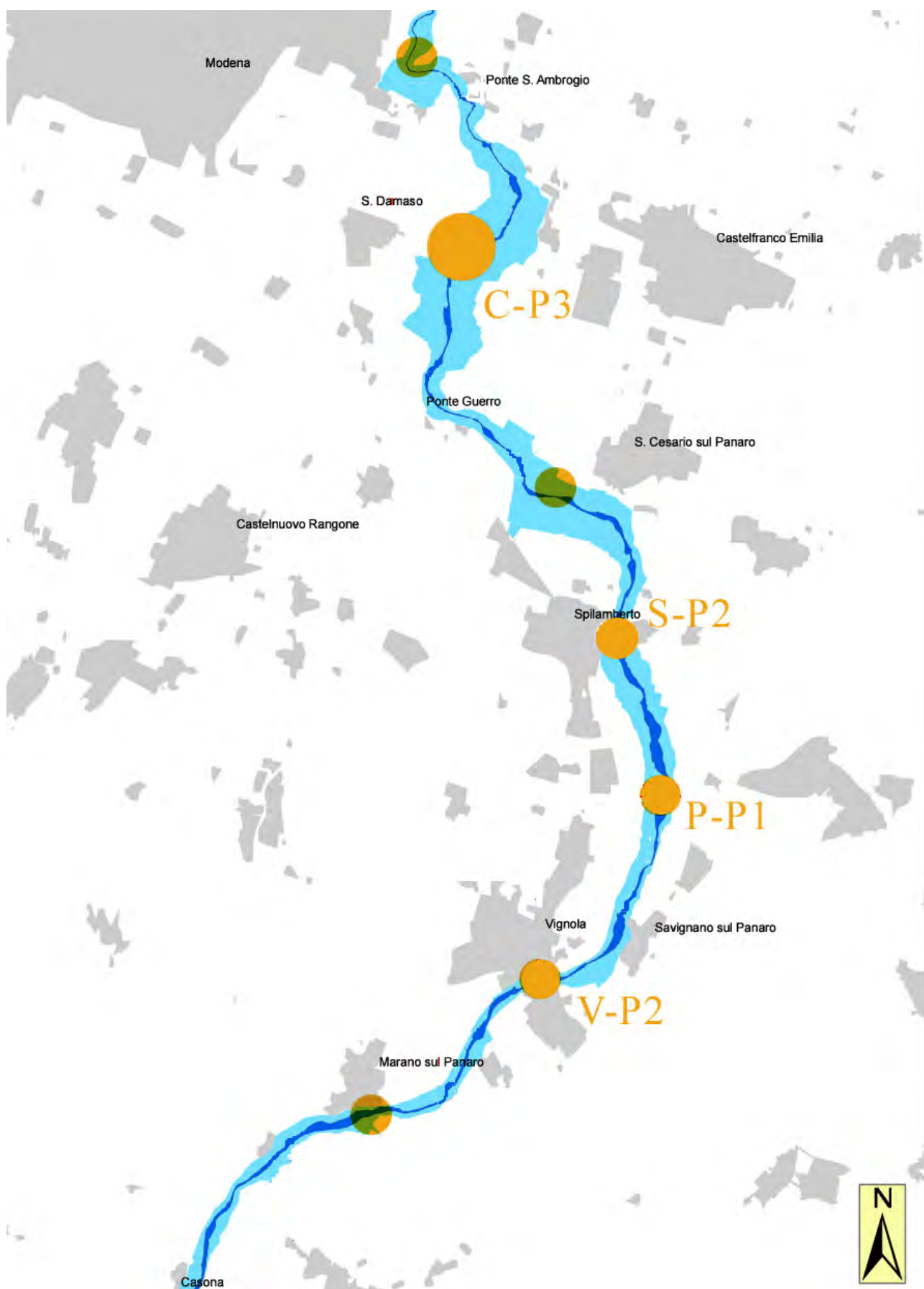


Figura 7.17 – Localizzazione dei casi tipologici di riferimento.

#### **7.4.1 Caso C-P3: Cassa d'espansione del Panaro**

In questo luogo si localizza la cassa di espansione del fiume Panaro, caratterizzata da laghi di cava su entrambe le sponde. L'area è stata classificata S.I.C.-Z.P.S. codice sito IT4040011. Viste le peculiarità addotte per la classificazione si suggeriscono tipologie di recupero e valorizzazione finalizzate alla naturalizzazione ed all'uso escursionistico-didattico dell'ambito. Va tuttavia sottolineato che le comunità animali e le specie vegetali, nel loro complesso, sono decisamente più povere e banali di quelle che potenzialmente potrebbero trovare il giusto habitat. In tal senso non giocano a favore l'estensione, la profondità e la morfologia delle sponde dei bacini stessi, precisazione che vale per tutti gli specchi d'acqua di cava che si localizzano lungo il tratto di studio. È pur vero comunque che in queste aree umide, in particolare dove sono cessate da tempo le attività estrattive, si sono create le condizioni di resilienza utili al recupero della zona a biotopo "naturale".

Vista l'estensione e la localizzazione dell'ambito si suggerisce di approntare almeno due aree attrezzate con servizi e parcheggi, secondo tipologie a basso impatto ambientale, che garantiscano la possibile fruizione, anche regolamentata, del sito.

I punti ritenuti più idonei a questa funzione sono:

- la zona dove attualmente si trova il frantoio di San Damaso; in questo caso è necessario provvedere alla delocalizzazione dell'attività secondo una logica che tenda a riunire in un'unica area più impianti di lavorazione, in modo da limitare l'impatto a pochi poli funzionali accorpendo le tante strutture che attualmente caratterizzano tutto il tratto del fiume. Successivamente la stessa area andrà riqualificata, inserendo nel contesto agro-fluviale della cassa, una zona attrezzata di collegamento tra il territorio (direzione San Damaso – Modena) e il fiume;
- l'area nei pressi di Sant'Anna raggiungibile lasciando la Via Emilia in direzione sud-ovest verso la il manufatto di restituzione della cassa. Questa zona appare valida sia perché vicina alle infrastrutture di collegamento in direzione Castelfranco Emilia – Modena, sia perché può costituire da fascia/area cuscinetto tra le attività antropiche limitrofe e l'ambito agro-fluviale della cassa;
- infine potrà essere valido approntare, anche in fase successiva, un punto di accesso privilegiato tra Cà San Gaetano e C. Bosco perché, oltre ad essere uno dei luoghi più significativi per il dialogo con l'ambito agricolo, può essere il nodo di connessione tra i percorsi provenienti da nord (presenza di un guado legato alla camionabile) e quelli che dirigono a sud, visto che in quella zona sono presenti o in previsione collegamenti con la rete dei percorsi pedonali e ciclabili verso il territorio attiguo (Percorso del Panaro, ciclabile Vignola-Modena, Percorso ciclabile argine cassa d'espansione, Percorso ciclabile Modena-Castelfranco Emilia-San Cesario, ecc...).

Le azioni, trattate al paragrafo 7.3, da sviluppare in questa area sono pertanto:

- Creazione di biotopi umidi artificiali – finalità naturalistico-ecologica.
- Creazione di boschi planiziali.
- Rinaturazione e connettività ecologica con strutture di servizio a basso impatto per la sosta e l'orientamento dell'escursionismo.

#### **7.4.2 Caso P-P1: area della Pedemontana**

L'area dove si localizza la Pedemontana è particolarmente strategica per risorse ed opportunità di tipo socio-economiche e caratteristiche paesaggistiche in genere. I motivi già ampiamente hanno fatto scegliere questo ambito come esempio tipologico di un nuovo intervento infrastrutturale in area fluviale. Di seguito sono riportati tre schemi che rappresentano l'approccio con cui affrontare la progettazione in aree così sensibili, in particolare al consumo di territorio ed alla sottrazione di permeabilità.

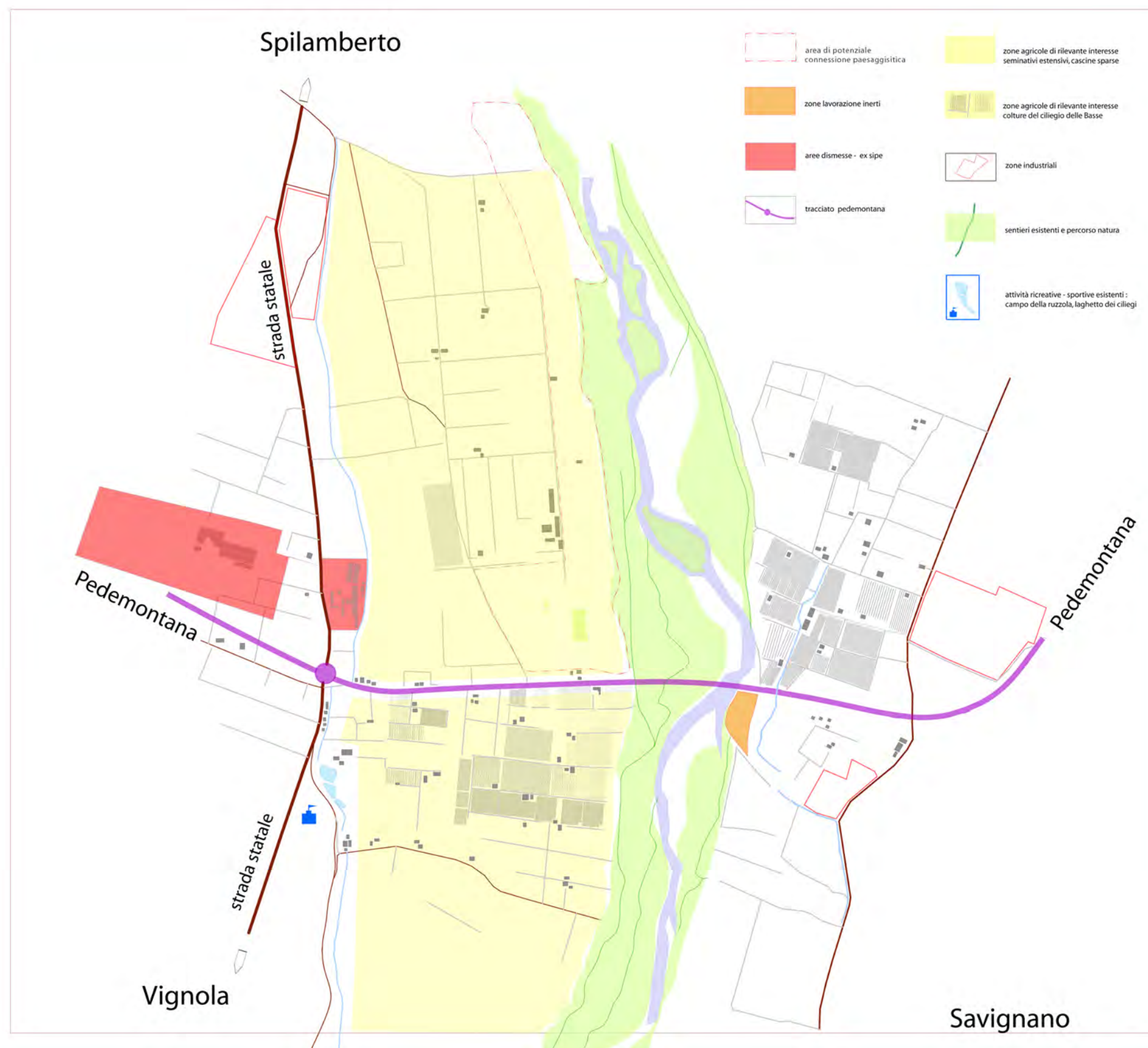
I passaggi sono principalmente: l'esposizione delle opportunità, le azioni di riqualificazione e le strategie per armonizzare il margine con l'infrastruttura.

Si può notare inoltre che in un intervento così complesso ed organico di debba ricorrere ad azioni plurime per la riqualificazione generale dell'ambito.

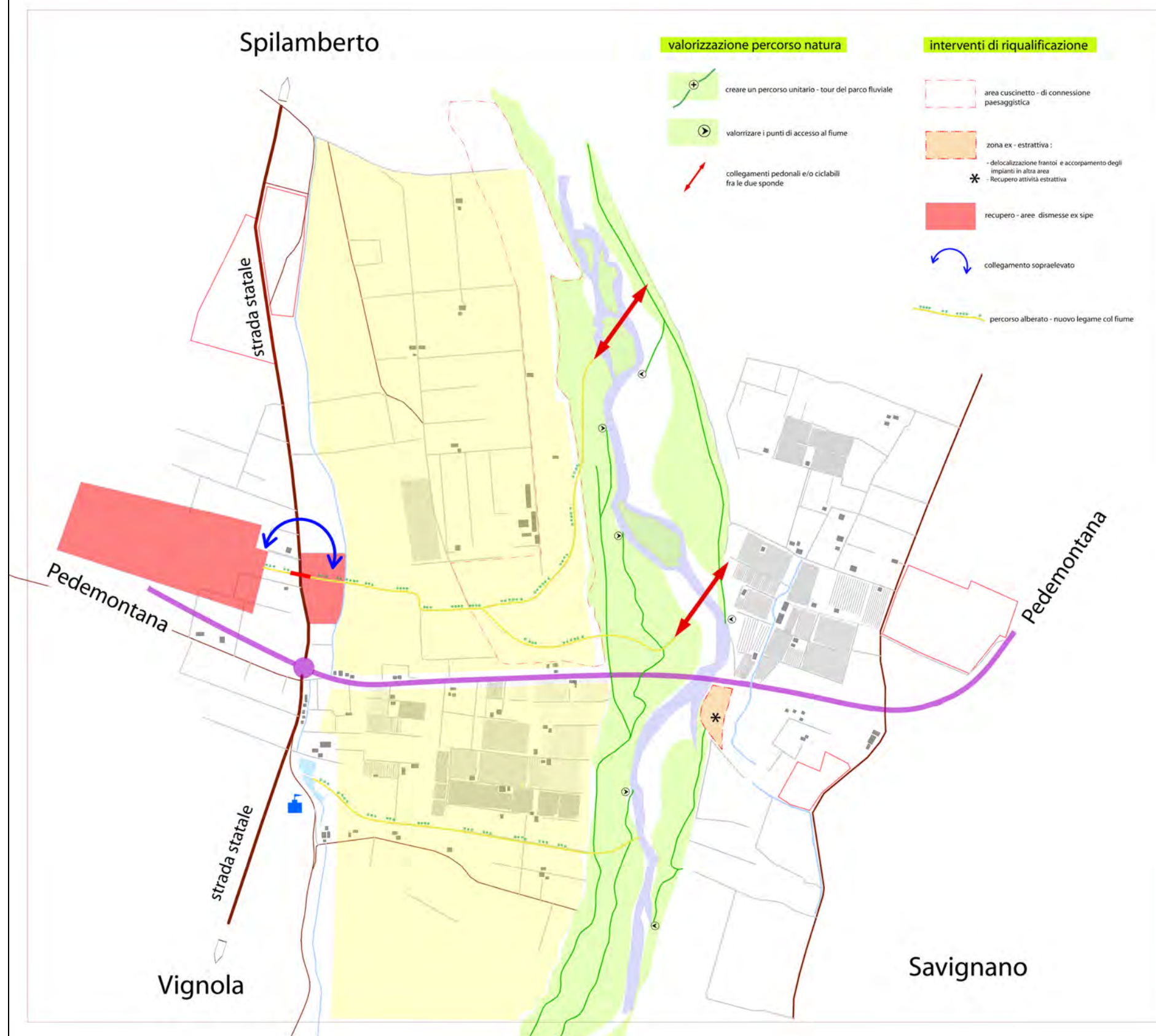
Nel caso specifico si deve appunto:

- ricucire il margine tra infrastruttura e piano campagna;
- predisporre collegamenti di penetrazione alternativi alla strada carrabile equipaggiati di alberature con funzione di barriera filtro (fonoassorbente oltre che di valor estetico-ecologico);
- definire le aree “cuscinetto” boscate di separazione visiva tra le funzioni specifiche dell'ambito, collocando anche aree attrezzate a basso impatto ambientale;
- delocalizzare il frantoio in riva destra con la logica dell'accorpamento di poche aree funzionali;
- recuperare e valorizzare il paesaggio agricolo al margine dell'infrastruttura, collegando i percorsi poderali al sistema dei sentieri esistenti e di progetto;
- approntare un progetto specifico di raccordo tra l'ambito agro-fluviale e l'area ex-Sipe Nobel.

## SCHEMA DELLE OPPORTUNITA'



# INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE



# INFRASTRUTTURE LINEARI E AMBITI A LORO MARGINALI

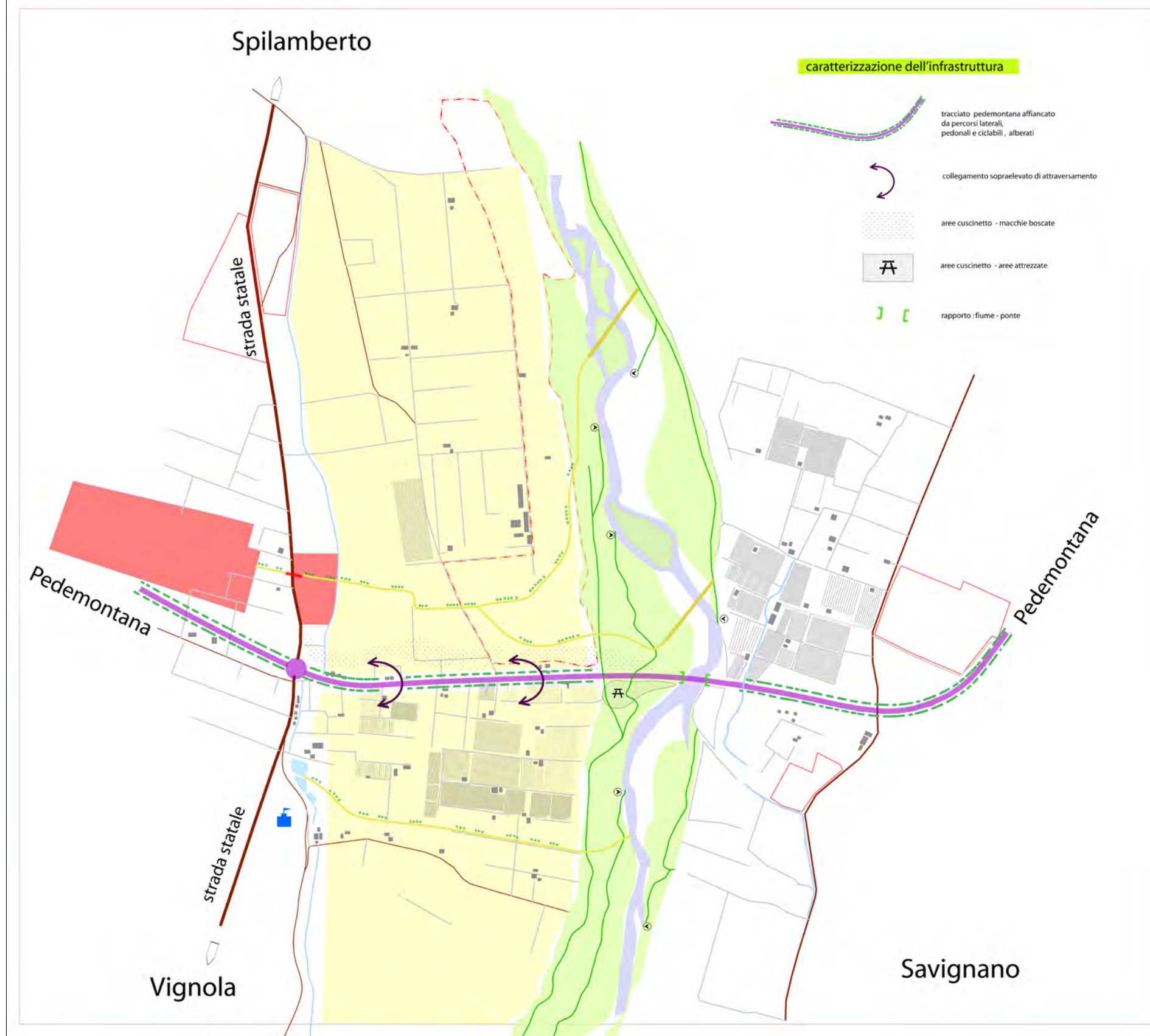




Figura 7.18 – Sezione tipo della Pedemontana nei tratti a raso.

### **7.4.3 Caso S-P2: fronte urbano di Spilamberto**

Uno dei punti in fregio al fiume di maggiore interesse storico-culturale, oltre a Vignola, è la cittadina di Spilamberto. Il contatto visivo e la possibilità di fruire dell'ambito fluviale è però sensibilmente compromessa da numerose alterazioni. Le criticità pertanto non sono esclusivamente percettive, ma in gran parte legate ad opere ed usi incongrui che limitano la permeabilità delle sponde. A Spilamberto dunque coesistono criticità che devono essere affrontate con azioni specifiche in più direzioni.

Inoltre i tratti in area urbana come nel caso di Spilamberto si prestano ad una riqualificazione del fiume in funzione di un uso ricreativo-fruttivo delle sponde e della aree di margine tra il Panaro e la città.

In questa ottica è stata fatta la proposta per il tratto di Spilamberto.

Di seguito è riportato lo schema con gli interventi previsti nell'ambito di Spilamberto.

Anche in questo caso la strategia è messa in atto con azioni multiple per la riqualificazione generale dell'area che va oltre il fronte urbano in senso stretto.

Nel caso specifico si deve appunto ricucire il rapporto tra la città ed il Panaro e quindi sono stati indicati i seguenti interventi:

- trovare un'area di connessione da attrezzare a verde che colleghi il centro con la riva del fiume; la zona si incunea tra la parte residenziale a sud e l'area agricola a seminativi e si presta ad ospitare servizi diversi;
- spostare gli orti sotto il ponte a sud in zone più idonee e organizzate come indicato nel paragrafo 7.4.6;
- potenziare i collegamenti lungo il fiume e le connessioni trasversali; in particolare è critica l'area a nord del ponte, dove la zona in sinistra necessita di un progetto specifico di sistemazione paesaggistica che riveda anche l'accesso laterale dove si colloca l'isola ecologica;
- delocalizzare i due frantoi in riva destra con la logica dell'accorpamento di poche aree funzionali;
- recuperare l'area di cava in destra idrografica secondo una finalità ricreativa di collegamento tra la parte sud a destinazione sportiva (piscina, tennis, ecc...) e la zona nord a recupero naturalistico-ecologico;
- ripensare i muri a retta presenti lungo il fiume su entrambe le rive secondo i criteri indicati al paragrafo 7.4.5.

## Fronte urbano in ambito fluviale - Spilamberto

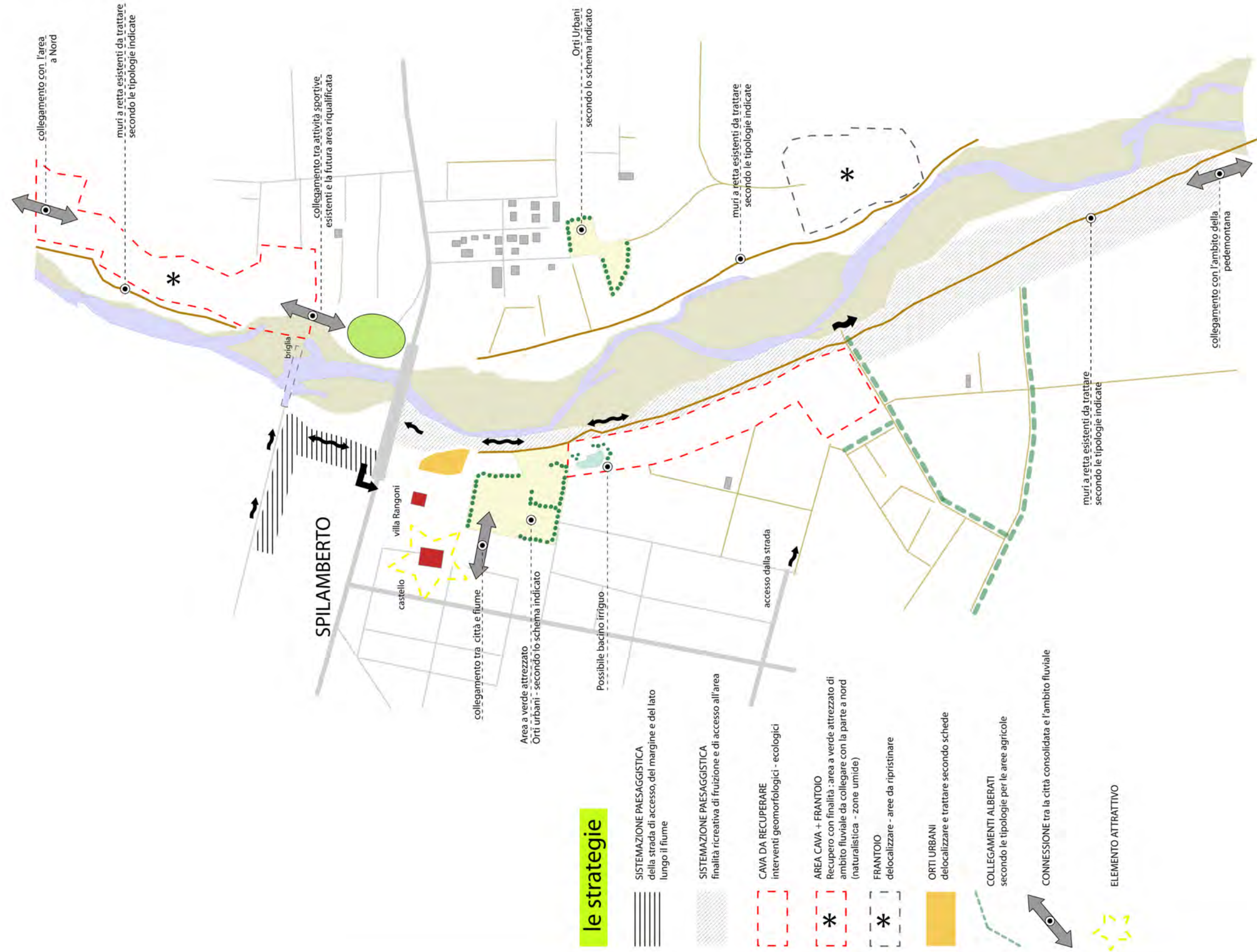




Figura 7.19 – Sezione tipo del tratto di Spilamberto.

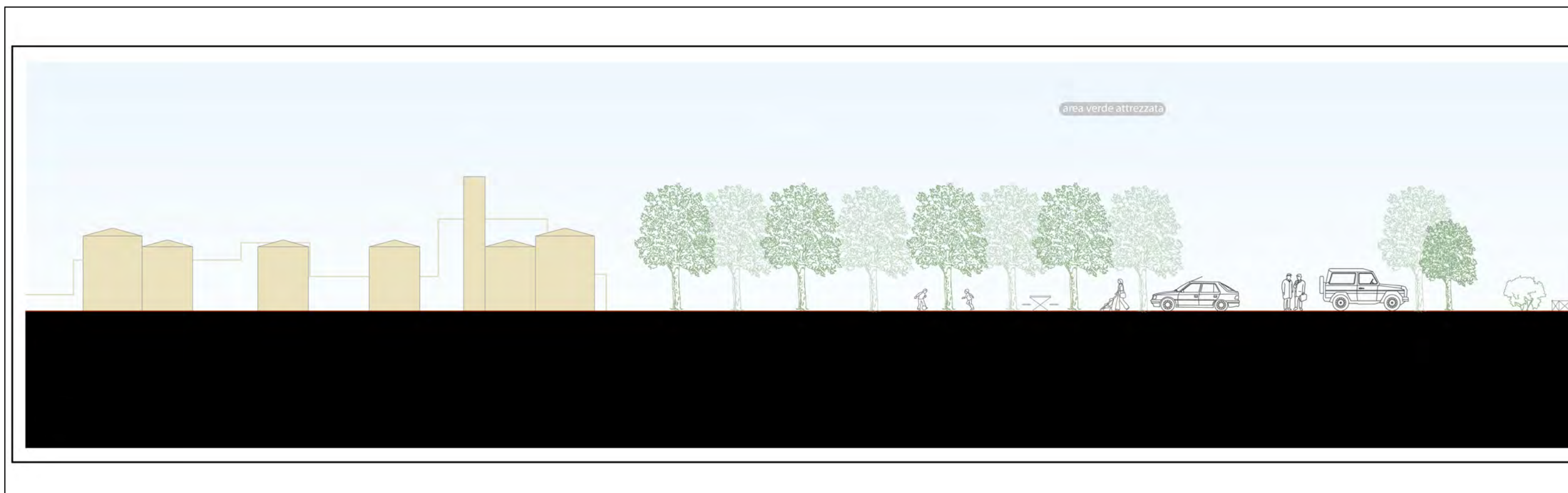


Figura 7.20 – Estratto della sezione nel punto di connessione tra la città e il fiume ove si localizza il nodo dei servizi con area a verde attrezzato.

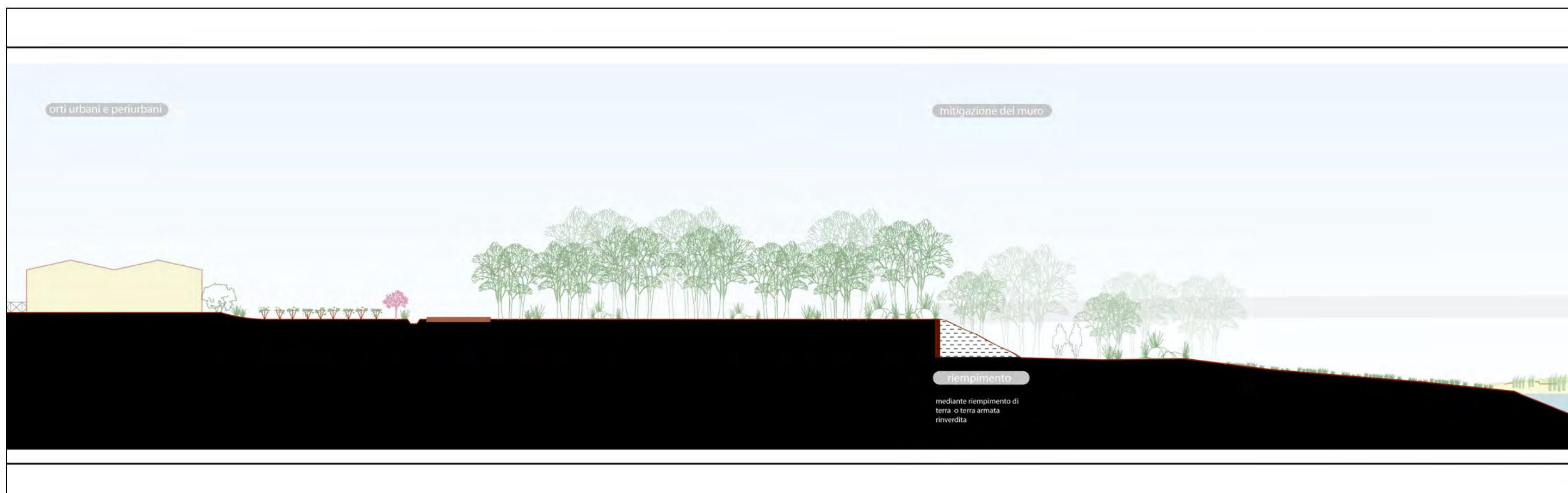


Figura 7.21 – Estratto della sezione nel punto di connessione tra piano campagna e area golenale ove oggi si collocano i muri a retta. In questo caso è stato trattato in modo da mitigare l’impatto con il riempimento.

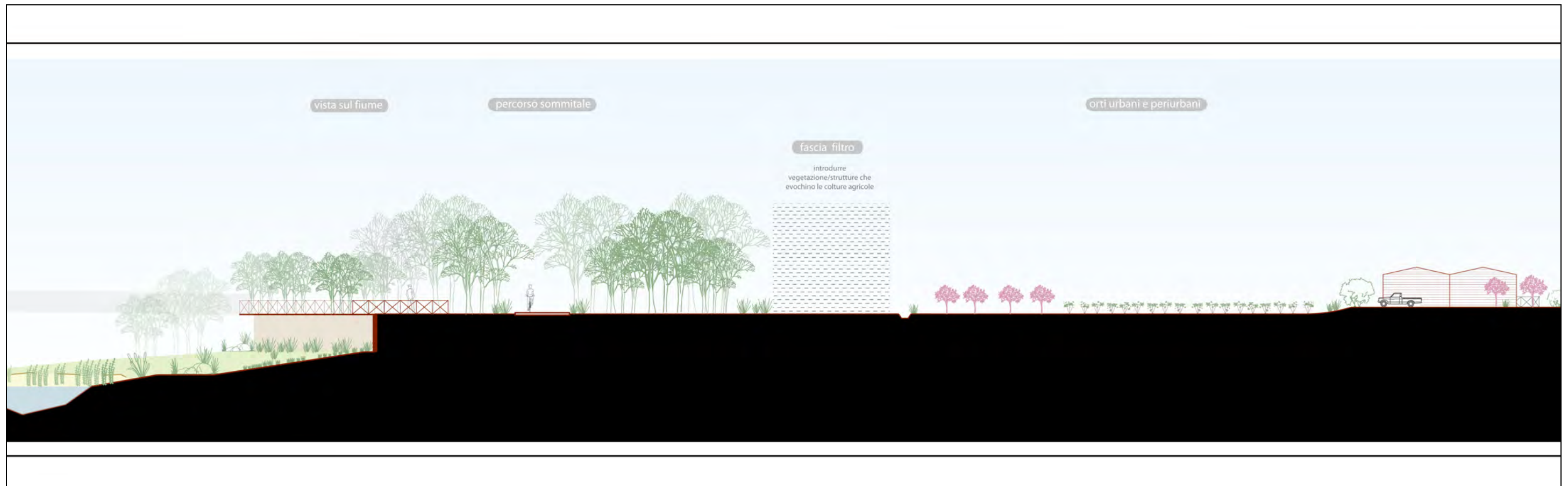


Figura 7.22 – Estratto della sezione nel punto di connessione tra il fiume e la campagna. Il muro è stato ripensato come affaccio sul fiume e la zona di contatto tra area ricreativa e colture agricole è stata trattata con una fascia filtro di *valore* paesaggistico.

#### **7.4.4 Caso V-P2: fronte urbano di Vignola**

Vignola è la città che si trova più di tutte in fregio al fiume. Il legame è consolidato e storicizzato. Ad oggi però la percezione del fiume e dal fiume è compromessa da alcuni elementi di forte criticità, in parte dovuti ad una pianificazione disorganica.

Le criticità sono già state descritte nel capitolo 4, in particolare al paragrafo 4.5.2.

I tratti in area urbana come nel caso di Vignola si prestano ad una riqualificazione del fiume in funzione di un uso ricreativo-fruttivo delle sponde e della aree di margine tra il Panaro e la città.

In questa ottica è stata fatta la proposta per il tratto di Vignola.

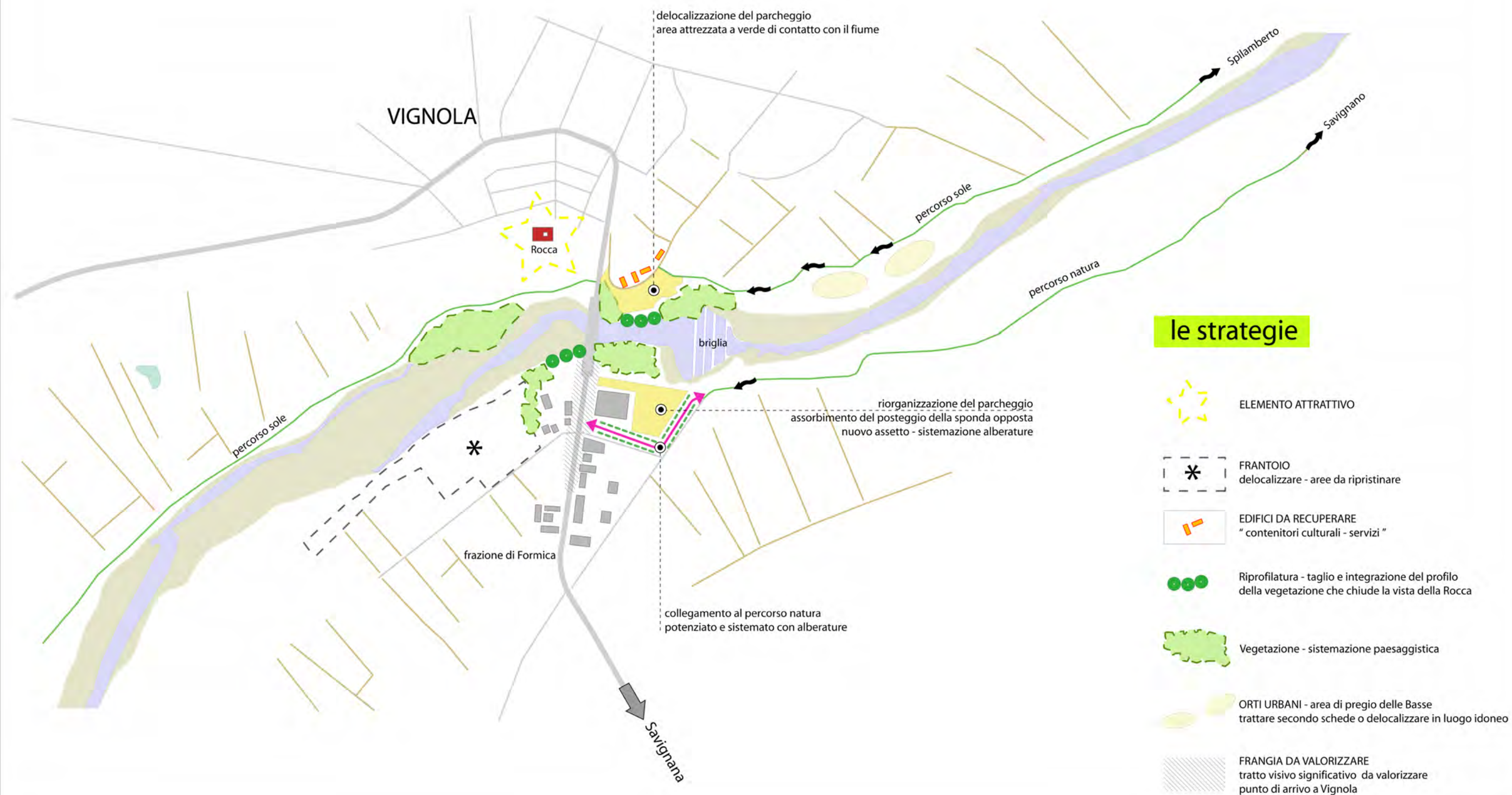
Di seguito è riportato lo schema con gli interventi previsti nell'ambito di Vignola.

Anche in questo caso la strategia è messa in atto con azioni multiple per la riqualificazione generale dell'area che va oltre il fronte urbano in senso stretto.

Nel caso specifico si deve potenziare il rapporto visivo e collegare i servizi presenti sulle due sponde, quindi sono stati indicati i seguenti interventi:

- potenziare il collegamento tra il Percorso Natura in riva destra e la città di Vignola; la connessione può avvenire riprogettando il tratto che nei pressi della briglia si sviluppa attraversando l'area a parcheggio e raggiunge il ponte dalla parte della frazione di Formica;
- il parcheggio in sponda destra può assorbire il posteggio sotto la Rocca e può essere riordinato con equipaggiamento vegetale; questa riorganizzazione favorisce il ridisegno dello skyline della città e la vista della rocca; la riprofilatura della vegetazione ripariale attraverso il taglio e l'integrazione con specie idonee per forma e caratteristiche;
- regolamentare gli orti in area golenale secondo quanto indicato nel paragrafo 7.4.6; non si indicano altre localizzazioni perché vanno valutate in modo opportuno rispetto alle colture di pregio delle basse;
- delocalizzare il frantoio in riva destra con la logica dell'accorpamento di poche aree funzionali;
- pianificare una sistemazione paesaggistica della vegetazione ripariale nei pressi del ponte su entrambe le sponde in funzione della percezione visiva e l'uso ricreativo delle rive.

## Fronte urbano in ambito fluviale\_interventi - Vignola



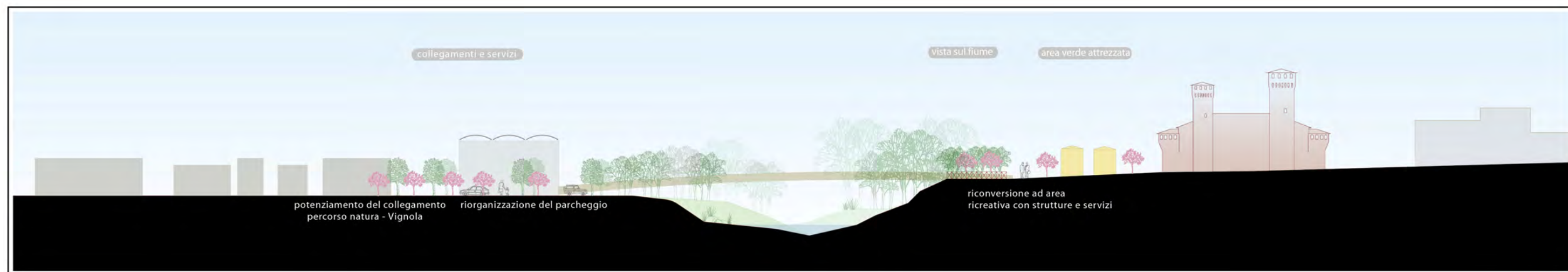


Figura 7.23 –Sezione nei pressi del ponte di Vignola con la riorganizzazione dei servizi e il ridisegno della vegetazione in funzione della percezione visiva.



Figura 7.24 – Estratto della sezione.

#### **7.4.5 Caso M-P3: muri a retta in area golenale**

Si forniscono gli schemi tipologici di riferimento per intervenire sui muri a retta presenti lungo il fiume. La scelta è stata quella di ipotizzare tre tipi di azioni: il riutilizzo, la demolizione e la mitigazione in funzione di una valutazione della convenienza, anche economica, di come agire a seconda del punto in cui si localizzano, visto il loro sviluppo per un tratto lungo del fiume.

I casi sono suddivisi in:

riutilizzo

1.A- IN AMBITO AGRO-FLUVIALE;

1.B- IN AMBITO URBANO E PERIURBANO;

demolizione

1.C- IN ENTRAMBI I CASI \_ POSSIBILITA' RIMODELLAMENTO SPONDA;

mitigazione

1.D- IN ENTRAMBI I CASI \_ NECESSITA' DI MINIMIZZARE L'IMPATTO VISIVO.

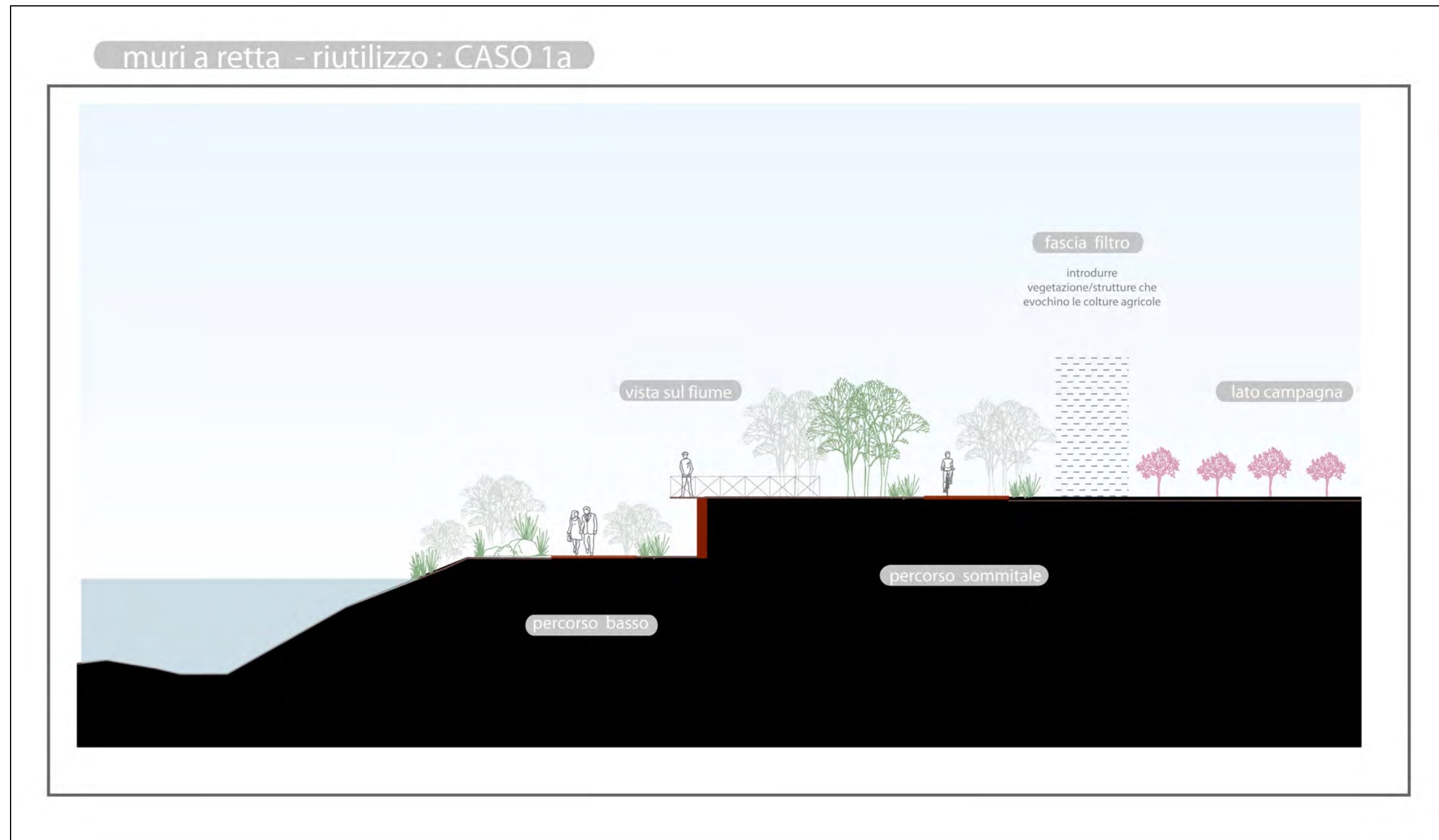


Figura 7.25 –Caso 1.a con il riutilizzo del muro a retta in ambito agro-fluviale.

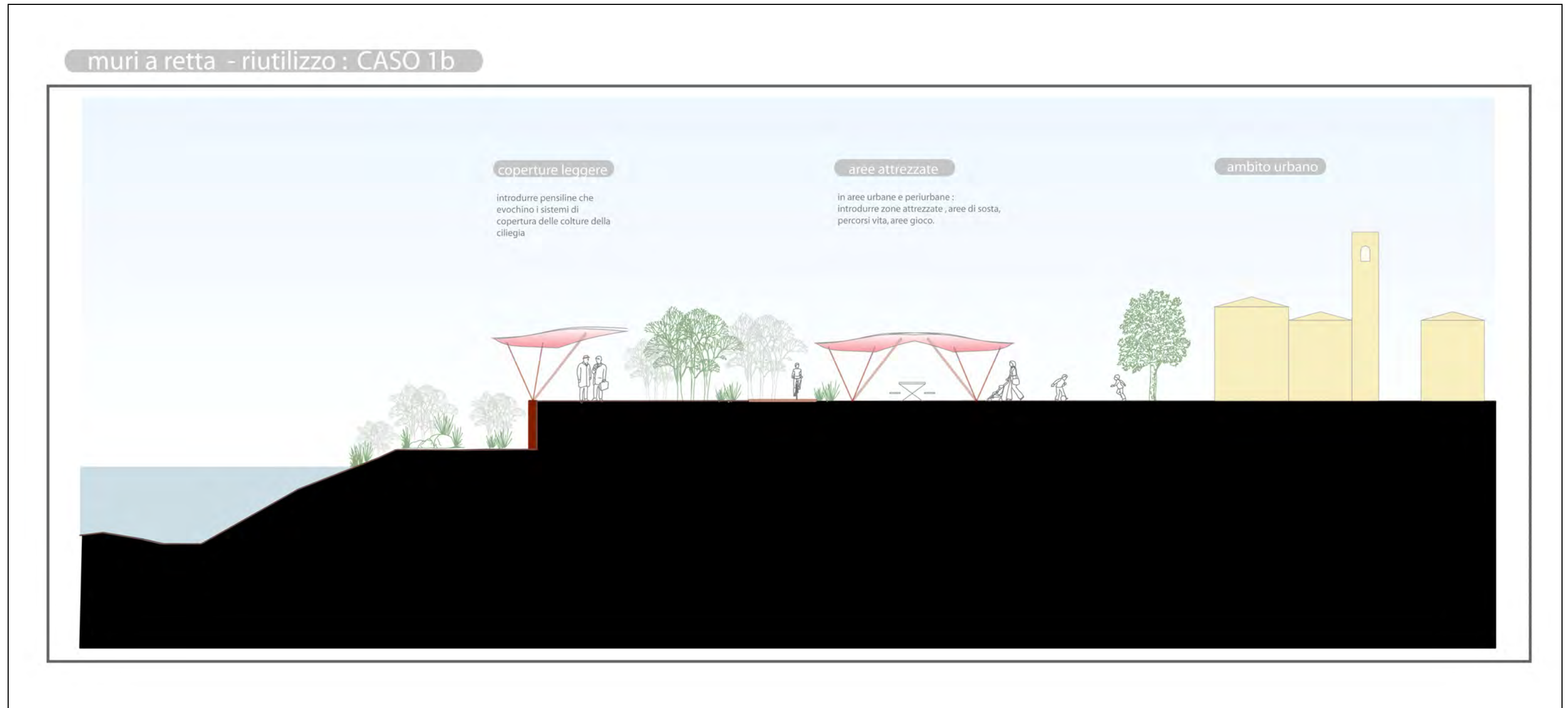


Figura 7.26 –Caso 1.b con il riutilizzo del muro a retta in ambito urbano e periurbano.

muri a retta - demolizione : 1c (entrambi i casi)

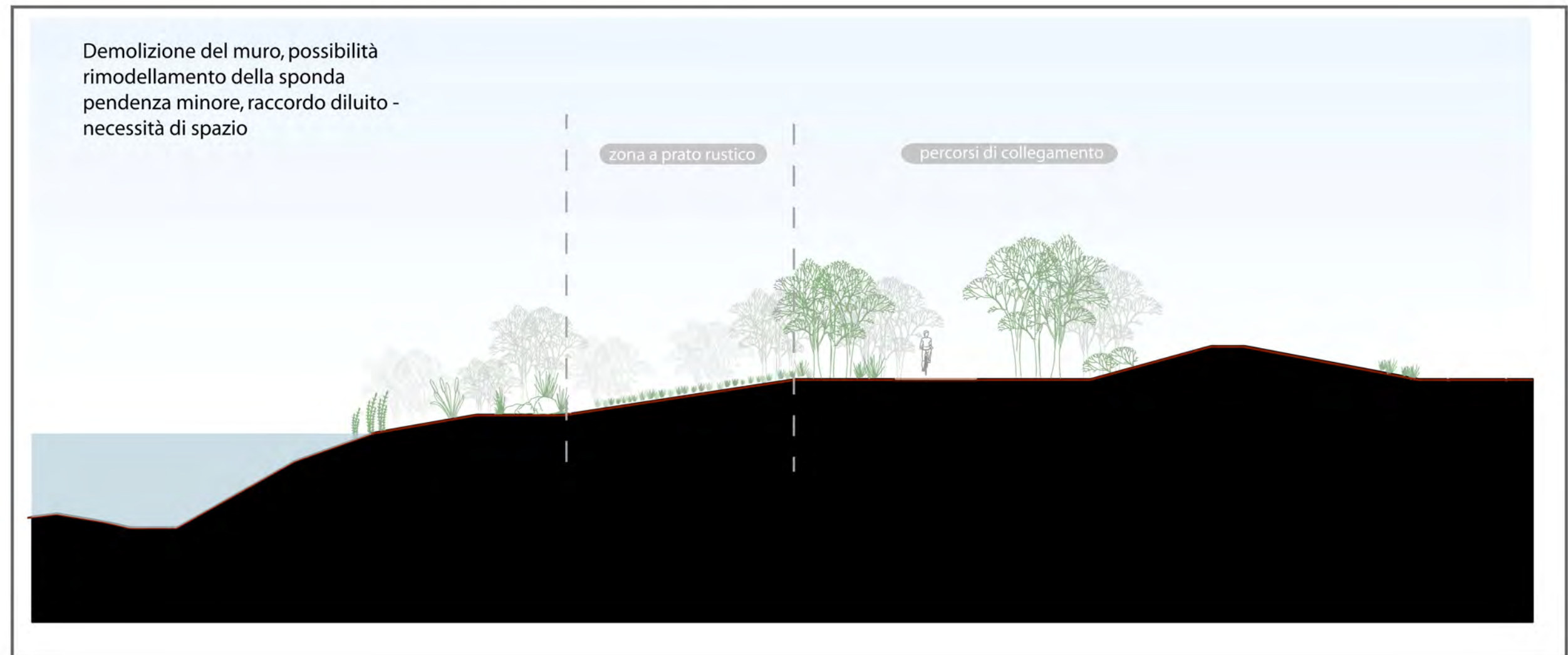


Figura 7.27 –Caso 1.c con la demolizione del muro a retta.

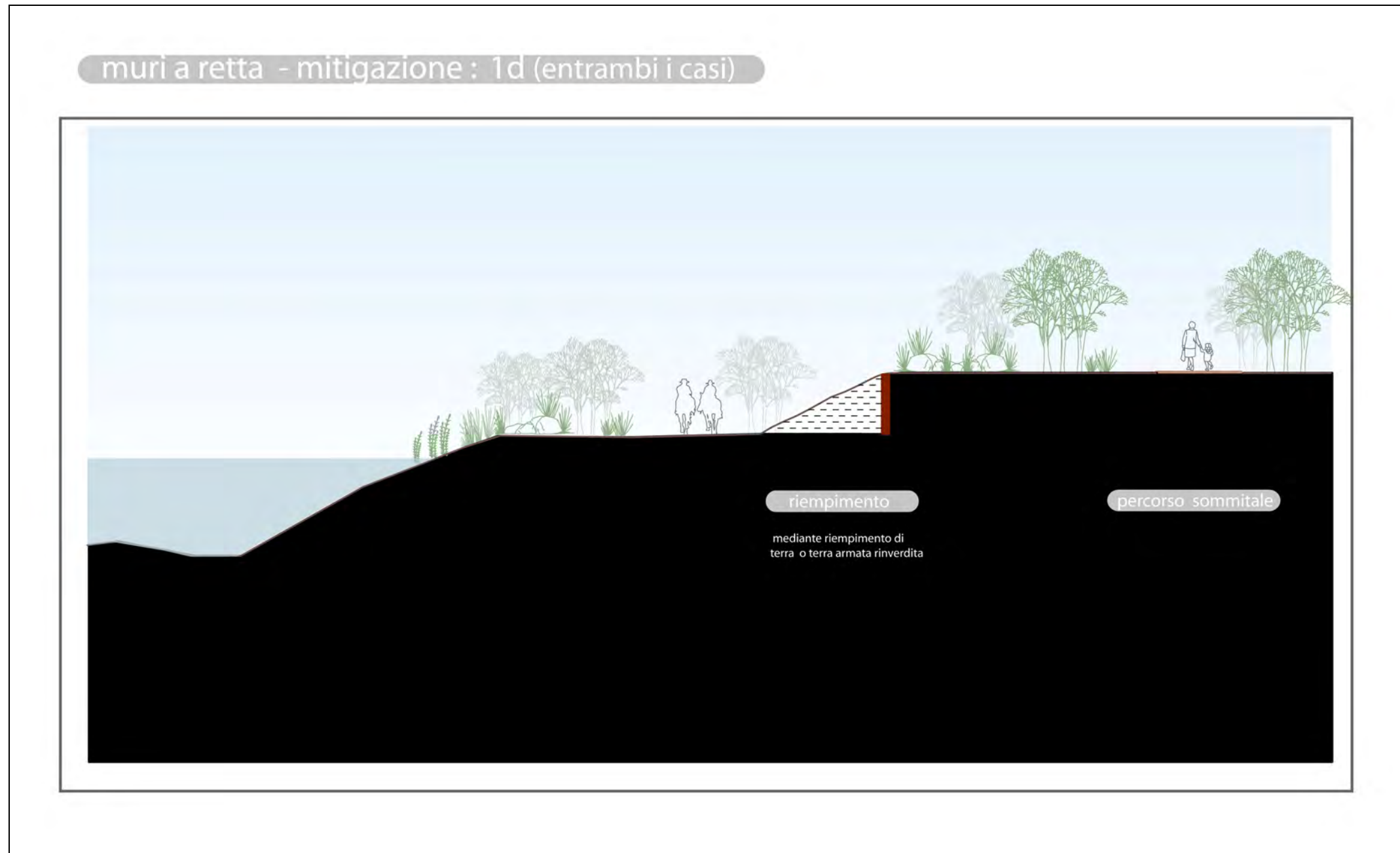


Figura 7.28 –Caso 1.d con la mitigazione del muro a retta.

#### **7.4.6 Caso O-P3: orti urbani in area golenale**

Lungo il tratto di studio sono diffusi orti urbani in area golenale che in alcuni casi limitano la fruizione del fiume e l'uso dei percorsi di accesso alle sponde.

Definire la giusta localizzazione non è finalità di questo studio visto che la scelta è condizionata, necessariamente, da fattori di tipo sociale, da motivazioni di pianificazione comunale e di compatibilità con le proprietà e le colture/usi in atto.

Sarebbe pertanto necessario approntare un regolamento generale del Parco Fluviale del Panaro che indirizzi le scelte di localizzazione e di gestione degli orti.

Si forniscono comunque i criteri generali di organizzazione degli orti urbani nell'ambito fluviale per una riqualificazione paesaggistica del fiume anche in funzione di queste necessità specifiche.

Gli schemi sono allegati di seguito, ma si vuole sottolineare un aspetto critico per la gestione degli orti e l'uso corretto della risorsa fiume. All'interno degli elaborati si pone l'accento sulla necessità di garantire un corretto approvvigionamento idrico attraverso bacini irrigui di accumulo. Questi oltre che utili per le colture agricole specializzate possono essere di appoggio per gli orti di autoconsumo, limitando così le captazioni non autorizzate.

## orti urbani e periurbani



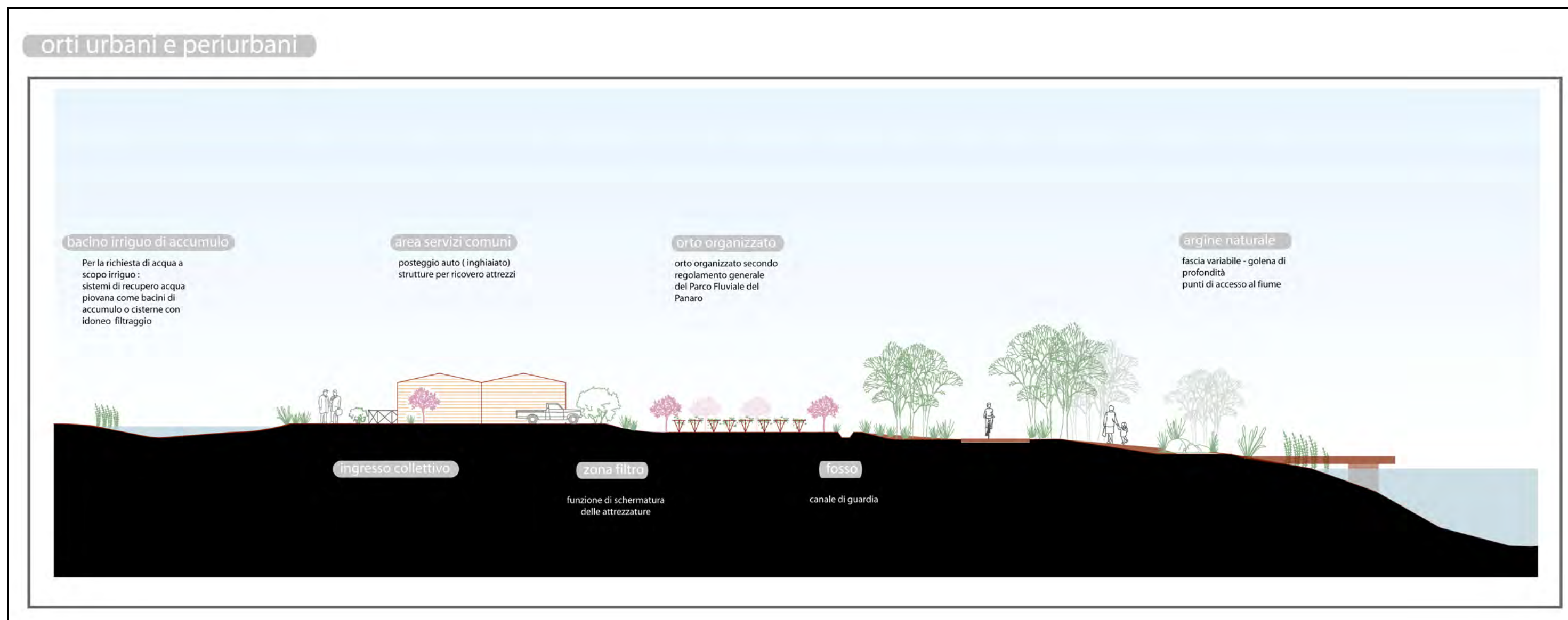


Figura 7.29 – Sezione tipo dell'organizzazione degli orti e la loro relazione con il fiume.

## **7.5 CONCLUSIONI**

Nel capitolo 8 sono accennati brevemente i criteri esposti nel presente capitolo per una lettura sintetica della fase propositiva.

## **CAPITOLO 8 – QUADRO D'INSIEME DELLE CRITICITÀ E DELLE PROPOSTE**

Le proposte per la riqualificazione del fiume Panaro avanzate nei Capitoli 5, 6 e 7, sono state tradotte in azioni specifiche localizzate lungo l'asta fluviale.

Nel presente capitolo si fornisce il **quadro d'insieme degli interventi** proposti di tipo **geomorfologico ed ecologico**, presentato sotto forma di TAVOLE DI SINTESI DELLE AZIONI relative ai 10 tratti in cui il fiume Panaro è stato suddiviso ai fini dell'individuazione degli interventi (si veda il Paragrafo 8.4); tale suddivisione, che non coincide con quella utilizzata per la caratterizzazione geomorfologica e quella ecologica, è funzionale a fornire una visione unitaria su porzioni di fiume omogenee in termini di problematiche riscontrate e soluzioni prospettate per risolverle.

Per favorire una comprensione immediata delle motivazioni che hanno suggerito gli interventi proposti, si sono inoltre realizzate delle TAVOLE DI SINTESI DELLE CRITICITÀ GEOMORFOLOGICHE ed ECOLOGICHE presentate nei Capitoli 2 e 3, tavole associate ai 10 tratti già citati.

Nei paragrafi 8.1 ed 8.2 si provvede a fornire una chiave di lettura delle tavole in relazione alle tematiche principali affrontate, geomorfologia ed ecologia, tavole presentate al Paragrafo 8.4; per quanto riguarda gli aspetti paesaggistici, si presenta al Par.8.3 una lettura di sintesi delle proposte avanzate, rimandando al Capitolo 7 per gli aspetti di maggior dettaglio.

### **8.1 CHIAVE DI LETTURA DELLE TAVOLE DI SINTESI DELLE CRITICITÀ E DELLE AZIONI PER LA RIQUALIFICAZIONE GEOMORFOLOGICA**

#### **8.1.1 Criticità geomorfologiche**

Le principali criticità geomorfologiche rilevate nel Capitolo 2 sono sintetizzate mediante 10 tavole in cui sono state riportate le seguenti informazioni, corredate da un testo di sintesi e da foto illustrative:

- Carta dell'alveo storico del Panaro nel 1884
- Carta dell'alveo storico del Panaro nel 1934-35
- Carta dell'alveo storico del Panaro nel 1981 (su base CTR)
- Carta dell'alveo storico del Panaro nel 2000 (su base ortofoto 2003)
- Grafico "Modificazioni del profilo longitudinale del fiume Panaro tra Vignola ed il Ponte di Sant'Ambrogio sulla via Emilia" (da Barbieri, 1998)

### **8.1.2 Azioni per la riqualificazione geomorfologica**

Le proposte per la riqualificazione geomorfologica del fiume Panaro illustrate nel Capitolo 5 sono state tradotte in azioni specifiche localizzate lungo l'asta fluviale.

Gli interventi morfologici indicati nel Capitolo 5 dalle sigle M1, M2 ed M3 (creazione di nuova piana inondabile, allargamento di sezione e creazione di canali secondari), sono stati riclassificati secondo i due criteri descritti di seguito, come mostrato in Tabella 8.1.

#### Criterio 1

Gli interventi sono suddivisi in base all'impiego nelle tre situazioni seguenti:

**Tipo 1 - Presenza di situazioni di forte criticità geomorfologica**, in particolare notevole restringimento e incisione dell'alveo

**Tipo 2 - Presenza di elementi antropici di disturbo**, anche in contesti dove le problematiche di tipo geomorfologico sono di minore entità

**Tipo 3 - Presenza di opportunità per coniugare esigenze socio-economiche con la riqualificazione del fiume**

Nelle situazioni di tipo 1, le azioni proposte hanno lo scopo di risolvere direttamente una situazione di dissesto geomorfologico rilevante, mettendo in campo le principali azioni di riqualificazione morfologica ritenute idonee per il Panaro e descritte al Capitolo 5.

Nelle situazioni di tipo 2, si rilevano elementi di disturbo in aree fluviali, come la presenza di frantoi, di muri di contenimento e di una strada camionabile utilizzata per il trasporto degli inerti e che scorre più o meno a ridosso delle rive del fiume.

Nelle situazioni di tipo 3 non si rilevano generalmente problemi eclatanti di tipo geomorfologico, sebbene in nessun tratto il Panaro possa definirsi in uno stato ottimo; si intravede però la possibilità di realizzare interventi di riqualificazione fluviale, e più in generale del territorio, ricercando sinergie con attività di tipo economico, previste o potenziali, come ad esempio quelle legate all'estrazione degli inerti. Queste possono essere indirizzate, incentivate ma anche vincolate a realizzare le attività imprenditoriali in modo che generino vantaggi anche al fiume. Tale situazione si verifica, ad esempio, nel caso del "Polo 10 – Magazzino", dove la sistemazione finale delle cave per l'estrazione degli inerti poste in frangia al fiume può essere indirizzata a ricreare una connessione tra alveo e terrazzo ora disconnesso, dando vita così ad una nuova piana inondabile.

Per ovviare alla presenza degli elementi di disturbo di tipo antropico appena descritti, si propongono interventi specifici in aggiunta a quelli di tipo strettamente geomorfologico:

- Abbattimento dei muri di contenimento
- Riqualificazione della strada camionabile
- Delocalizzazione dei frantoi

Nei tratti in cui questi elementi sono presenti, si determinano infatti situazioni di interferenza alle dinamiche ecologiche e geomorfologiche, oltre che di disturbo alla percezione visiva del paesaggio ed alla possibilità di fruire gli ambienti fluviali del Panaro.

## Criterio 2

Le azioni sono state suddivise sulla base di una prima definizione della loro fattibilità tecnico-economico-sociale e dell'urgenza del problema, secondo un giudizio soggettivo del gruppo di lavoro e dei colloqui che sono stati realizzati con i diversi Enti interessati:

**Fase 1 (F1)** - Interventi da eseguire nel breve periodo

**Fase 2 (F2)** - Interventi da eseguire nel medio-lungo periodo

Le azioni da realizzarsi nel medio lungo-periodo (fase 2) si riferiscono a situazioni che richiedono un'ampia concertazione tra gli Enti e con gli eventuali privati interessati, o comunque richiedono che le attività in essere nel sito indicato esauriscano il loro ciclo di vita (si pensi, ad esempio, alla delocalizzazione dei frantoi e alla riqualificazione della strada camionabile).

Dalla combinazione dei due criteri emerge la catalogazione delle azioni sintetizzata in Tabella 8.1, dove si indica anche la classificazione degli interventi introdotta nel Capitolo 5 (M1, M2, M3).

**Gli interventi di tipo geomorfologico proposti nelle tavole di sintesi delle azioni (Capitolo 8.4) sono quindi organizzati secondo lo schema di Tabella 8.1.**

Tabella 8.1 – Classificazione degli interventi di riqualificazione morfologica

| Tipo | Situazione                                                                                                      | Codice   | Azioni in Fase 1                   | Codice      | Azioni in Fase 2                          |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------------------------------|-------------|-------------------------------------------|
| 1    | <b>Presenza di situazioni di forte criticità geomorfologica: notevole restringimento e incisione dell'alveo</b> | Tipo 1.1 | Creazione di canali secondari (M3) |             |                                           |
|      |                                                                                                                 | Tipo 1.2 | Allargamento di sezione (M2)       |             |                                           |
|      |                                                                                                                 | Tipo 1.3 | Creazione di piana inondabile (M1) | Tipo 1.3-F2 | Creazione di piana inondabile (M1)        |
| 2    | <b>Presenza di elementi antropici di disturbo</b>                                                               |          |                                    | Tipo 2.1-F2 | Abbattimento dei muri di contenimento     |
|      |                                                                                                                 |          |                                    | Tipo 2.2-F2 | Riqualificazione della strada camionabile |
|      |                                                                                                                 |          |                                    | Tipo 2.3-F2 | Delocalizzazione dei frantoi              |
| 3    | <b>Presenza di opportunità per coniugare esigenze socio-economiche con la riqualificazione del fiume</b>        | Tipo 3.1 | Creazione di canali secondari (M3) |             |                                           |
|      |                                                                                                                 | Tipo 3.2 | Creazione di piana inondabile (M1) |             |                                           |

### **8.1.3 Criteri per la delimitazione dei confini del Parco Fluviale – Area di potenziale riqualificazione**

Le azioni proposte per la riqualificazione del Fiume Panaro e sintetizzate nelle Tavole del Capitolo 8.4, considerano le azioni ad ampia scala che potrebbero consentire al fiume un netto miglioramento delle sue condizioni geomorfologiche; tali interventi non sono però esaustivi, non considerando, ad esempio, criticità molto localizzate.

Altre azioni, come ad esempio quelle non strutturali illustrate al Capitolo 5, non sono localizzabili a priori lungo il fiume, ma richiedono uno studio di dettaglio che porti alla promulgazione di Norme Tecniche in relazione agli ambiti fluviali.

Risulta quindi utile definire un ambito territoriale in cui debbano essere applicati i criteri di gestione del fiume e del suo territorio, illustrati al Capitolo 5 (ma anche nel Capitolo 6 relativo all'ecologia fluviale), e le relative Norme Tecniche; tale spazio, denominato "Area di potenziale riqualificazione", dovrebbe perciò essere considerato come un ambito in cui sviluppare azioni di riqualificazione fluviale, strutturale o meno, anche al di là di quelle qui presentate.

Viene infine spontaneo utilizzare tale delimitazione del territorio come prima proposta di confini del Parco Fluviale del Fiume Panaro.

L'area suddetta è stata tracciata in modo da comprendere i territori interessati da:

- fascia di mobilità funzionale (Capitolo 2)
- aree SIC-ZPS
- Fasce A e B del PAI (AdbPo)

ma anche :

- aree interessate da manufatti idraulici, come ad esempio le Casse d'espansione
- aree mai interessate nel passato dalle dinamiche fluviali ma ora comprese all'interno di argini
- aree estrattive, attive o meno, presenti a diretto contatto con il corso d'acqua
- aree boscate non classificate/tutelate ma presenti nei pressi del corso d'acqua

I confini del Parco Fluviale sono quindi stati ottenuti seguendo i passaggi illustrati di seguito:

- Perimetrazione della fascia di mobilità funzionale relativa all'involuppo delle fasce storiche a partire da quella del 1890
  - o *Restringimento* di questa prima delimitazione eliminando i territori oramai irreversibilmente occupati da attività antropiche (abitati, attività produttive, ecc) e dalle principali attività produttive di qualità (es. area dei ciliegi di Vignola). Le altre aree agricole, interessate da seminativi, sono invece incluse all'interno dei confini del Parco
  - o *Allargamento* dei confini a comprendere le aree ora interessate da manufatti idraulici, come le Casse d'espansione ed aree mai interessate nel passato dalle dinamiche fluviali ma ora comprese all'interno di argini
  - o *Allargamento* dei confini a comprendere tutte le aree estrattive, attive o meno, presenti a diretto contatto con il corso d'acqua, comprese aree anche mai interessate dalle dinamiche fluviali, così da compensare il fiume rispetto ai danni subiti nei decenni passati (aree potenzialmente riqualificabili)
- Allargamento dei confini tracciati come al punto precedente includendo le aree SIC-ZPS e le aree boscate non classificate/tutelate ma presenti nei pressi del corso d'acqua
- Allargamento dei confini tracciati come al punto precedente includendo le aree delimitate dalle Fasce A e B del PAI (AdbPo)

## **8.2 CHIAVE DI LETTURA DELLE TAVOLE DI SINTESI DELLE CRITICITÀ E DELLE AZIONI PER LA RIQUALIFICAZIONE ECOLOGICA**

### **8.2.1 Criticità ecologiche**

Criticità ecologiche e punti di pregio, descritti e analizzati nel Capitolo 3, sono sintetizzati mediante 10 tavole, più una di legenda, in cui sono state riportate le seguenti informazioni in modo sintetico e con una forma grafica rapidamente leggibile:

- Distribuzione dei mesohabitat in alveo, in continuo.
- Stato della fascia riparia, in continuo.
- Tipologie vegetazionali, relativi indici sintetici descrittivi e informazioni riguardanti specie rare e habitat comunitari.
- Stato della connettività laterale, per riva e stazione di rilievo
- Stato dei microhabitat, per stazione di rilievo
- Posizione delle stazioni di rilievo
- Fotografie di situazioni di particolare interesse.

### **8.2.2 Azioni per la riqualificazione ecologica**

Le azioni proposte per la riqualificazione e il loro collocamento nell'area di studio sono stati suggeriti tenendo in considerazione l'insieme delle criticità e dei punti di pregio, avendo cura in particolar modo che le diverse azioni non entrassero assolutamente in conflitto tra loro, tramite un criterio teso a risolvere il più possibile le criticità e conservare e valorizzare i punti di pregio riscontrati. Dove possibile sono state privilegiate logiche multiobiettivo.

In dettaglio, le azioni sono state distinte temporalmente in due fasi:

**Fase I** - Interventi che possono essere eseguiti nel breve periodo

**Fase II** – Interventi che necessitano di prerequisiti per poter essere eseguiti

Ad esempio sono state inseriti in Fase II tutti gli interventi di riqualificazione delle aree di frantoio che prima necessitano della sua delocalizzazione.

Lo schema logico che ha portato a definire le azioni è proposto in tabella 8.2, assieme al codice con cui sono state denominate e alla suddivisione in azioni in prima o seconda fase.

## Relazione Finale – Capitolo 8

| Criticità / Pregio                                                                        | Opportunità                                                                                                                                                                                          | Codice e descrizione AZIONE                                                                                                         | FASE I | FASE II |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------|
| Bassa qualità dell'acqua, presenza di uno scarico importante                              | Possibilità di abbattere il carico in alveo, produzione biomassa                                                                                                                                     | AFF1 - Fitodepuratore e Area Filtro Forestale                                                                                       | ✓      |         |
|                                                                                           |                                                                                                                                                                                                      | AFF2 - Area Filtro Forestale                                                                                                        | ✓      |         |
|                                                                                           | Possibilità di abbattere il carico in alveo, aumentare il valore naturalistico, paesaggistico, economico dell'area                                                                                   | CAN1 - riqualificazione Canale S.Pietro - Diamante                                                                                  | ✓      |         |
| Connettività laterale critica, forte incisione, habitat di sponda compromessi             | Ripristino degli habitat di sponda, aumento delle aree esondabili, aumento della capacità autodepurativa del fiume, aumento indiretto dei microhabitat in alveo, diminuzione dei picchi di piena     | LAT1 - Riprofilatura sponda                                                                                                         | ✓      | ✓       |
|                                                                                           |                                                                                                                                                                                                      | LAT2 - Riprofilatura sponda e ricreazione piana inondabile                                                                          | ✓      |         |
|                                                                                           |                                                                                                                                                                                                      | LAT3 - Riprofilatura sponda e ricreazione canali secondari                                                                          | ✓      |         |
| Interruzione della continuità longitudinale a causa di opere trasversali                  | Ripristino della connettività longitudinale, recupero fuori alveo di habitat compromessi, aumento del valore ricreativo, integrazione con la pista ciclabile                                         | LON1 - Canale di bypass a sezione naturalistica                                                                                     | ✓      | ✓       |
|                                                                                           | Ripristino della connettività longitudinale                                                                                                                                                          | LON2 - Rampa in massi / Scala di risalita                                                                                           | ✓      |         |
| Banalizzazione dei microhabitat                                                           | Aumento della complessità dei microhabitat                                                                                                                                                           | MH1 - Aumento dei micro e mesohabitat tramite inserimento di massi e LWD                                                            | ✓      |         |
| Banalizzazione dei microhabitat causata dall'incisione                                    | Aumento indiretto della complessità dei microhabitat                                                                                                                                                 | MH2 - Aumento dei micro e mesohabitat indiretto provocato dalla riprofilatura delle sponde                                          | ✓      |         |
| Banalizzazione dei microhabitat e riva artificializzata con problemi di erosione          | Aumento della complessità dei microhabitat, della funzionalità della riva, la diversificazione dei flussi causa processi di deposito contrastanti l'erosione                                         | MH3 - Aumento micro e mesohabitat in alveo con massi, lwd e riprofilatura "sponda" dx del canale secondario (imbocco can S. Pietro) | ✓      |         |
| Presenza di habitat di particolare pregio                                                 | Tutela degli habitat con aumento del valore naturalistico / conservazionistico-didattico                                                                                                             | V1 - Tutela degli habitat comunitari / tutela dell'area a scopo conservazionistico-didattico                                        | ✓      |         |
| Eccessiva presenza di specie non riparie e alloctone                                      | Aumento del valore naturalistico dell'area                                                                                                                                                           | V2 - Taglio selettivo delle specie non ripariali                                                                                    | ✓      |         |
| Assenza di vegetazione arborea riparia                                                    | Aumento del valore naturalistico dell'area e delle funzionalità di sponda                                                                                                                            | V3 - piantumazione vegetazione ripariale                                                                                            | ✓      | ✓       |
| Presenza di habitat di particolare pregio in zona di possibile conflitto con altre azioni | Preservazione dell'area                                                                                                                                                                              | V4 - preservare pioppo-saliceto, in concomitanza col cantiere per riprofilatura riva                                                | ✓      |         |
| Presenza di importante carico diffuso in area di particolare pregio naturalistico         | Intercettazione del carico e aumento del valore naturalistico dell'area                                                                                                                              | V5 - Piantumazione di FT di tipo naturalistico per intercettare il carico diffuso, a protezione dei laghetti di S. Anna e del fiume | ✓      |         |
| Presenza di importante carico diffuso in area agricola                                    | Intercettazione del carico e produzione di biomassa                                                                                                                                                  | V6 - Fascie tampone su scoline di campo per il trattamento del carico diffuso dentro il SIC della cassa di espansione               | ✓      |         |
| Zona umida da ex-cava, disconnessa dal fiume                                              | Aumento della complessità morfologica e riconnessione al fiume della zona umida con aumento della valenza naturalistica, della capacità autodepurativa e riduzione dei picchi di piena.              | ZU1 - Riqualificazione zona umida                                                                                                   | ✓      |         |
| Vasche di sedimentazione del frantoio                                                     | Loro conversione in zona umida, aumento della valenza naturalistica, della capacità autodepurativa, diminuzione dei picchi di piena                                                                  | ZU2 - conversione vasche di sedimentazione in zona umida, II fase, legato a deloc. frantoio                                         |        | ✓       |
| Vasche di sedimentazione del frantoio                                                     | Conversione in invaso irriguo (morfologicamente complesso) con vantaggi per il deflusso minimo vitale, ricarica della falda, aumento di habitat, delle potenzialità irrigue ed economiche dell'area. | ZU3 - conversione dell'area di frantoio ad invasi irrigui                                                                           |        | ✓       |
| Presenza di meandri disconnessi artificialmente tramite rettificazione                    | Riconnessione dei meandri come bracci laterali morti periodicamente inondati, aumento della valenza naturalistica, della capacità autodepurativa, della sicurezza idraulica.                         | ZU4 - Riconnessione dei meandri abbandonati                                                                                         | ✓      |         |

Tabella 8.2 – Classificazione degli interventi di riqualificazione ecologica

### 8.2.3 Sintesi delle criticità e delle azioni ecologiche per scheda

#### SCHEDA 1

##### Analisi:

E' stata rilevata una buona diversificazione dei microhabitat nel canale primario, questa diversità di habitat in alveo viene confermata dalla buona diversità della comunità di macrobenthos e presenza dei taxa sensibili, non rilevati nel resto dell'area di studio.

Per contro, sono stati rilevati microhabitat non molto diversificati nel canale secondario. La presenza del canale secondario non è considerata rappresentativa di tutto il tratto.

L'analisi dei fototipi in alveo a livello di mesohabitat mostra una notevole presenza di barre, con successione tra pool e rifte in accordo alla tipologia del tratto. I mesohabitat hanno quindi una buona distribuzione nel tratto indagato.

La riva sinistra è risultata più soggetta a modifiche, dovute alla maggiore antropizzazione rispetto all'altra riva; si rileva inoltre la presenza dei due frantoi di cui si propone delocalizzazione e successiva rinaturalizzazione, approfittando di ciò per riqualificare tutto il corridoio fluviale.

La riva destra presenta in genere uno stato qualitativo della vegetazione buono, confermato dai numerosi rilievi fitosociologici effettuati dai quali risulta un elevato livello di biodiversità. Sono inoltre presenti due habitat prioritari.

In riva destra si ha l'unico esempio di vegetazione riparia in continuità con il bosco mesofilo dei versanti. (vedi Cap. 3.3 per ulteriori dettagli).

##### Azioni proposte:

**V1** , **V2** : vista la particolare valenza naturalistica della vegetazione in riva destra si ritiene necessario tutelare quest'area. Oltre che con la tutela, con le poche azioni previste nella scheda, quali il taglio selettivo in riva destra (controllo della robinia), si intende salvaguardare un'area importante dal punto di vista vegetazionale da collegare con il Parco Regionale dei Sassi di Roccamalatina, già area protetta.

**V3** , **ZU2** , **LAT1**  (in seconda fase): per quanto riguarda la conversione del territorio una volta dismesso il frantoio più a valle, sarà necessario riqualificare l'area mediante piantumazione di vegetazione riparia e conversione delle vasche di sedimentazioni in zone umide con riprofilatura della sponda al fine di connettere queste zone umide col fiume (in accordo con il Centro naturalistico "le Cince" per organizzare una gestione integrata del ripopolamento). La riprofilatura della sponda deve seguire canoni naturalistici, evitando sezioni geometriche e prevedere sia in senso longitudinale che trasversale diverse sezioni con differenti gradi di pendenza della riva. Per il frantoio più a monte è suggerita la sola riconversione delle vasche di sedimentazione in zone umide e la piantumazione delle specie riparie.

Sarebbe inoltre auspicabile effettuare in futuro una rete di collegamento fra le varie zone umide, al fine di favorire il ripopolamento e la conservazione della fauna anfibia.

## SCHEDA 2

### Analisi:

in questo tratto non è stato possibile effettuare i campionamenti previsti finalizzati a valutare l'impatto sull'habitat delle briglie di Marano, a causa dei diversi cantieri in alveo e sulla riva. L'analisi del mesohabitat condotta da ortofoto mostra tuttavia un evidente impatto degli sbarramenti con una banalizzazione degli habitat dovuta all'impoundment risultante. I tratti precedenti e successivi all'impoundment hanno invece caratteristiche in accordo con la tipologia del tratto.

Gli sbarramenti trasversali di Marano interrompono inoltre la continuità longitudinale del corso d'acqua.

L'analisi della vegetazione ha rilevato la presenza dell'habitat prioritario *ontaneta*: oltre alla sua tutela, potrebbe essere necessaria un'azione di riqualificazione del sottobosco.

Da rilevare la presenza di due tipologie di canneto, con specie rare di particolare interesse conservazionistico, che, a causa dei cantieri citati, sono ora andate perse. Il fragmiteto registrato, pur essendo monospecifico, assume una importante valenza come habitat per le specie animali.

### Azioni proposte:

Le azioni qui proposte sono finalizzate al ripristino completo dell'area a valle di Marano compresa tra le due briglie, per la quale sarebbe auspicabile una pianificazione integrata multiobiettivo con le finalità seguenti:

- ripristino della connessione longitudinale compromessa da due sbarramenti mediante un canale di bypass.
- Eliminazione delle attività di coltivazione all'interno degli argini in riva sinistra.
- Eliminazione delle baracche
- Riqualificazione della vegetazione a scopo conservazionistico-didattico
- Recupero della vegetazione a tifa eliminata col cantiere
- Armonizzazione con la pista ciclabile, incrementando così la fruizione ricreativa dell'area

Gli interventi suggeriti possono essere considerati anche come azioni di mitigazione da realizzarsi al momento della costruzione della tangenziale di Marano.

**V1** : tutela dell'area e delle emergenze floristiche a scopo conservazionistico-didattico, con collegamento all'area del parco fluviale di Marano.

**V2** : controllo delle specie alloctone e non riparie mediante taglio selettivo della vegetazione.

**LON1** : canale di bypass a sezione naturalistica per il ripristino della continuità longitudinale, con le finalità multiobiettivo sopra proposte. Una immagine di esempio dell'intervento è mostrato nella figura 8.1 e riportato anche nella scheda "azioni per la riqualificazione ecologica numero 2".

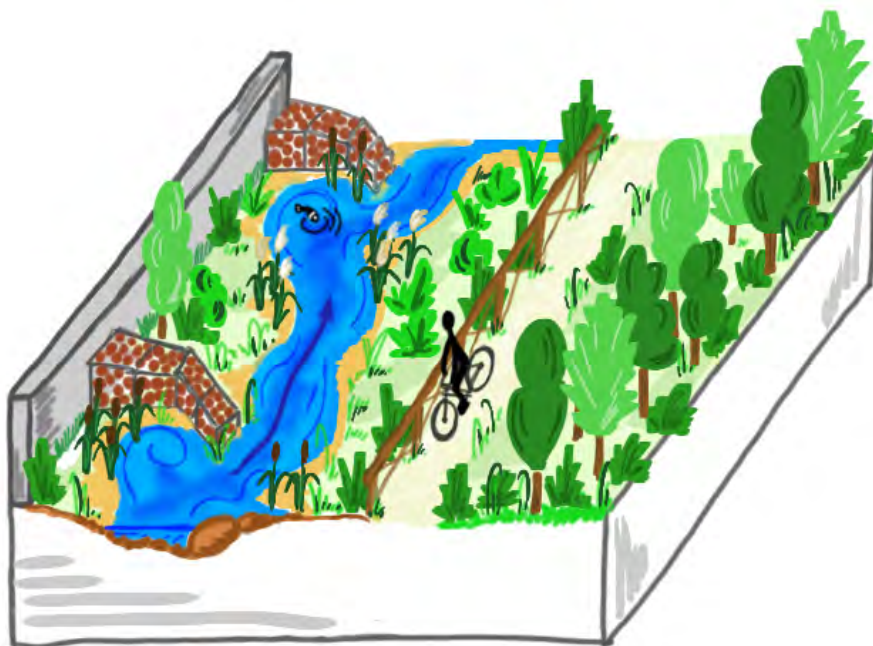


Figura 8.1 – Canale di bypass, esempio di intervento calato nel territorio

### SCHEDA 3

#### Analisi:

La presenza di un secondo canale nel caso della prima stazione (8.7) porta ad una maggiore diversità e qualità dei microhabitat. E' da sottolineare l'importanza del canale secondario che pur essendo di dimensioni inferiori, è caratterizzato da un maggior numero di habitat.

In contrasto, nella stazione più a valle (10.6), viste le caratteristiche di artificialità del II canale, gli habitat sono risultati particolarmente banalizzati.

Considerando i 500m della stazione di campionamento nel loro complesso, si rileva una buona diversità, non corrispondente però ad una altrettanto buona qualità degli habitat. La composizione dei substrati è distante dalla tipologia di riferimento. L'effetto impoundment causato dalla briglia qui presente è ben visibile nei 200m a valle del ponte di Vignola, con una corrispondente elevata presenza di silt e limo, anomala per questa tipologia di tratto. La conseguente occlusione degli interstizi da parte dei substrati fini porta ad una comunità mal strutturata, con presenza di pochi taxa, tutti piuttosto tolleranti (ditteri e oligocheti in prevalenza). Ulteriore conferma è data dall'analisi dei mesohabitat.

Da segnalare per quanto riguarda la vegetazione, l'habitat comunitario dei boschi ripari di *Salix alba*, caratterizzati da una notevole tipicità e naturalità.

Per quanto riguarda la connettività laterale, all'altezza di Vignola si evidenziano delle criticità, che pongono la necessità di ripristinare la capacità delle sponde di fornire habitat utilizzabile dalle comunità fluviali, almeno su una delle rive.

### Azioni:

**V4** : vista la necessità di intervento in riva destra per la ricreazione di piana inondabile e canali secondari (vedi scheda 3 – azioni per la riqualificazione geomorfologica), si ritiene necessario preservare un'area a saliceto ai fini di garantire il ripopolamento successivo alla dismissione del cantiere

**LAT1** , **LAT3** , **MH2** : la necessità della creazione di ulteriori canali secondari, anche ai fini prettamente ecologici oltre che geomorfologici, viene confermata dall'analisi del microhabitat. Le azioni sono mirate all'ampliamento delle zone ad alta diversità morfologica, serbatoio di biodiversità. L'aumento dei microhabitat in alveo è considerata un'azione indiretta, ottenuta tramite la variazione delle morfologie di sponda dovuta alle riprofilature.

**MH3** : si richiede una riqualificazione del canale secondario a monte di Vignola (imbocco del canale S. Pietro, zona piscine) con la costruzione dei pennelli V- Shaped sulla sponda sinistra, al duplice scopo di limitare l'erosione della riva verso l'area delle Piscine di Vignola, e aumentare la disponibilità di microhabitat in alveo. Per ulteriori dettagli si veda il Cap. 6

**V2** : controllo delle specie alloctone e non riparie mediante taglio selettivo della vegetazione.

## SCHEDA 4

### Analisi:

Una delle principali ed evidenti criticità di questo tratto consiste nell'assenza di connettività laterale data dalla forte incisione e dall'erosione, in modo particolare della riva destra. La canalizzazione conseguente all'incisione si riflette anche nella banalizzazione dei mesohabitat lungo tutto il tratto.

Ulteriore criticità è data dalla interruzione della continuità longitudinale causata dalla briglia di Vignola.

Tra le criticità riguardanti la vegetazione da segnalare la notevole presenza di vegetazione nitrofila, probabilmente causata anche dalla presenza di allevamenti abusivi di animali da cortile in riva sinistra.

### Azioni:

**LAT1** , **LAT3** , **MH2** : la riprofilatura della sponda e la ricreazione di canali secondari, al fine di aumentare la connettività laterale e la funzionalità in riva destra, sono fondamentali al fine di massimizzare la diversità di habitat e diversificare la forma e la pendenza della riva, sia in senso longitudinale che trasversale.

**LON1** , **ZU3** : come già proposto per la scheda numero 2, in quest'area si suggerisce un'azione integrata multiobiettivo con lo scopo di

- ripristinare la continuità longitudinale interrotta dalla briglia, operando una riqualificazione del Canal Torbido e la sua parziale conversione a canale di bypass per la fauna ittica. A tal scopo è necessario portare alla luce la porzione di canale tombato.
- riconversione dell'area di frantoio in zona umida, con funzioni molteplici di stoccaggio di volumi irrigui ad uso del Canal Torbido e naturalistiche.
- aumento della funzione ricreativa della pista ciclabile
- integrazione e preservazione delle aree di habitat prioritario (ontanete), così come delle zone umide ad alta valenza naturalistica rilevate nel tratto (vedi relazione cap 3.4)

**V2** : controllo delle specie alloctone e non riparie mediante taglio selettivo della vegetazione.

## SCHEDA 5

### Analisi:

Le criticità del tratto si possono tutte ricondurre all'elevatissimo livello di incisione dell'alveo che qui raggiunge livelli da *case history* (vedi cap.2).

La bassissima connettività laterale è causata dalla estesa verticalità ed erosione delle sponde, l'incisione canalizza il tratto e di conseguenza banalizza gli habitat e depriva il fiume delle zone laterali di rifugio utili nelle situazioni di alte portate. I terrazzi fluviali, piana alluvionale fino a qualche decennio or sono, subiscono una trasformazione della vegetazione da bosco ripariale verso una tipologia di prateria xerofila arbustata, conforme all'abbassamento della falda freatica conseguente all'incisione e alla bassa capacità del suolo permeabile, formato da alluvioni grossolane di conoide, di trattenere l'umidità.

La somma di questi effetti è naturalmente confermata da un impoverimento drastico della comunità macrobentonica.

Un'ulteriore spinta antropica alla canalizzazione è data dalla rettificazione con difesa spondale operata nella tratto centrale della scheda, eseguita allo scopo di preservare le colture in riva destra durante lo svolgimento di questo studio.

La scheda termina a valle con un intero tratto rettificato, spianato e risagomato a forma geometrica trapezoidale durante la messa in posa del ponte della Strada Pedemontana, con ulteriore effetto negativo sulla diversità dei substrati e degli habitat.

### Azioni:

**LAT1** , **LAT3** , **MH2** : l'evidente effetto dell'incisione non pone altre alternative se non l'estesa riprofilatura con abbassamento delle sponde, ricreazione di piana inondabile e canali secondari. Questo per mitigare la somma delle criticità generate dall'incisione.

**MH1** : per diminuire l'impatto sugli habitat degli interventi effettuati in corrispondenza del ponte della Strada Pedemontana si propone l'inserimento in alveo di strutture di diversificazione dei flussi, quali massi e LWD che, una volta messi in opera, genereranno effetti positivi nella diversificazione dei microhabitat e dei mesohabitat.

**V2** : controllo delle specie alloctone e non riparie mediante taglio selettivo della vegetazione.

## **SCHEDA 6**

### **Analisi:**

Si assiste ad una graduale e netta ripresa degli habitat in alveo confermata sia dall'analisi dei fototipi che dal campionamento dei microhabitat.

Da segnalare come criticità l'artificializzazione delle rive in prossimità di Spilamberto, sia in destra che in sinistra. I muri e l'incisione qui presenti interrompono la continuità laterale del fiume.

In questo tratto sono stati condotti diversi rilievi riguardanti la comunità vegetale degli alvei, caratterizzata da un elevato grado di naturalità. I rilievi fitosociologici mettono in evidenza la presenza e la naturalità della vegetazione di alveo legata ai depositi guaiosi (barre). La vegetazione elofitica a mazze sorde della parte più a monte della scheda, legata a tipologie di habitat rare ed in via di estinzione e contenente il maggior numero di specie rare rilevato in questo studio (vedi Cap 3), è stata però distrutta durante i lavori di messa in opera del ponte della Pedemontana.

In quest'area è localizzata l'immissione del depuratore di Vignola tramite il Canale S. Pietro, la zona umida di ex-cava vicina all'immissione risulta degradata, anche a causa dell'inquinamento veicolato dal canale.

### **Azioni:**

**CAN1** , **AFF1** , **ZU1** : riqualificazione multiobiettivo del Canale S. Pietro a valle del depuratore di Vignola e delle zone umide limitrofe, finalizzata al:

- miglioramento della qualità dell'acqua del canale e del Fiume Panaro
- aumento della valenza ecologica degli habitat
- aumento del valore paesaggistico e ricreativo
- il tutto con conseguente aumento del valore economico dei territori circostanti.

**LAT2** , **MH2** : vedi scheda geomorfologica.

**MH1** : per diminuire l'impatto sugli habitat degli interventi effettuati in corrispondenza del ponte della Strada Pedemontana, si propone l'inserimento in alveo di strutture di diversificazione dei flussi, quali massi e LWD che, una volta messi in opera, genereranno effetti positivi nella diversificazione dei microhabitat e dei mesohabitat.

**V2** : controllo delle specie alloctone e non riparie mediante taglio selettivo della vegetazione.

## **SCHEDA 7**

### **Analisi:**

Le criticità maggiori di questo tratto riguardano l'interruzione della continuità longitudinale all'altezza della briglia di Spilamberto e l'aumento del carico organico in alveo dovuto allo scarico dello stabilimento industriale Far. Pro

### **Azioni:**

**AFF2**  : destinazione della zona circostante lo stabilimento Far.Pro ad Area Filtro Forestale per il trattamento dei carichi, successiva alla ricreazione della piana inondabile proposta dal gruppo geomorfologico.

**LON2**  : si propone la costruzione di una scala di risalita per pesci, non essendoci opportunità per la costruzione di bypass naturalistici.

**V2** , **V3** , **ZU2** , **LAT1**  : controllo delle specie alloctone e non riparie mediante taglio selettivo della vegetazione e piantumazione di specie arboree riparie. La piantumazione deve essere prevista in seconda fase, assieme alle azioni di conversione delle vasche di sedimentazione in zone umide per le due aree di frantoio poste in riva destra, contestualmente alle azioni di riprofilatura della sponda previste dal gruppo geomorfologico.

## **SCHEDA 8**

### **Analisi:**

L'analisi dei microhabitat in alveo mostrano una omogeneità del canale principale, in opposizione al canale secondario, caratterizzato da una notevole diversità di habitat. Dall'analisi dei mesohabitat si evidenzia l'effetto di impoundment dato dalla briglia posta a protezione dell'autostrada A1.

Lo stato della connettività laterale mostra delle criticità a livello di artificializzazione delle rive, ma la presenza di specchi d'acqua naturalizzati da un lato (laghetti di S. Anna) e di laghetti di pesca sportiva dall'altro limita la possibilità di ricreare la piana inondabile tramite l'abbassamento delle sponde.

L'immissione del Depuratore di Spilamberto tramite il Torrente Guerro porta un elevato carico organico, percettibile oltre che dall'evidente colorazione anomala dell'acqua anche dall'elevato livello di eutrofizzazione della zona umida "Oasi faunistica Guerro".

### **Azioni:**

**AFF1**  : le azioni proposte in questo tratto sono relative al trattamento dei carichi organici veicolati dal depuratore di Spilamberto tramite il T. Guerro. Si propone un impianto di postrattamento dei carichi integrato da un'area filtro forestale per la produzione di biomassa.

**V2** , **V3**  : al fine di incrementare il valore naturalistico dell'Oasi Faunistica Guerro si propone un'azione di taglio selettivo della vegetazione, limitato alle specie alloctone e la piantumazione di specie ripariali nella zona di immissione del T. Guerro in Panaro.

## SCHEDA 9

### Analisi:

L'analisi dei microhabitat della stazione posta a valle della traversa della cassa di espansione mostra una situazione estremamente banale per quanto riguarda sia la diversità che il numero dei microhabitat rilevati. La presenza di un breve canale secondario in condizioni relativamente meno critiche mostra ancora l'importanza dei canali secondari nel garantire comunque un minimo livello di diversità degli habitat in alveo.

L'incisione dell'alveo risulta in riva sinistra molto ripida, limitando così la buona capacità di connessione laterale alla sola riva destra.

Le comunità vegetali rilevate tramite i campionamenti fitosociologici mettono in evidenza saliceti eutrofizzati e sottobosco di vegetazione nitrofila, indice dell'elevato carico organico apportato. Nonostante ciò l'elevato numero di specie rare rilevato sia da campionamento che da bibliografia suggerisce un intervento di riqualificazione dell'area posto a limitare gli apporti di nutrienti.

Ricade in questo tratto la criticità a livello della continuità longitudinale generata dalla briglia posta a protezione del ponte dell'autostrada A1.

### Azioni:

**V5** , **V6** : piantumazione di fasce tampone boscate per il trattamento e l'intercettazione del carico diffuso. Queste possono essere costruite con logiche multiobiettivo, finalizzandole alla produzione di biomassa e all'aumento della valenza naturalistica dell'area.

**LON2** : scala di risalita per pesci; il limitato spazio laterale esclude la possibilità di intervenire tramite un bypass naturalistico.

**LAT1** , **MH2** : ricreazione della piana inondabile tramite riprofilatura della sola sponda sinistra, con conseguente aumento dei microhabitat in alveo.

**V3** , **ZU2** : conversione dell'area del frantoio in riva sinistra posto all'interno della cassa di espansione, previa sua delocalizzazione, tramite la piantumazione di specie ripariali e conversione delle vasche di sedimentazione in zone umide.

**V2** : controllo delle specie alloctone e non riparie mediante taglio selettivo della vegetazione per l'area a valle della cassa di espansione.

## SCHEDA 10

### Analisi:

in questo ultimo tratto si assiste alla completa e definitiva perdita di diversità degli habitat in alveo, il tratto è infatti arginato e rettificato, i tre meandri presenti sono stati disconnessi dal corso originario del fiume, accorciando notevolmente la lunghezza totale del Fiume Panaro (vedi cap. 1).

Per quanto riguarda la vegetazione delle rive, è stata rilevata una proporzione notevole di specie alloctone (*Robinia pseudoacacia* e *Amorpha fruticosa*) rispetto a quelle riparie.

La presenza dei meandri abbandonati può rappresentare un'opportunità per aumentare la valenza ecologica del tratto, riconnettendo questi al fiume e creando così bracci morti laterali periodicamente inondati, dove si possa sviluppare una ben strutturata comunità delle zone umide, in particolare anfibi e avifauna.

### Azioni:

**V2** , **V3** : taglio selettivo e piantumazione di specie arboree riparie, al fine di aumentare il valore ecologico delle rive.

**ZU4** : riconnessione come bracci morti periodicamente inondati dei meandri abbandonati al corso principale del Fiume Panaro. Una volta collegati tramite una soglia sfiorante, essi possono rappresentare l'unico habitat di rifugio qui presente per la fauna ittica alle condizioni di piena, così come aumentare la valenza ecologica e naturalistica di queste aree, trasformandosi in zone umide periodicamente inondate.

### **8.3 CHIAVE DI LETTURA DELLE AZIONI PROPOSTE PER LA RIQUALIFICAZIONE PAESAGGISTICA**

L'impostazione della ricerca paesaggistica sul tratto del fiume Panaro compreso tra Casona e Stradello Romano, ha definito le criticità/risorse e localizzato le proposte di azione nei capitoli 4 e 7.

Pertanto, il presente paragrafo ha lo scopo di sintetizzare i passaggi compiuti e rimandare puntualmente ai paragrafi specifici.

Le azioni specifiche individuate sono sovrapponibili e compatibili con gli interventi di tipo geomorfologico ed ecologico e concorrono in modo sinergico alla riqualificazione di tutto l'ambito fluviale del Panaro.

Le criticità e le risorse rilevate nel tratto di studio sono state illustrate nel Capitolo 4 – Paesaggio, in particolare al paragrafo 4.5.1 - Risorse e luoghi strategici. Il paragrafo si conclude con l'elaborato schematico di Figura 4.12 – Punti significativi e strategici lungo il Panaro tra Casona e Stradello Romano, dove sono evidenziati i caratteri peculiari dell'ambito fluviale del Panaro.

La lettura delle opportunità/possibilità di intervento è stata compiuta attraverso la valutazione della qualità visiva del paesaggio fluviale (paragrafo 4.5.2).

**In base ai colloqui intercorsi tra il gruppo di lavoro e i diversi Enti interessati, l'analisi illustrata nel capitolo 4 è stata indirizzata agli ambiti specificatamente fluviali, tralasciando volutamente le aree contermini d'area vasta, anche se strettamente correlate.**

Le strategie generali di riqualificazione paesaggistica, indicate nel Capitolo 7 dalle sigle P1, P2, P3, P4, P5 (Progettare/programmare i nuovi interventi in ambito fluviale, Ripensare i fronti urbani in ambito fluviale, Recuperare/riprogettare le aree golenali alterate, Migliorare la permeabilità dell'ambito fluviale, Valorizzare il paesaggio agro-fluviale) sono state sviluppate attraverso azioni multiple da mettere in atto in modo consequenziale dopo la definizione di criteri guida, come indicato nella Tabella 7.2 – Criteri per la definizione delle proposte paesaggistiche.

Tali azioni sono illustrate al paragrafo 7.3 - Criteri ed azioni specifiche.

Le finalità perseguite, in base alle considerazioni compiute nel corso della ricerca, sono state fondamentalmente due:

1. Definire le azioni per riqualificare, conservare e valorizzare luoghi e punti strategici dell'ambito fluviale, in funzione della loro sensibilità (in quanto caratteristici dell'identità di questo paesaggio) e dell'opportunità offerta, fornendo indicazioni in merito alla *gestione* delle alterazioni/esigenze in atto.

Si rimanda pertanto al paragrafo 7.4 - Esempi ed applicazioni, che tratta le esemplificazioni ritenute più importanti da affrontare:

- CASO C-P3: CASSA D'ESPANSIONE DEL PANARO
- CASO P-P1: AREA DELLA PEDEMONTANA
- CASO S-P2: FRONTE URBANO DI SPILAMBERTO
- CASO V-P2: FRONTE URBANO DI VIGNOLA
- CASO M-P3: MURI A RETTA IN AREA GOLENALE
- CASO O-P3: ORTI URBANI IN AREA GOLENALE

2. Definire un'area di potenziale riqualificazione riconosciuta come Parco\_Fluviale del Panaro, secondo i criteri descritti al Paragrafo 8.1.3.

## 8.4 TAVOLE DI SINTESI DELLE CRITICITÀ E DELLE AZIONI

### 8.4.1 Suddivisione in tratti

Le tavole di sintesi delle criticità e delle azioni si riferiscono ai seguenti 10 tratti.

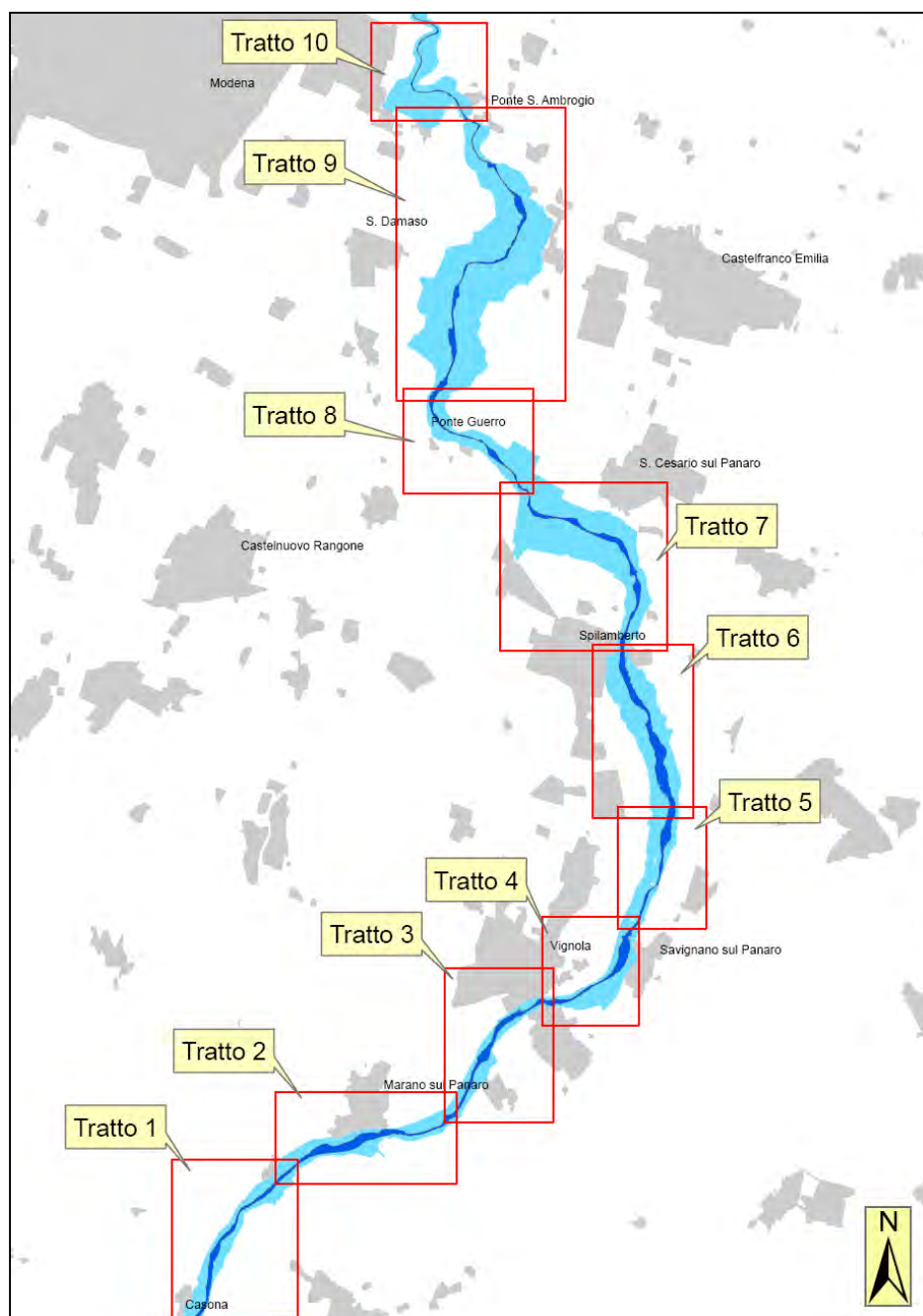


Figura 8.2 – Le tavole di sintesi delle criticità e delle azioni si riferiscono ai 10 tratti indicati

#### **8.4.2 Tavole**

Per ognuno dei 10 tratti indicati in figura 8.2 si riportano di seguito le seguenti tavole:

- Scheda di sintesi “Criticità geomorfologiche”
- Scheda di sintesi “Azioni per la riqualificazione geomorfologica”
  
- Scheda di sintesi “Analisi dello stato ecologico”
- Scheda di sintesi “Azioni per la riqualificazione ecologica”

## **BIBLIOGRAFIA**

- AaVv (1990) – *Il Sistema Fluviale Scoltenna/Panaro: Storie d'Acque e di Uomini*. Convegno di Studi, Amministrazione Comunale di Nonantola.
- AaVv (2006) – *La Riqualificazione Fluviale in Italia. Linee guida, strumenti ed esperienze per gestire i corsi d'acqua e il territorio*. A.Nardini & G.Sansoni (curatori), Collezione CIRF, Mazzanti Editore, Venezia, 832 pp.
- Alessandrini A. (1988) - *Note sulla vegetazione e sulla flora della formazione gessoso-calcareo nella medio-alta valle del Secchia*. In:AA.VV., *l'area carsica dell'alta Val Secchia*. Regione Emilia-Romagna. Studi e Documentazioni 42: 201-248.
- Alessandrini A. & Tosetti T. (2001) – *Habitat dell'Emilia Romagna manuale per il riconoscimento secondo il metodo europeo "CORINE-biotopes"*. IBC Emilia Romagna
- Ambrogio A. & Mezzadri S. (2003) – *Anfibi & Rettili; Quaderni di educazione ambientale* – Museo Civ. di St. Nat. di Piacenza.
- Amoros C., Elger A., Dufour S., Grosprêtre L., Piégay H., Henry C. (2005) - *Flood scouring and groundwater supply in side-channel rehabilitation of the Rhône River, France*. Archiv für Hydrobiologie, Supplementband 155, 147-167.
- APAT (2003) – *I.F.F.Indice di funzionalità fluviale*. Manuale.
- APAT (2007) - *I.F.F. 2007. Indice di funzionalità fluviale*. Manuale. Nuova versione del metodo revisionata ed aggiornata.
- AQEM (2002) - *Manual for the application of the AQEM system. A comprehensive method to assess European streams using benthic macroinvertebrates, developed for the purpose of the Water Framework Directive*. Version 1.0.
- Autorità di Bacino del Fiume Po (1997) – *Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico*. Parma.
- Barbieri F. & Gentili A. (2002) – *Gli Anfibi e i Rettili del parco Ticino* . Parco Ticino
- Beguinet & Gabelli (1915) - *la flora alveale del Reno bolognese*. Nuovo Giorn. Bot. Ital. , n.s., 22: 365-387.
- Bertolani Marchetti D. (1948) - *Vegetazione delle sorgenti salse di Poiano e Primaore nell'alta valle del Secchia (Appennino emiliano)*. Atti Soc. Nat. e Mat. Di Modena, 79: 3-9.
- Bertoni Campidori D. (1929) - *La flora alveale del fiume Lamone*. Arch. Bot., 5: 183-202.
- Biondi E. & Baldoni, M. (1993) – *La vegetazione del fiume Marecchia (Italia centrale)*. Biogeographia, 17: 51-87
- Biondi E., Vagge I., Baldoni M. & Taffetani F. (1997) - *La vegetazione del Parco Fluviale Regionale del Taro (Emilia-Romagna)*. Fitosociologia, 34: 69-110.
- Biondi E., Vagge I., Baldoni M. & Taffetani F. (1999a) - *La vegetazione del Parco Fluviale Regionale dello Stirone (Emilia-Romagna)*. Fitosociologia, 36 (1): 67-93.
- Biondi E., Vagge I., Taffetani F. & Baldoni M. (1999b) - *Carta della vegetazione con itinerari naturalistici 1: 15.000 del Parco Regionale fluviale del Taro*. Regione Emilia-Romagna, Servizio Cartografico e Geologico. S.E.L.C.A., Firenze.
- Biondi E., Vagge I., Taffetani F. & Baldoni M. (2002) - *Carta della vegetazione con itinerari naturalistici 1: 15.000 del Parco Regionale fluviale dello Stirone (Emilia-Romagna)*. Regione Emilia-Romagna, Servizio Sistemi Informativi Geografici. SystemCart, Roma.
- Bolzon P. (1918) - *Flora alveale dei fiumi parmigiani* . In appendice a: *Sulla flora alveale della Dora Baltea*. Bull. Soc. Bot. Vald., 12: 37-55.
- Bravard J.P., Kondolf G.M., Piégay H. (1999) - *Environmental and societal effects of river incision and remedial strategies*. In Simon A. & Darby S.E. (Eds), *Incised river channels*, John Wiley and Sons, 303-341.

- Brookes A., Shields F.D., Jr. (Eds) (1996) - *River Channel Restoration*. Wiley, Chichester, England.
- Brookes A. (1988) - *Channelized Rivers. Prospectives for Environmental Management*. John Wiley & Sons, 326 pp.
- Brooks A.P. (2006) – *Design guideline for the reintroduction of wood into Australian streams*. Land & Water Australia.
- Buffagni A. (2004) - *Classificazione ecologica e carattere lentico-lotico in fiumi mediterranei*. Quaderno IRSA. CNR-IRSA.
- Buffagni A. & Kemp (2002) - *Looking beyond the shores of the United Kingdom: addenda for the application of River Habitat Survey in South European rivers*. J. Limnol. 61 (2): 199-214.
- Buffagni A., Erba S. & Ciampittiello M. (2005) - *Il rilevamento idromorfologico e degli habitat fluviali nel contesto della Direttiva Europea sulle acque (WFD): principi e schede di applicazione del metodo CARAVAGGIO (Core Assessment of River hAbitat VAlue and hydromorpholoGical cOndition)*. CNR-IRSA, Notiziario dei metodi analitici, n.2.
- Bunte, K. & Abt, S.R. (2001) – *Sampling surface and subsurface particle-size distributions in wadable gravel- and cobble-bed streams for analyses in sediment transport, hydraulics, and streambed monitoring*. U.S.Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, General Technical Report RMRS-GTR-74, 428 pp.
- Campaioli S., Ghetti P.F., Minelli A. & Ruffo S. (1994) - *Manuale per il riconoscimento dei macroinvertebrati delle acque dolci italiane*. Provincia autonoma di Trento. Vol. I-II.
- Castaldini D., Balocchi P. (2006) – *Studio Geomorfologico del Territorio di Pianura a Sud di Modena*. In: Lodovisi A., La Bonifica nei Territori di Alta Pianura. Consorzio della Bonifica Burana-Leo-Scoltenna-Panaro, Tipografia F.G.
- Censoni Zanotti A.L. & Corbetta F. (1976) - *Lineamenti della vegetazione alveale macrofitica del Po*. Giorn. Bot. Ital. 110 (6): 447-448
- Centro Tematico Acque interne e marino costiere, (2004) – *Metodologie analitiche della componente vegetazionale negli ambienti di acque correnti*.
- Church, M.A., McLean, D.G. & Wolcott, J.F. (1987) - *River bed gravels: sampling and analysis*. In: C.R.Thorne, J.C.Bathurst & R.D.Hey (eds), “Sediment Transport in Grave-bed Rivers”, John Wiley and Sons, Ltd., Chichester, U.K., 43-88.
- CIRF (2006) – *La Riqualificazione fluviale in Italia*. Mazzanti editore. Venezia
- Colombetti A., Mattioli M. (1994) – *Metodi indiretti di valutazione del deflusso e delle risorse idriche nel bacino superiore del Fiume Panaro (Modena)*. Quaderni di Geologia Applicata, n°1/1994, pp. 51-97.
- Conti F., Manzi A. & Pedrotti F. (1997) – *Liste rosse regionali delle piante d’Italia*
- Corbetta F. & Censoni Zanotti A.L. (1977) - *Cenosi macrofitiche*. in: *Indagine sulla qualità delle acque del Fiume Po*. Quaderni Irsa, 32: 679-722
- Cowx I.G.& Welcomme R.L. (1998) – *Rehabilitation of Rivers for Fish*. Published by FAO.
- De Marchi A., Censoni Zanotti A.L., Corbetta F. & Ghetti P.F., (1979) - *Cenosi macrofitiche alveali del torrente Parma in rapporto alla morfologia e tipologia dei sedimenti*. Ateneo Parmense, Acta Nat., 15: 221-240.
- Del Prete C., Manzini M.L. & Tioli S. (1992) - *Osservazioni sulla vegetazione idrofita di alcuni corsi d’acqua del territorio carpigiano (Modena.)*. Giorn. Bot. Ital. 126 (2): 447.
- Direttiva Europea 2000/60/CE. Direttiva quadro sulle acque (WFD - Water Framework Directive).
- Divulgatore (2000) – *Le zone umide d’acqua dolce*. Calderini Edagricole.
- DVWK (2002) – *Fish passes – Design, dimensions and monitoring*. Published by FAO

- Ehrlich, P.R. & Ehrlich, A.H. (1981) - *Extinction: The Causes and Consequences of the Disappearance of Species*. Random House, New York.
- Farina, A. (2003) - *Ecologia del Paesaggio*. Utet
- Ferrari, C. (2001) - *Biodiversità dall'analisi alla gestione*. Zanichelli, Bologna.
- Ferrarini P. (1997) - *Distribuzione Spaziale Del Gambero Di Fiume (Austropotamobius pallipes italicus FAXON) nelle acque correnti dell'appennino modenese in relazione alle caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche*. Tesi di Laurea Università di Bologna
- Ferri M., Sala L. & Tongiorgi P. (1985) – *Fauna ittica delle provincie di Modena e Reggio Emilia*. Ed. prov di Modena e FIPSAS
- FISRWG (2000) – *Stream corridor restoration. Principles, processes and practices*. Federal Interagency Stream Corridor Restoration Working Group.
- Francis, R.A., Gurnell, A.M. and Petts, G.E. (2004) - *Large Wood Distribution, Tree Establishment And River Island Formation Along The River Tagliamento*. Atti Del Corso Di Ecologia Fluviale: Per Una Gestione Sostenibile. Cornino, Forgaria Del Friuli 2004.
- Fruget J.F. & Michelot J.L. (1997) - *Dérives écologiques et gestion du milieu fluvial rhodanien*. Géocarrefour, 72(1), 35-48.
- Gerard M., & Reich M. (2000) - *Restoration of streams with large wood: effects of accumulated and built-in wood on channel morphology, habitat diversity and aquatic fauna*. Internat. Rev. Hydrobiol., 85 (1), 123-137.
- Giller P.S. & Malmqvist B. (1998) – *The Biology of Streams and Rivers*. Oxford University press.
- Gumiero, B. & Boz, B. (2004) - *La riduzione dei carichi inquinanti per mezzo della riquilificazione delle fasce fluviali*. I Piani di Tutela delle acque. Ed. Vismara.
- Gumiero, B. & Rinaldi M. (2008) - *Relazioni tra organismi, habitat e processi idrogeomorfologici*. Geologia Ambientale, in stampa.
- Habersack H. & Piégay H. (2008) – *River restoration in the Alps and their surroundings: past experience and future challenges*. In: Habersack H., Piégay H. and Rinaldi M. (Eds), Gravel-bed Rivers VI - From Process Understanding to River Restoration, Developments in Earth Surface Processes, Elsevier, 703-738.
- Hauer F.R. & Resh V. (1996) – *Benthic Macroinvertebrate*. In: Method in Stream Ecology. Hauer & Lamberti (eds.). Academic Press Limited. London
- Kondolf M.G. & Matthews G.W.V. (1993) - *Management of coarse sediment on regulated rivers*. Report n°80, California Water Resources Center, University of California, 128 pp.
- Kondolf G.M., Boulton A.J., O'Daniel S., Poole G.C., Rahel F.J., Stanley E.H., Wohl E., Bång A., Carlstrom J, Cristoni C., Huber H., Koljonen S., Louhi P., & Nakamura K. (2006) – *Process-Based Ecological River Restoration: Visualizing Three-Dimensional Connectivity and Dynamic Vectors to recover Lost Linkages*. Ecology and Society 11 (2): 5.
- Lamoureux N., Capra H. & Pouilly M. (1998) - *Predicting habitat suitability for lotic fish: linking statistical hydraulic models with multivariate habitat use models*. Regulated rivers: research & management, 14:1-11.
- Lanzoni F. (1940) - *Nuove ricerche sulla Coriaria myrtifolia L., nel Parmense. La sua propagazione nei terreni golenali del Taro*. Arch. Bot. Biogeogr. Ital 16:114-121.
- Liebault F., Clement P., Piégay, H. (2001) - *Analyse géomorphologique de la recharge sédimentaire des bassins versants de la Drôme, de l'Eygues et du Roubion*. Unpublished technical report, ONF Service Départemental de la Drôme and CNRS - UMR 5600, 182 p.
- MacArthur R.H. (1955) - *Fluctuations of animal populations and a measure of community stability*. Ecology 36:533-36.

- Malavoi J.R., Bravard J.P., Piegay H., Heroin E. & Ramez P. (1998) – *Determination de l'espace de liberte des cours d'eau. Bassin Rhone Mediterranee Corse*, Guide Technique N°2, 39 pp.
- Manzini M.L. (1985) – *Note sulla vegetazione delle Salse di Poiano*. Giorn. Bot. Ital. 119 (suppl.2): 72.
- Manzini M.L. (1993) – *First studies on the vegetation of the Panaro river between Modena and Marano sul Panaro*. Giorn. Bot. Ital. 127(3):719
- Manzini M.L. (1993) – *Paesaggio vegetale*. In: Corazza C. et al. Itinerari naturalistici nel modenese: Itinerario n. : il percorso natura, un itinerario lungo il fiume Panaro da Modena est a Casona di Marano (parte1). Atti Soc. Nat. e Mat. Di Modena, 123:114-122.
- Manzini M.L. & Po M. (1993) – *La vegetazione ripariale dell'alto corso del torrente Dragone*. Giorn. Bot. Ital. 128: 479.
- Manzini M.L. & Bertolani Marchetti D. (1988) - *Vegetazione a Sycios angulatus L., avventizia nel Modenese*. Atti Soc. Nat. e Mat. Di Modena, 119: 53-54.
- Manzini M.L., Tomaselli M., Del Prete C. & Spettoli O. (1993) - *Carta della vegetazione del Parco dei Sassi di Roccamalatina (MO)*. Bollettino Associazione Italiana di Cartografia 87-88:139-142.
- Minelli A. (1994) – *Vita in Palude*. Ed da lla Provincia di Trento.
- Montanari Guido M.A. & Montanari C. (1988) – *Rassegna delle conoscenze botaniche dei corsi d'acqua italiani*. I parte. Boll. Mus. St. Nat. Lunig., 6-7:109-114.
- Montanari Guido M.A. & Montanari C. (1988) – *Rassegna delle conoscenze botaniche dei corsi d'acqua italiani*. II parte. Boll. Mus. St. Nat. Lunig. 6-7:115-122.
- Monti A., Rubbianesi U. (1982) – *Afflussi Meteorici, Portate dei Corsi d'Acqua e Derivazioni Acque Superficiali*. Da “Relazione sullo Stato dell'Ambiente nella Provincia di Modena”, pp. 181-196.
- Mori C. (1991) - *Studio per la riqualificazione naturalistica del parco regionale dello Stirone(aspetti floristici e vegetazionali)* in: Piano territoriale del Parco regionale dello Stirone. Relazione inedita.
- Muzzi E.Rossi G. (2003) – *Il recupero e la riqualificazione ambientale delle cave in Emilia Romagna*. Manuale teorico-pratico. Regione Emilia-Romagna
- Nöllert A. & Nöllert C. (2003) – *Guide des Amphibiens d'Europe* . Delachaux & Niestlé, Paris.
- Norris R., Parson M. & Thoms M. (2000) - *Review of Physical River Assessment. Methods: A Biological Perspective*. Cooperative Research Centre for Freshwater Ecology, 516:91-105.
- Pavesi V. (1906) - *Flora alluvionale della Trebbia e del Nure*. Atti Soc. Ital. Sci. Nat. Mus. Civ. St. Nat. Milano, 57 :189-260.
- Pagotto A. (1998) – *Alto Bacino del Fiume Panaro – Studio Idrologico alla Sezione di Chiusura della Cassa di Espansione di S.Anna*. Provincia di Modena.
- Palmer, M.A., Bernhardt, E.S., Allan J.D., Lake P.S., Alexander G. Brooks S., Carr J., Clayton S. Dahm C.N. Follstad Shah J., Galat D.L., Loss S.G. Goodwin P., Hart D.D., Hassett B., Jenkinson R., Kondolf G.M., Lave R., Meyer J.L. O'Donnell T.K. Pagano L. & Sudduth E. (2005) – *Standards for ecologically successful river restoration*. Journal of Applied Ecology. 42 208-217.
- Piccoli F. (1998) – *Flora e vegetazione. Analisi delle specie e delle comunità*. In: Zone umide della pianura bolognese. Ed. Compositori.
- Piccoli F. & Gerdol R. (1983) – *Il sistema vegetale*. In: Zone umide di acqua dolce. Aspetti naturalistici di alcune zone umide di acqua dolce della bassa pianura Padana. Ed. Regione Emilia Romagna, 31:102.
- Piégay H. & Rinaldi M. (2006) – *Gestione sostenibile dei sedimenti in fiumi ghiaiosi incisi in Francia*. Atti Giornate di Studio “Nuovi approcci per la comprensione dei processi fluviali e la

- gestione dei sedimenti. Applicazioni nel bacino del Magra.” Sarzana, 24-25 Ottobre 2006, Autorità di Bacino del Fiume Magra, 59-80.
- Piégay H., Darby S.E., Mosselmann E., Surian N. (2005) - *The erodible corridor concept: applicability and limitations for river management*. River Research and Applications, 21, 773-789.
- Pignatti S. (1982) - *Flora d'Italia*. Edagricole.
- Pini Prato E., Gianaroli M. & Comoglio C. (2006) – *Linee guida per il corretto approccio metodologico alla progettazione dei Passaggi per i pesci. Il caso studio del medio Panaro provincia di Modena*. Editto dalla Provincia di Modena
- Pirola A. & Rossetti A. (1974) - *Polygono-Xanthietum italici ass.nova, vegetazione di greto del corso medio del Reno (Bologna)*. Not. Fitosoc., 8, 15-27.
- Pizzolotto, R. & Brandmayr, P. (1996) - *An index to evaluate landscape conservation state based on land-use pattern analysis and Geographic Information System techniques*. Coenoses, 11, 37-44.
- Provincia di Bologna (2000) - *L'analisi della qualità ambientale attraverso le carte della vegetazione – un caso studio in Emilia Romagna*. Metronomie, 17, Bologna.
- Raven P.J., Fox P. J.A., Everard M., Holmes N.T.H., Dawson F.D. (1997) - *River Habitat Survey: a new system for classifying rivers according to their habitat quality*. In: Buffagni A., Erba S., Ciampittiello M. (2005), “Il rilevamento idromorfologico e degli habitat fluviali nel contesto della Direttiva Europea sulle acque (WFD): principi e schede di applicazione del metodo CARAVAGGIO”. CNR-IRSA, Notiziario dei metodi analitici, n.2.
- Raven P.J., Holmes T.H., Dawson F.J.H., Fox P. J.A., Everard M., Fozzard I.R., Rouen K.J. (1998) - *River Habitat Quality: the physical characteristics of the river and streams in the UK and Isle of Man*. In: Buffagni A., Erba S., Ciampittiello M. (2005), “Il rilevamento idromorfologico e degli habitat fluviali nel contesto della Direttiva Europea sulle acque (WFD): principi e schede di applicazione del metodo CARAVAGGIO”. CNR-IRSA, Notiziario dei metodi analitici, n.2.
- Rinaldi M. (2003) – *Recent channel adjustments in alluvial rivers of Tuscany, Central Italy*. Earth Surface Processes and Landforms, 28 (6), 587-608.
- Rinaldi M. (2006) – *La prospettiva geomorfologica e le applicazioni nella gestione degli alvei fluviali*. Atti Giornate di Studio “Nuovi approcci per la comprensione dei processi fluviali e la gestione dei sedimenti. Applicazioni nel bacino del Magra.” Sarzana, 24-25 Ottobre 2006, Autorità di Bacino del Fiume Magra, 39-58.
- Rinaldi M. (2007) - *Approfondimenti dello studio geomorfologico dei principali alvei fluviali nel bacino del Fiume Magra finalizzato alla definizione di linee guida di gestione dei sedimenti e della fascia di mobilità funzionale*. Relazione Finale Convenzione di Ricerca tra Autorità di Bacino del Fiume Magra e Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, Università di Firenze, 154 pp.
- Rinaldi M. & Surian N. (2005) – *Variazioni morfologiche ed instabilità di alvei fluviali: metodi ed attuali conoscenze sui fiumi italiani*. In: M.Brunelli & P.Farabollini (Eds), *Dinamica Fluviale*, Atti Giornate di Studio sulla Dinamica Fluviale, Grottammare, Giugno 2002, Ordine dei Geologi Marche, 203-238.
- Rinaldi M. & Simoncini C. (2006) – *Studio geomorfologico del Fiume Magra e del Fiume Vara finalizzato alla gestione dei sedimenti e della fascia di mobilità*. Atti Giornate di Studio “Nuovi approcci per la comprensione dei processi fluviali e la gestione dei sedimenti. Applicazioni nel bacino del Magra.” Sarzana, 24-25 Ottobre 2006, Autorità di Bacino del Fiume Magra, 93-109.
- Rinaldi M., Wyzga B. & Surian N. (2005a) - *Effects of sediment mining on channel morphology and environment in alluvial rivers*. River Research and Application, 21, 805-828.
- Rinaldi M., Simoncini C. & Sogni D. (2005b) – *Variazioni morfologiche recenti di due alvei ghiaiosi appenninici: il F.Trebbia ed il F.Vara*. Geogr.Fis.Dinam.Quat., Suppl.VII, 313-319.

- Rollet A.J., Lejot J. & Piégay H. (2004) - *Basse Vallée de l'Ain : expertise hydrogéomorphologique en vue du diagnostic fonctionnel des habitats, de la restauration du transit sédimentaire et des lônes. Rapport final*. Programme Life-Nature Basse vallée de l'Ain, SIVU du bassin de la basse vallée de l'Ain, Communauté Européenne, Agence de l'Eau RMC, 40pp.
- Rosgen D. (1996) - *Applied River Morphology*. Wildland Hydrology, Pagosa Springs, Colorado.
- Rossi G. (2006) - *Progetto di recupero sperimentale di un sito oggetto di attività estrattiva in ambito golenale del fiume Po. Lanca dei Francesi, Comune di Roccabianca, Provincia di Parma*. Regione Emilia-Romagna.
- Sansoni G., (2003) – *La tutela degli ambienti fluviali: dal monitoraggio alla riqualificazione idee strumenti tecniche*. Dispensa ARPAT, Dipartimento provinciale di Massa Carrara
- Sartorelli M. (2003) - *Studio geologico ambientale del Torrente Lanza*. Provincia di Como Settore Risorse Ambientali Servizio Pesca.
- Shields F.D., Brookes A., Haltiner J. (1999) - *Geomorphological approaches to incised stream channel restoration in the United States and Europe*. In: Darby, S.E. & Simon, A. (Eds), *Incised River Channels. Processes, Forms, Engineering and Management*. John Wiley & Sons Ltd: 371-394.
- Stanford J. A. (1998) - *Rivers in the landscape: introduction to the special issue on riparian and groundwater ecology*. *Freshwater Biology* 40(3):402-406
- Stroffek S., Amoros C. & Zylberblat M. (1996) - *La logique de réhabilitation physique appliquée à un grand fleuve : le Rhône*. *Revue de Géographie de Lyon*, 71(4), 287-296.
- Surian N. & Rinaldi M. (2003) – *Morphological response to river engineering and management in alluvial channels in Italy*. *Geomorphology*, 50 (4), 307-326.
- Surian N. & Rinaldi M. (2004) – *Channel adjustments in response to human alteration of sediment fluxes: examples from italian rivers*. In: *Sediment Transfer through the Fluvial System, Proceedings Symposium held in Moscow, August 2004*, IAHS Publ.288, 276-282.
- Tomaselli M., Manzini M.L., Del Prete C. & Spettoli O. (1992) - *Carta della vegetazione : Parco Regionale dei Sassi di Roccamalatina*. Regione Emilia-Romagna, Servizio Cartografico e Geologico. S.E.L.C.A., Firenze.
- Turroni E., Merloni N. (1982) – *Osservazioni sulla flora acquatica del territorio ravennate*. *Classense bollettino della biblioteca comunale di Ravenna* agosto 1982: 28-44.
- Vaccari A. (1941) - *Cleome viscosa, pianta indiana naturalizzata lungo il corso medio del Panaro*. *Atti mem. Reale accad. Aci. Lett. Arti di Modena*, ser.5: 21.
- Vaughan I.P. & Ormerod S.J. (2006) – *Quantifying River Habitat Structure in Ecologically Meaningful Ways*. *Water and the Landscape* pp. 102-109.
- Verdonshot P.F.M. & Moog O. (2006) - *Tools for assessing European streams with macroinvertebrates: major results and conclusions from the STAR project*. *Hydrobiologia* 566:299-309.
- Ward J.V., Tockner K., Uehlinger U. & Malard F. (2001) - *Understanding natural patterns and processes in river corridors as the basis for effective river restoration*. *Regul. Rivers: Res. Manage.*, 17, 311-323.
- Wohl E. (2004) – *Disconnected rivers: linking rivers to landscape*. Yale University press, New Haven, Connecticut, USA.
- Wright J.P. & Flecker A.S. (2004) - *Deforesting the riverscape: the effects of wood on fish diversity in a Venezuelan piedmont stream*. *Biol. Conser.*
- Zerunian S. (2002) – *Condannati all'estinzione? Biodiversità, biologia, minacce e strategie di conservazione dei Pesci d'acqua dolce indigeni in Italia*. Edagricole.