



## Comune di TOSCOLANO MADERNO Provincia di Brescia

**OGGETTO:**

Progetto L.A.CUST.R.E

AZIONE 1

Realizzazione di interventi di riqualificazione di sponde ed alveo e di deframmentazione del corridoio ecologico del torrente Toscolano.

**COMMITTENTE:**

Comune di Toscolano Maderno - BS

### **PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**

Agosto 2016

**Relazione tecnica descrittiva e quadro economico di  
spesa**



Progetto finanziato da  
Fondazione Cariplo

Studio Tecnico di progettazione-idraulica  
AVANZI ING GIAN PIETRO  
via Nestore Baronchelli,2-25085-Gavardo (Bs)  
Tel/Fax:0365-374972  
Mail: studioavanzigp@alice.it  
Posta certificata: gianpietro.avanzi@ingpec.eu

CENTRO STUDI BIOLOGIA E AMBIENTE snc  
Dott. Biol. A.Anzani Dott. Sc.Amb. A.Marieni  
C.so XXV Aprile 87 – 22036 Erba (CO)  
Tel/Fax: 031.610630  
Mail: csba.erba@virgilio.it  
Posta certificate: csba.erba@legalmail.it

## 1 PREMESSA

Il Comune di Toscolano Maderno ha redatto e candidato sul bando di finanziamento di Fondazione Cariplo, area ambiente "Connessione 2015" il progetto dal titolo "Progetto L.A.Cust.R.E. – Lavori in alveo per custodire la rete ecologica". Tale progetto vede come capofila il Comune, in partenariato con Provincia di Brescia – Ufficio Pesca, Parco Alto Garda Bresciano e Associazione APD La Fario ZPS di Toscolano Maderno. Centro Studi Biologia e Ambiente, su incarico dell'Associazione APD La Fario ZPS, ha curato la redazione della documentazione tecnica ed amministrativa necessaria.

Fondazione Cariplo, nella seduta del CDA del 15 dicembre 2015, ha deliberato il finanziamento del progetto presentato.

Tra le attività del progetto generale, il Comune di Toscolano Maderno realizza le opere di miglioramento ambientale del tratto terminale del Torrente Toscolano, nonché i relativi monitoraggi ambientali pre e post operam.

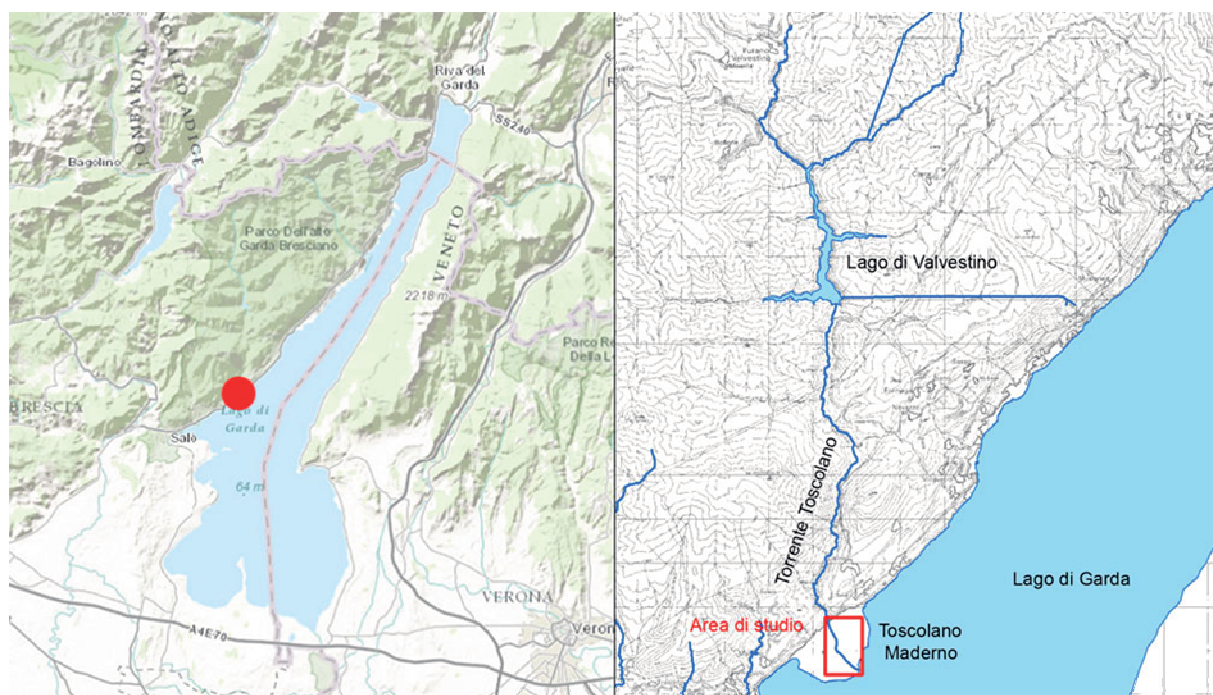
Nello specifico gli interventi di riqualificazione fluviale da attuarsi sono i seguenti:

- rinaturalizzazione del torrente Toscolano, mediante creazione di una idonea fascia di vegetazione avente sia funzioni ecologiche che di consolidamento spondale per la mitigazione del rischio idraulico ed idrogeologico;
- diversificazione degli habitat sia acquatici che spondali, volti a massimizzarne in particolare l'idoneità per l'ittiofauna, la batracofauna e l'erpetofauna;
- eliminazione dell'elemento di parziale discontinuità fisica del continuum fluviale costituito dalla soglia nei pressi del Ponte Romano di Toscolano Maderno.

Il presente progetto sviluppa nel dettaglio gli aspetti legati alle suddette attività.

## 2 CONTESTO PROGETTUALE

### 2.1 IL TORRENTE TOSCOLANO



Inquadramento geografico

Il torrente Toscolano è un tributario diretto del lago di Garda ed il suo bacino idrografico è pertanto ricompreso in quello più vasto del fiume Mincio (Sarca nel tratto a monte del lago).

Il corso d'acqua presenta caratteri molto interessanti per quanto concerne il contesto ittico. Infatti, benché si collochi prevalentemente all'interno della zona a vocazione salmonicola, le caratteristiche idrologiche e morfologiche ben si prestano ad ospitare anche la tipica fauna dei Ciprinidi reofili con deposizione litofila.

A questo si aggiungono anche fenomeni di rimonta sia per motivi trofici che riproduttivi, da parte di diverse specie ittiche lacustri.

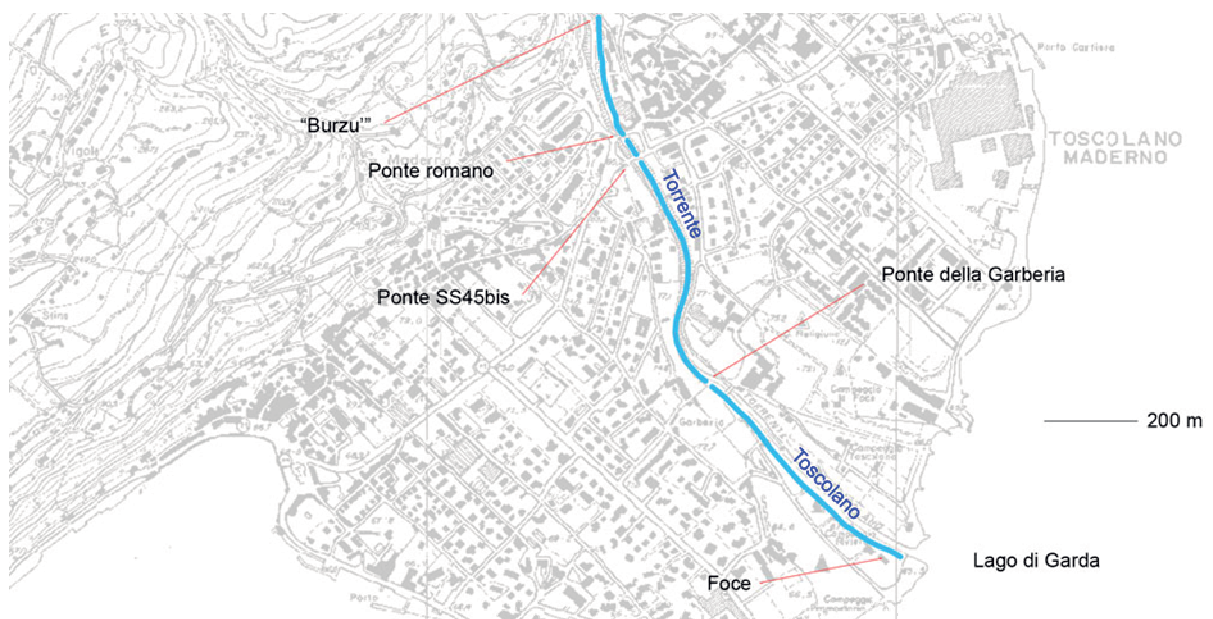
Nella parte medio-alta del bacino idrografico si trova l'invaso del Valvestino, bacino artificiale che ha profondamente alterato, a valle, sia le portate naturali disponibili che, di conseguenza, le dinamiche legate al trasporto solido.

La valle del Toscolano, infatti, è caratterizzata da una significativa dinamica di versante che trasferisce verso il fondovalle una notevole quantità di sedimenti, prevalentemente ghiaie, ciottoli e sabbie. Tali materiali, a fronte di una portata naturale importante, venivano veicolati a valle dal torrente e depositati presso lo sbocco della valle a lago. Testimonianza di questa dinamica geomorfologica è l'imponente conoide di Toscolano, su cui sorge l'omonimo paese.

Allo stato attuale, invece, la portata del torrente è strettamente dipendente dalla gestione dell'invaso presente a monte: unico elemento di naturalità, sempre in termini di portata, è rappresentato dal contributo idrico dei tributari, tra i quali la Valle dei Campeï, in destra idrografica, è tra i più rappresentativi.

Il basso corso del torrente, dallo sbocco della zona denominata Valle delle Cartiere, appare fortemente antropizzato. In particolare il settore a valle del ponte lungo Via Statale Maderno – SS45bis, presenta un corso in gran parte rettificato e confinato entro muri d'argine, sebbene il fondo sia in prevalenza naturale.

## 2.2 AREA DI INTERVENTO



Area di intervento sul torrente Toscolano.

L'ambito di progetto interessa prevalentemente la parte terminale del torrente, dal lago risalendo verso monte.

La parte su cui si concentrano gli interventi sul torrente è nel complesso un tratto piuttosto omogeneo, compreso tra le quote 65 e 90 m s.l.m., della lunghezza di circa 1300 m ed una pendenza media di circa 1,9%. I substrati dominanti sono rappresentati in prevalenza da ghiaie e ciottoli, con sabbia subordinata e locale presenza di massi e rari blocchi.

Il mesohabitat caratteristico è il riffle, con profondità medie comprese tra 20 e 50 cm, mentre le pools sono rare e presentano profondità massime maggiori di 1,5 m. Queste ultime, sono generalmente di forma allungata, in continuità con i riffles, nei quali sfumano gradualmente verso valle, generando caratteristici microhabitat con granulometria fine, profondità intermedie e velocità di corrente bassa, poco turbolenta.

Come detto, generalmente l'intera area di studio mostra caratteri di scarsa naturalità e ridotta funzionalità fluviale sostanzialmente a causa dell'artificializzazione delle sponde.

Per tutta la lunghezza dell'area di studio non sono presenti rifugi efficaci per la fauna ittica che trovano locali ricoveri solo in corrispondenza di rovi e arbusti sottosponda, oltre alle zone a maggior profondità presso i mesohabitat di pool.

Nell'area di indagine si trovano 3 principali elementi di discontinuità. La prima è rappresentata da un salto di fondo realizzato in massi ciclopici nei pressi della foce. Sebbene questo elemento non costituisca un vero e proprio ostacolo alla risalita, in occorrenza di livelli idrometrici bassi del lago, il salto di fondo diviene più evidente e, qualora il lago sia basso ed il Toscolano abbia una scarsa portata, è stato osservato che la situazione morfologica del sito tende ad inibire il fenomeno di rimonta dei pesci dal Benaco.

Proseguendo verso monte, si sviluppa un lungo tratto che, pur non presentando particolari discontinuità, ha un corso fortemente artificializzato, caratterizzato da una ridottissima funzionalità ecologica, per nulla diversificato ed in cui sono pressoché assenti shelters efficaci.

Oltre quest'ultimo tratto, presso il Ponte Romano di Toscolano Maderno, si trova una soglia in calcestruzzo. La soglia della gaveta è ammalorata e presenta localmente alcune discontinuità, mentre sul suo lato sinistro sono presenti alcuni massi.

A fronte delle osservazioni condotte, si ritiene che per portate inferiori a 500 l/s si determinino condizioni morfo-idrauliche che iniziano a rendere più difficile il superamento dell'ostacolo, soprattutto da parte degli esemplari di maggiori dimensioni. Quando, invece, la portata scende sotto i 100 l/s, l'attuale conformazione del manufatto rende pressoché impossibile il superamento dell'ostacolo.

Superata la soglia, si sviluppa un tratto di circa 200 m in cui, dopo una prima piana impostata a valle di una pool, la pendenza incrementa leggermente e si sviluppa un mesohabitat di riffle piuttosto turbolento, con substrato in ciottoli e massi. Più a monte di questo tratto, sono presenti alcuni ostacoli naturali (salti di fondo in roccia) che precludono per loro conformazione la naturale rimonta dei pesci dal lago. Le discontinuità antropiche comunque presenti più a monte, pertanto, non modificano sostanzialmente le caratteristiche del sito. Da ciò deriva la definizione dell'ambito territoriale in cui si ritiene, almeno in questa fase, ragionevole intervenire.

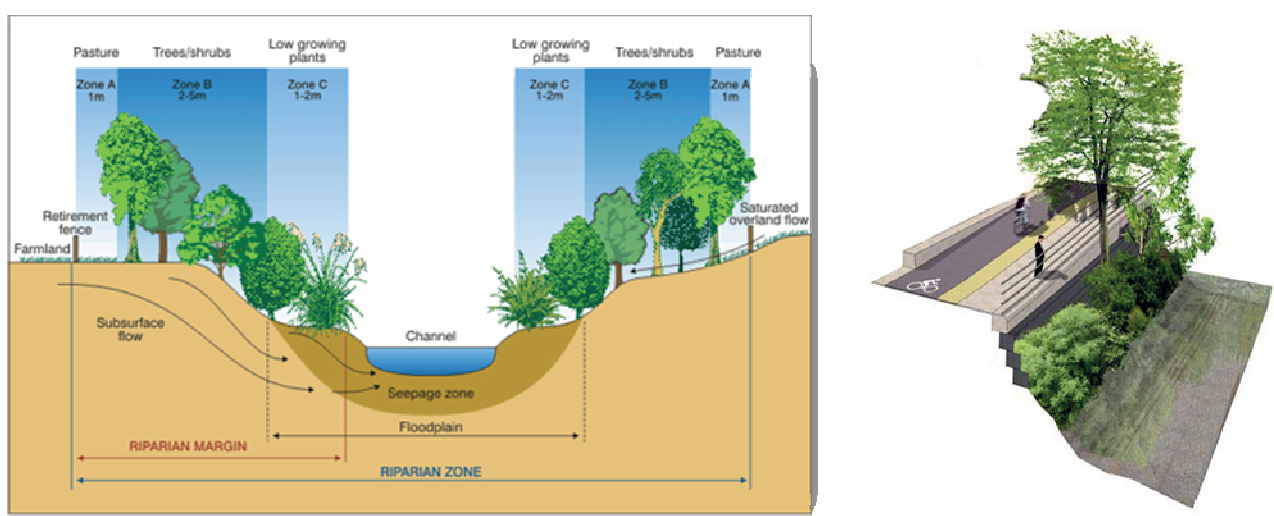
Oltre a quest'area di intervento, sono previste azioni mirate di adeguamento strutturale ed impiantistico a carico dell'esistente incubatoio ittico di valle localizzato in località Camerate lungo il Toscolano, al fine di renderlo pienamente funzionale agli scopi del presente progetto

### 3 TIPOLOGIE DI INTERVENTO PREVISTE

Di seguito vengono descritte le tipologie di intervento previste dal progetto per il recupero della funzionalità di corridoio ecologico del basso corso del torrente Toscolano.

#### 3.1 RUOLO DELLA VEGETAZIONE SPONDALE E OPERE LONGITUDINALI LUNGO L'ALVEO

In questa categoria vengono incluse sia le opere di consolidamento delle rive che le attività di indirizzo per lo sviluppo della fascia vegetale spondale e perifluviale.



Sviluppo della vegetazione perifluviale in ambito naturale (a sinistra) ed in ambito urbanizzato (a destra).

In tutti questi casi si tratta di utilizzare le proprietà sia statiche che biologiche associate alla componente vegetale che, opportunamente indirizzata, può svolgere oltre ad una indubbia funzione biologica, anche un ruolo nella gestione del rischio idrogeologico andando sia a consolidare le sponde con il proprio apparato radicale e la propria struttura, sia a svolgere un ruolo di mitigazione del deflusso soprattutto di piena.

Nella figura sopra riportata viene riassunto il principio cardine su cui si fonda questa tipologia di intervento che può portare in alcuni casi ad integrare le funzioni legate allo sviluppo di una fascia perifluviale anche in ambito di progettazioni infrastrutturali lungo i corsi d'acqua.

Fermi restando gli obblighi di utilizzo di specie autoctone e compatibili con l'ambito biogeografico di riferimento, la scelta delle specie vegetali più idonee deve essere fatta in base alle caratteristiche strutturali, privilegiando le specie arbustive, quelle più elastiche e quelle con ampio sviluppo dell'apparato radicale rispetto alla chioma. L'impiego di specie baccifere, invece, ha ripercussioni positive sull'incremento delle risorse trofiche disponibili per il corso d'acqua ed il suo intorno.

La gestione della vegetazione presuppone, quale aspetto propedeutico e preparatorio, l'allontanamento delle specie esotiche nonché delle piante che potrebbero interferire con un adeguato deflusso delle acque.

Nella seguente discussione vengono prese in esame le tecniche contemplate dal progetto.

Il mantenimento o la ricostituzione della vegetazione lungo le sponde del corso d'acqua o nelle fasce immediatamente adiacenti rappresenta quindi uno degli interventi di primaria importanza per assicurare la funzionalità ambientale dei corsi d'acqua stessi. Spesso, tuttavia, la presenza di vegetazione sulle sponde è vista come un ostacolo al "normale" lavoro di controllo e manutenzione o, addirittura, come causa di dissesto e, più in generale, di malfunzionamento idraulico dell'alveo. Se ciò può essere vero in alcuni casi, in molti altri è possibile prevedere la formazione di una fascia vegetale "controllata", con particolari requisiti naturalistici e tecnici, proprio per mitigare anche il rischio idrogeologico, in base alla cui considerazione è possibile calibrare il progetto di riqualificazione.



Esempio di sviluppo di vegetazione perifluviale ad elevata funzionalità ecologica.

### La scelta delle specie

La scelta delle essenze da impiegarsi nelle opere di piantagione è alla base della buona riuscita dell'intervento. Essa dipende da diversi fattori, tra cui clima, suolo, esposizione e disponibilità idrica. Prendendo come riferimento la sezione tipo di un corso d'acqua di forma trapezoidale, è possibile distinguere almeno quattro zone, caratterizzate da altrettante micro-condizioni ambientali, da tenere presenti all'atto della scelta delle specie da impiegarsi:

- Area centrale del canale (indicata come CHANNEL in figura), dove le velocità della corrente e i tiranti sono massimi ed in genere impediscono il formarsi di una vegetazione stabile.
- Area posta al piede della sponda (indicata come ZONE C in figura), caratterizzata dalla presenza costante d'acqua, velocità basse e livelli di sommersione variabili.
- Area di sponda vera e propria (indicata come ZONE B in figura), connotata da una pendenza più o meno marcata e caratterizzata da condizioni di saturazione variabili, ma tendenzialmente decrescenti procedendo verso la parte superiore.
- Parte superiore della sponda (indicata come ZONE A in figura), caratterizzata da suolo con umidità variabile (da saturo ad asciutto), generalmente non soggetto a sommersione.

In base alla classificazione zonale, è possibile definire a priori una diversa affinità, e quindi successo di impianto, da parte di specie diverse (vedi tabella)

ZONA C	ZONA B	ZONA A
Fragmites communis	Salix viminalis	Viburnum opulus
Carex spp.	Salix elaeagnos	Frangula alnus
Scirpus spp.	Salix purpurea	Ligustrum vulgare
Typha spp.	Salix triandra	Corylus avellana
Filipendula ulmaria	Alnus glutinosa	Comus sanguine
Salix cinerea		Rubus spp.
		Salix caprea
		Salix alba
		Sanbucus nigra
		Populus tremula
		Populus nigra
		Acer campestre
		Ulmus minor

Diversa affinità alle condizioni generali di stazione associata ad alcune specie vegetali ripariali in funzione della zonazione.

Ad esempio, se la sponda è soggetta a sommersioni occasionali, di durata non superiore alla settimana, ma il suolo si mantiene saturo per la maggior parte dell'anno, sarà utile impiegare il salice rosso o il cinerino o, in misura minore e con alcuni accorgimenti, il salice bianco per le opere di stabilizzazione. In prossimità del piede della sponda, laddove l'acqua persiste per la maggior parte dell'anno, saranno messe a dimora specie erbacee tipicamente idrofile (cannucce di palude e carici). Infine, sull'unghia della sponda (la porzione sommitale), la scelta della specie ricadrà su specie adatte a suoli asciutti (ad esempio sanguinello, nocciolo). Oltre alle caratteristiche agronomiche, le specie da impiegare nelle opere di riqualificazione ambientale vanno comunque individuate in base a criteri di sostenibilità ecologica, perseguendo la ricostituzione ed il consolidamento di associazioni vegetali tipiche dell'area di intervento. Appare quindi evidente la motivazione



che ha portato nell'ambito del presente progetto a prevedere analisi di dettaglio e monitoraggi di carattere botanico-floristici. D'altro canto anche gli aspetti di natura idraulica associati alla realizzazione di queste opere sono tenuti in debita considerazione in fase progettuale. Una volta identificata la struttura e l'assetto della fascia vegetale che si intende ricostituire e mantenere, sono state prese in esame diverse tecniche applicabili al contesto dell'area di intervento

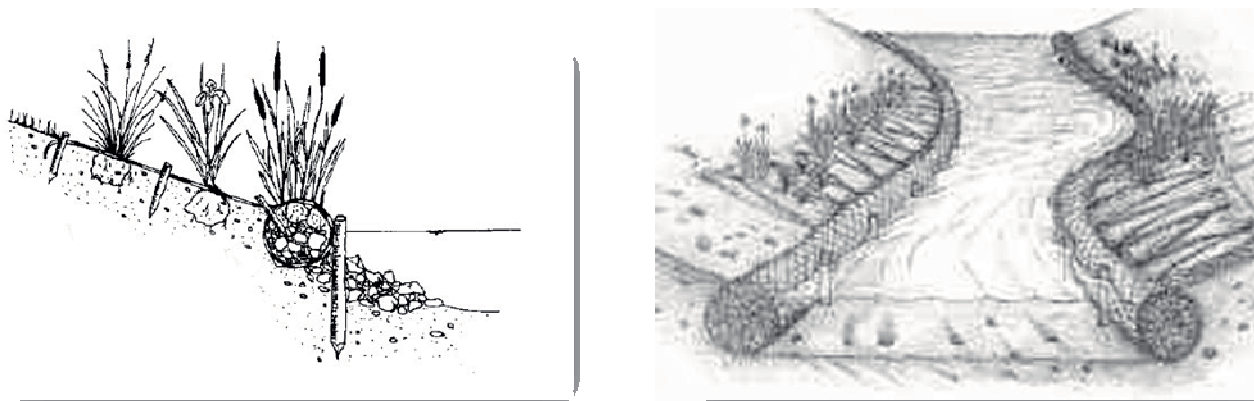
### Semine

La semina è adottata per ripristinare, nel più breve tempo possibile, la copertura vegetale sulle superfici che sono state oggetto di movimenti di terra. Con tale operazione si migliorano il bilancio termico e idrico e si promuove l'attivazione biologica del terreno; inoltre il suolo è protetto dall'erosione, rendendo più efficaci eventuali altri interventi previsti. Le semine sono adatte a consolidare sponde piuttosto acclivi, prive di coperture e soggette ad erosione diffusa. Le essenze vegetali possono essere seminate attraverso diverse tecniche: semina a spaglio, con fiorume, con coltre protettiva di paglia e bitume, a strato con terriccio, idrosemina.

### Piantagioni

L'intervento consiste nella messa a dimora di arbusti o alberi autoctoni da vivaio, a radice nuda o con pane di terra (fitocella), allo scopo di stabilizzare aree in erosione o prive di copertura vegetale legnosa. Le piantagioni sono caratterizzate da un ampio spettro di possibilità applicative: sponde in scavo ed in riporto, completamenti d'altre opere d'ingegneria naturalistica e di recupero ambientale, stabilizzazione di cumuli di materiale sciolto, ecc. Viene utilizzata prevalentemente la tecnica d'impianto in buche, la cui dimensione è legata a quella degli apparati radicali delle piantine e alla natura del suolo. Il lavoro d'impianto potrà essere rifinito con la posa di pacciamanti e di ritenitori idrici, e sarà considerato funzionale solo dopo un certo periodo d'assestamento (colonizzazione e sviluppo radicale, eliminazione delle specie infestanti per competizione, ecc.).

### Posa di rulli di elofite



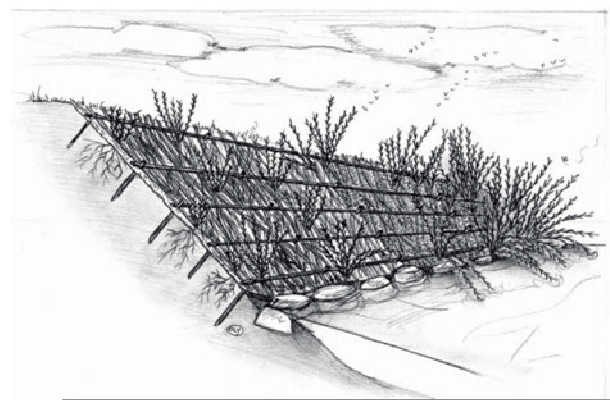
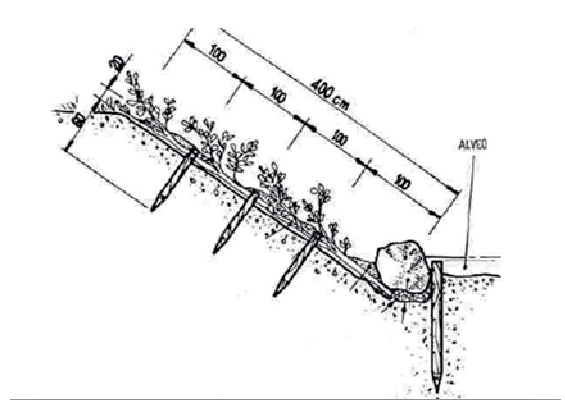
Schema tipologico di rulli di elofite e relativo risultato complessivo

Nel caso di sponde soggette a periodi di sommersione prolungati, è meglio impiegare specie adatte a tali condizioni, come canne e cannuce palustri, generalmente note con il nome di elofite (letteralmente pianta di palude). Tali specie presentano una conformazione fisiologica tale da permettere la loro sopravvivenza in ambienti anche sommersi. Esse possono essere messe a dimora mediante la posa di rulli, costituiti da rotoli di rete metallica, riempiti con terra e rizomi, oltre a materiale lapideo per impedire il galleggiamento e fissati a terra mediante paletti. I rulli, disposti longitudinalmente alla direzione di deflusso, possono essere impiegati per delimitare aree laterali a bassa sommersione e velocità limitate o al piede delle sponde, anche in associazione con altre forme di protezione (ad esempio pietrame). Il materiale vegetale viene solitamente raccolto in natura, per mezzo di escavatori o manualmente, sotto forma di cespi (20-30 cm di diametro), il cui tempo di conservazione è piuttosto limitato; pertanto si consiglia un rapido impiego. Storicamente la foce del Toscolano era caratterizzata dallo sviluppo di un rado canneto e questa soluzione è ritenuta interessante proprio lungo le sponde del torrente nella zona del suo sbocco a lago.



Elofite attualmente presenti lungo il Toscolano nella zona di intervento

### Copertura diffusa con astoni



Schema tipologico di rulli di elofite e relativo risultato complessivo.

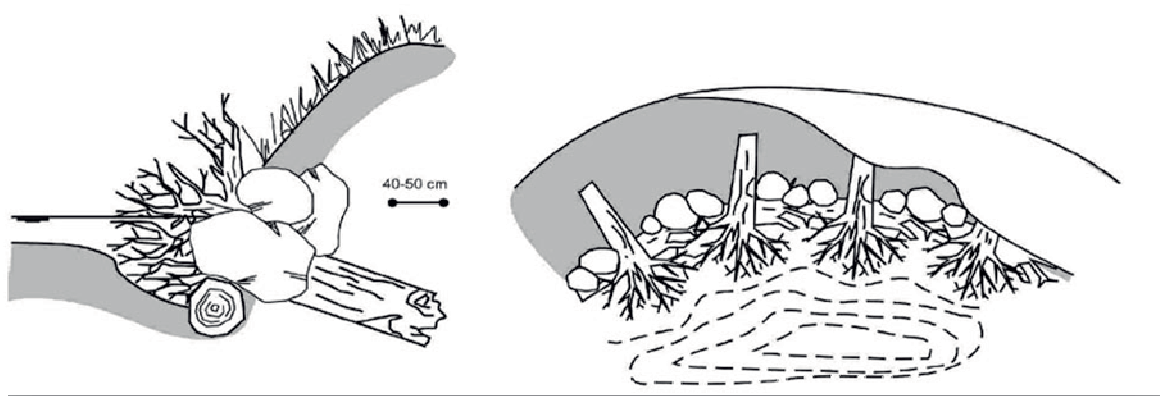
L'opera consiste in un rivestimento della sponda, in precedenza rimodellata, mediante la messa a dimora di astoni con capacità di propagazione vegetativa. Lo strato di rami copre la superficie sin dal momento della posa e protegge immediatamente la sponda dall'erosione, cacciando e radicando in maniera intensiva anche se non profonda come nel caso delle gradonate vive. Le coperture diffuse non sono adatte su sponde troppo acclivi e, se realizzate correttamente, possono essere considerate tra le più stabili tecniche d'ingegneria naturalistica.

La copertura diffusa garantisce una protezione particolarmente efficace delle scarpate spondali minacciate dal ruscellamento. Si può intervenire sia nel caso di nuove costruzioni sia per il risanamento di rotture e franamenti spondali.

Tale opera è di tipo intensivo e comporta una gran disponibilità di materiale vegetale. L'aumento di scabrezza generato dalla vegetazione va tenuto in considerazione in funzione delle necessità idrauliche che si intendono perseguire.

Sulla sponda da consolidare, preventivamente spianata per ridurne la pendenza, si posano l'uno accanto all'altro, con orientamento normale alla sponda, rami di salice vivi, in quantità tale da ricoprire l'intera superficie. La base dei rami deve essere infilata in terra oppure nel piede della sponda, mentre la punta deve coprire la base della fila superiore. La copertura va ancorata con pali piantati in file distanti 80-100 cm, verghe trasversali e filo di ferro. Una volta ultimata, l'opera è leggermente coperta di terra affinché i rami non si vedano più. Per evitare lo scalzamento al piede con mancata radicazione della fila basale occorre posare un rinforzo con blocchi di pietra o con fascinate sommerse. Interessante, infine è il consolidamento del piede mediante impiego della fila di ceppaie

### Fila di ceppaie



Schema tipologico per la realizzazione di file di ceppaie.

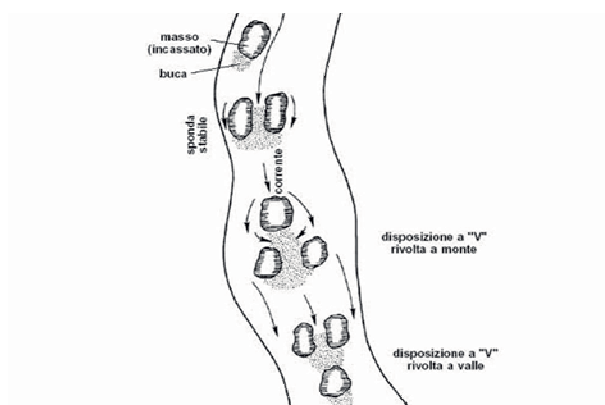
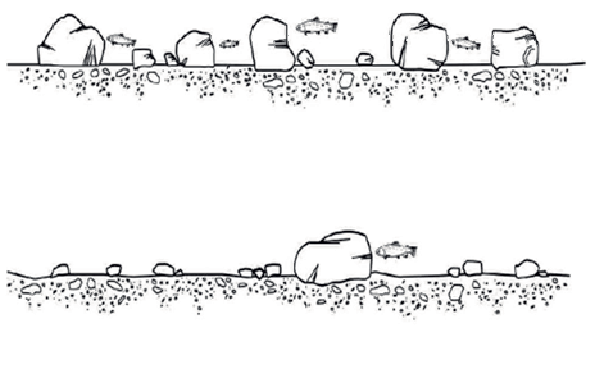
E' un intervento localizzato per la protezione delle sponde da fenomeni erosivi, ma d'elevato valore ambientale, poiché riproduce condizioni facilmente rinvenibili in alvei naturali. Una fila di ceppaie, costituita

da tronchi di lunghezza variabile da 2 a 4 metri, con parte dell'apparato radicale ancora intatto, viene inserita nel fondo del canale, per tutta la lunghezza del tronco, con le radici rivolte verso il centro dell'alveo ed ancorate saldamente con pali, cavi e massi posti negli interstizi. Tale opera stabilizza, entro certi limiti, la sponda, favorisce la sedimentazione e permette l'instaurarsi di un ambiente ospitale per la fauna, che trova nutrimento e protezione tra l'impalcatura radicale; occorre tuttavia valutare il suo utilizzo nei diversi contesti, in relazione all'incremento di resistenza al deflusso che essa può comportare.



Esempio di microhabitat naturale a cui tende l'intervento di posa di file di ceppaie.

### 3.2 DIVERSIFICAZIONE DELL' ALVEO



Indirizzo della dinamica fluviale per la diversificazione degli habitat.

Come nel caso precedente, anche l'efficacia di questa tipologia di intervento è legata ad una sua evoluzione nel tempo. Se per le opere che impiegano matrici vegetali vive è necessario attendere l'attecchimento, la radicazione e lo sviluppo, nel caso degli interventi di diversificazione dell'alveo proposti nell'ambito del presente progetto si applicano tecniche e strutture atte ad indirizzare l'evoluzione della dinamica fluviale. In particolare vengono gestiti i flussi ed il relativo potere di escavazione, trasporto e deposizione del materiale incoerente del substrato.

La presenza in alveo di materiale lapideo di dimensioni rilevanti (> 10 cm) fa sì che le linee di deflusso si suddividano, formando vortici e rigurgiti, i quali, in maniera diretta o indiretta, incrementano la disponibilità di habitat locali. La dislocazione di massi in alveo è un intervento finalizzato al miglioramento della qualità dell'habitat fluviale. L'opportuno posizionamento dei massi, singoli o in gruppi, è uno dei metodi più semplici e più largamente applicati per il miglioramento dell'habitat in corsi d'acqua di ogni dimensione. I massi possono essere disposti in vario modo all'interno dell'alveo in base alle caratteristiche del corso d'acqua e ai risultati che si desidera ottenere: possono essere disposti isolati o in gruppi e la loro collocazione può essere ordinata o casuale.

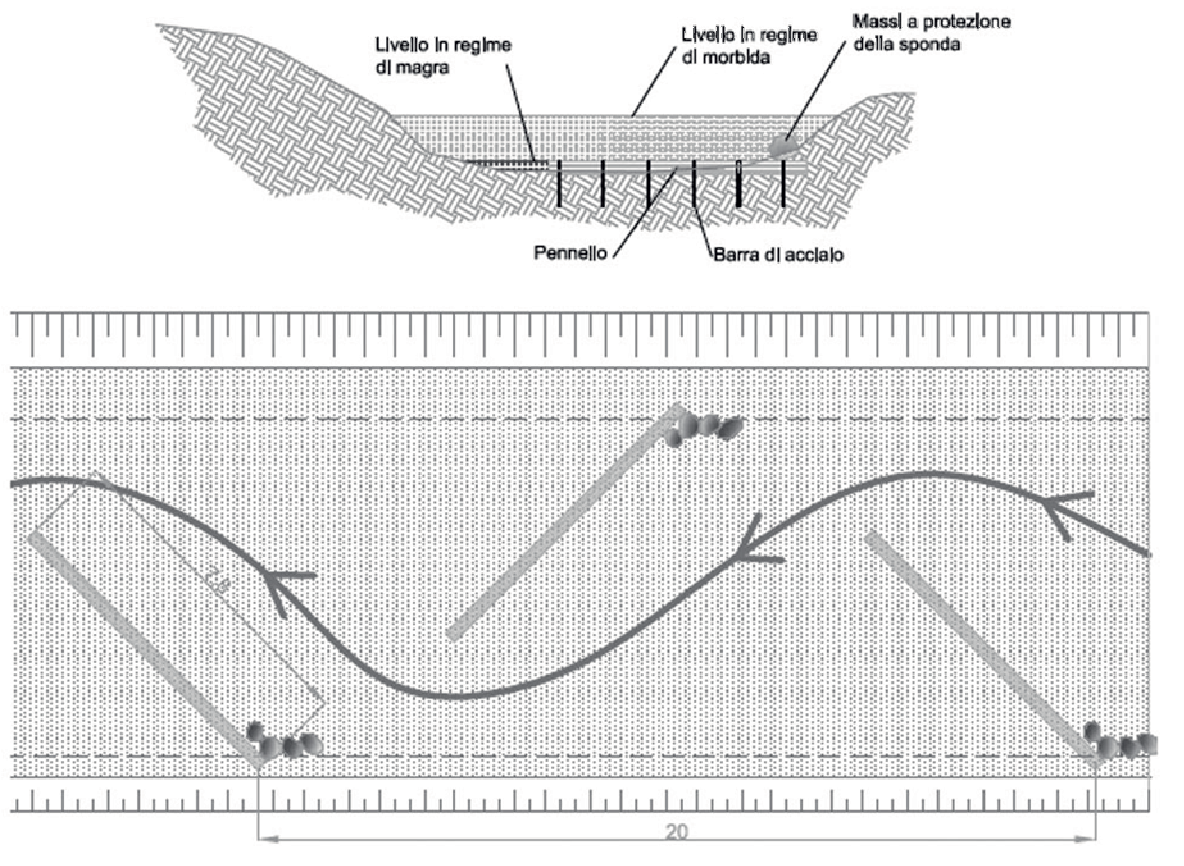
Si tratta di una tipologia d'intervento opportuna in corsi d'acqua artificializzati con una scarsa alternanza di buche e raschi. Gli obiettivi che si possono raggiungere sono molteplici. Possono infatti incrementare la disponibilità di rifugi per i pesci, possono aumentare il rapporto buche/raschi creando nuove buche, possono ricreare meandri e buche nei tratti canalizzati. Consentono altresì di perseguire obiettivi di mitigazione del rischio idrogeologico, proteggendo le sponde dall'erosione mediante diversione del filo della corrente oppure mitigare l'uniformità di alvei piatti.

A valle dei massi il substrato viene "spazzato" dalla corrente e si forma una buca che, protetta dal masso stesso, costituirà un prezioso riparo per i pesci dalla corrente, soprattutto in occasioni delle piene o, nel caso di pesci in risalita, quale punto di sosta e recupero durante la rimonta.

L'utilizzo di massi di dimensioni diverse determina la formazione di rifugi adatti a esemplari di taglia variabile e contribuisce così a produrre popolazioni ittiche più strutturate. La deviazione del flusso della corrente può inoltre favorire la pulizia di alcune parti dell'alveo, che verranno colonizzate da invertebrati e utilizzate dai pesci quali substrati per la riproduzione.

In combinata con l'opportuna disposizione di massi in alveo, è possibile impiegare anche pennelli o deflettori per aumentare l'efficacia dell'intervento.

Nelle aree individuate dal progetto dove prioritariamente si ritiene necessario agire in questo senso, si ritiene interessante installare pennelli in legno (travi) opportunamente ancorati nel substrato, con la tipica geometria alternata e convergenti nel senso della corrente. Tale disposizione, soprattutto in occasione di portate di magra, tende a concentrare il flusso individuando un canale meandrico che non disperde la portata sull'intera sezione del letto del corso d'acqua.



Intervento di diversificazione di condizioni di habitat operato mediante utilizzo combinato di massi e pennelli.

### 3.3 MISURE PER IL SUPERAMENTO E/O MITIGAZIONE DELLE BARRIERE AMBIENTALI

I manufatti antropici interferenti con gli alvei fluviali costituiscono un rilevante fattore di pressione sugli ecosistemi acquatici. Essi, infatti, impediscono le migrazioni delle principali specie ittiche lungo il reticolo idrografico a fini trofici, riproduttivi e di svernamento, determinando, quindi, una frammentazione del *continuum* fluviale. In un corso d'acqua, infatti, i processi naturali che comportano scambi di materia ed energia possono essere irrimediabilmente compromessi dalla presenza di discontinuità artificiali; ciò soprattutto a causa della perdita di habitat, nel momento in cui le popolazioni ittiche, naturalmente colonizzanti determinate aree di frega, vengono reclusi in tratti più a valle, ove possono subire una drastica degenerazione dei cicli riproduttivi oppure non riuscire nemmeno ad intraprendere la rimonta riproduttiva verso i letti di frega. La conseguente alterazione del popolamento ittico originario, in caso estremo, può causare la scomparsa di una o più specie dal corso d'acqua. Nel caso del lago di Garda, una delle cause di rarefazione di alcune specie, come la Trota lacustre, è proprio da ricondurre all'impossibilità da parte dei riproduttori di raggiungere le aree fluviali vocate alla deposizione, schiusa e sviluppo delle uova. Gli effetti della discontinuità sull'ecosistema fluviale si traducono, quindi, in una perdita della biodiversità, poiché il popolamento ittico originario può essere sostituito da un altro, caratterizzato da specie opportuniste, spesso

di minor rarità e rappresentatività per il territorio in esame e la cui presenza ed abbondanza può essere indice di pesanti degenerazioni ambientali.

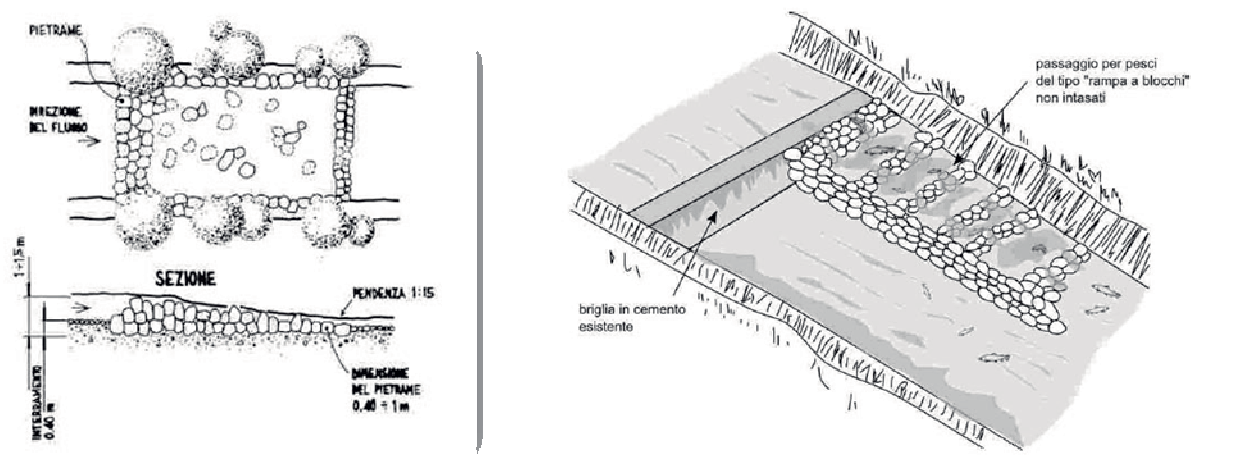
I passaggi per pesci (conosciuti anche come "scale di risalita", "scale di rimonta", oppure "scale di monta") rappresentano particolari opere d'ingegneria idraulica, integrate con l'ecologia fluviale e la biologia ittica e finalizzate alla salvaguardia del patrimonio ittico.

Esse consentono il mantenimento della continuità longitudinale di un corso d'acqua, frammentata da sbarramenti che compromettono i naturali spostamenti migratori; l'obiettivo, quindi, è il ripristino della libera circolazione dei pesci. I passaggi per pesci, di fatto, svolgono il ruolo di corridoi ecologici funzionali alle esigenze delle specie ittiche, garantendo lo svolgimento degli spostamenti ciclici (svernamento, alimentazione, riproduzione) e la continuazione delle specie nel loro habitat naturale.

### Passaggi seminaturali ("close to nature")

Si tratta di passaggi artificiali, ma il cui aspetto imita il più possibile le caratteristiche naturali del corso d'acqua, creando rapide, corsi d'acqua minori, ecc. Questi sono realizzati con tecniche di ingegneria naturalistica ed hanno pertanto massima compatibilità paesaggistica.

Visti gli obiettivi del progetto e le caratteristiche dell'area di intervento si ritiene che la rampa rustica in pietrame sia la sola tipologia di opera compatibile con gli aspetti paesaggistici dell'area, di semplice realizzazione e pienamente funzionale alle finalità di agevolare i pesci durante la loro rimonta dal lago.



Schema tipologico associato ad una tipica rampa rustica in blocchi e pietrame.

Le rampe a blocchi sono opere di sistemazione idraulica, che utilizzano come materiale costruttivo pietrame di diversa pezzatura. Esse assolvono a diverse funzioni, quali, la modifica della pendenza e la stabilizzazione del fondo ad una determinata quota, mantenendo una adeguata continuità morfologica. Esse permettono la connessione tra gli ecosistemi a valle e a monte dell'opera e favoriscono la mobilità dei pesci e di altra fauna

acquatica. Ai fini idraulici, il processo di dissipazione d'energia è legato alla scabrezza e all'irregolarità della rampa in pietrame; tali caratteristiche creano una favorevole alternanza tra zone a corrente rapida e zone dove la velocità è modesta. Questa situazione garantisce le migliori condizioni per la risalita dell'ittiofauna, per la diversificazione dei microhabitat fluviali e quindi per l'incremento e mantenimento della biodiversità.

Queste opere possono essere realizzate non solo nell'ambito di nuovi progetti di sistemazione idraulica, ma anche per la ristrutturazione di opere idrauliche tradizionali già esistenti. In alcuni casi, possono essere associate lateralmente a briglie o soglie, per consentire a tutta la fauna ittica di superare l'ostacolo.

Il manufatto viene costruito collocando i massi sopra uno strato di ghiaia e pietrisco a fini drenanti, partendo da valle e procedendo verso monte. Nella scelta del pietrame, va attentamente sfruttato l'effetto protettivo dallo scalzamento che i massi più grossi emergenti possono offrire a quelli di dimensioni ridotte. Inoltre, non si potrà prescindere dalla conoscenza dell'entità del trasporto solido e delle caratteristiche morfologiche del corpo idrico in esame.



## 4 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

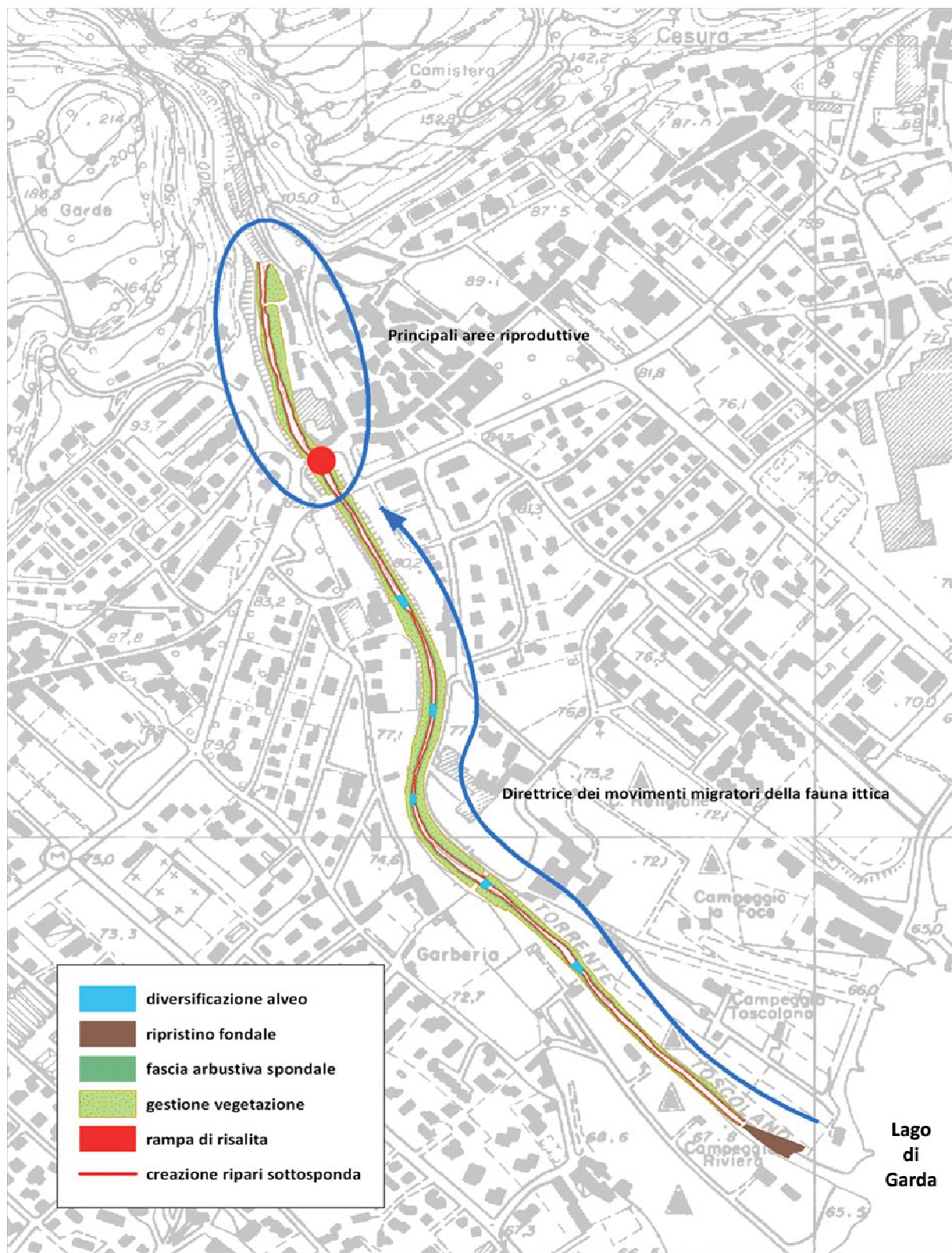
L'azione descritta nel presente progetto si articola in una serie di interventi cardine per il raggiungimento degli obiettivi prefissati. Come più volte ribadito in questo documento le attività scientifiche ed i progetti già realizzati hanno messo in evidenza come l'attuazione di interventi mirati in punti strategici del torrente Toscolano possa consentire di ristabilire una concreta ed efficace interconnessione tra il lago di Garda e gli habitat torrentizi usati da alcune tipiche specie ittiche lacustri per completare il proprio ciclo biologico. Tale interconnessione in passato era effettivamente presente ed efficace e consentiva in determinati periodi dell'anno il verificarsi di importanti e consistenti fenomeni di rimonta ittica. L'evoluzione del tessuto antropico ha nel tempo portato ad una alterazione dei lineamenti ambientali del sito che hanno determinato un deterioramento della funzione di corridoio ecologico del corso d'acqua. Oltre a mutate condizioni idrologiche, l'artificializzazione delle sponde e della foce del corso d'acqua hanno infatti profondamente alterato la realtà ambientale del basso corso del torrente. L'ecosistema del Toscolano tuttavia rappresenta comunque un elemento funzionalmente necessario per il mantenimento della biodiversità del Garda e pertanto il recupero della sua funzione di interconnessione è ritenuta prioritaria. Non solo: il ripristino di adeguate condizioni ambientali per l'alveo e per le sue sponde, permette di ottenere ricadute positive sia sulla componente vegetale che per le componenti faunistiche legate alla batracofauna e all'erpetofauna, senza pregiudicare le necessità di mitigazione del rischio idraulico ed idrogeologico, rappresentando al contrario occasione concreta in tal senso.

### 4.1 DETTAGLIO DEGLI INTERVENTI

Le attività previste dal progetto sono le seguenti:

- recupero e consolidamento delle sponde. Per contenere i numerosi piccoli dissesti che connotano in modo generalizzato le sponde interne ai muri d'argine, si rendono necessari leggeri ma diffusi interventi di consolidamento lungo entrambe le rive, dalla foce alla località "Burzù". Tali interventi si concentrano in modo particolare lungo la sponda destra, tra il Ponte Romano ed il Burzù. Le tecniche di ingegneria naturalistica applicate ai progetti di recupero servono per il consolidamento delle sponde in quanto consentono di ricostituire la vegetazione riparia e l'ecosistema ad essa legato. Si prevede l'impianto di rulli di elofite prevalentemente nella parte terminale dell'area di intervento, verso la foce. È invece prevista la copertura mediante astoni diffusi nei tratti più a monte. Dove la sponda è più ripida, a monte del Ponte Romano in sponda destra, la struttura sarà rinforzata anche mediante posa di file di ceppaie;
- taglio selettivo della vegetazione arborea. Lungo le sponde i tagli interesseranno principalmente le specie esotiche ed invasive, nonché gli individui arborei che potrebbero arrecare interferenze sensibili dal punto di vista idraulico;

- gestione delle specie alloctone arbustive ed erbacee. Si tratta di interventi di eradicazione, dove le invasioni sono più pesanti, e monitoraggio, dove la presenza di esotiche è più lieve;
- reintroduzione di specie vegetali. L'azione di miglioramento prevede la reintroduzione artificiale di specie vegetali di pregio per accelerare l'instaurarsi di una vegetazione tipica dell'habitat ed evitare l'affermarsi di ruderali e/o alloctone. Le fonti di germoplasma dovranno essere locali o provenienti da enti certificati;
- semine a sostegno di specie erbacee autoctone per il consolidamento del piano basale della successione vegetale delle sponde;
- piantumazione con essenze ripariali lungo le sponde dove la vegetazione presenta discontinuità;
- sistemazione di massi in alveo ed utilizzo combinato di massi e pennelli in 5 aree localizzate, dove la morfologia dei luoghi rendono più opportuni tali interventi;
- presso le 5 aree citate al punto precedente, si prevede l'installazione di file ceppaie al fine di rendere l'habitat più idoneo anche per la fauna ittica;
- realizzazione di rampa rustica in pietrame presso la soglia nei pressi del ponte romano. Il progetto prevede la realizzazione del manufatto collocandolo sul fianco sinistro della soglia, realizzandolo mediante sistemazione ed adeguamento dello stato di fatto, attraverso l'impiego del materiale già presente in loco, che verrà pertanto opportunamente ridislocato per ottenere gli effetti previsti;
- ripristino di fondali con adeguate profondità presso la foce del torrente, mediante riescavazione del substrato per ripristinare un battente di almeno 1,5 m presso il canale di deflusso principale.



Localizzazione degli interventi in progetto.

## 4.2 RISULTATI ATEESI

Lo stato dell'arte relativo alle conoscenze delle condizioni attuali, delle potenzialità, delle criticità e dei bisogni di questo ambito territoriale sono ritenute esaustive e, benché sia comunque necessario auspicabile proseguire ed approfondire le conoscenze, i dati pregressi hanno consentito di delineare in maniera compiuta il presente quadro progettuale che individua gli interventi necessari per soddisfare nell'immediato le principali necessità dell'area. Sono state messe in luce presenze di rilievo soprattutto in campo faunistico e le ricerche storiche hanno confermato come in passato le enormi potenzialità ecologiche del sito fossero effettivamente espresse grazie ad un efficace ruolo di interconnessione ecologico del corridoio del Toscolano. La realizzazione degli interventi sottesi da questa azione consentirà di recuperare il ruolo e le potenzialità del sito attraverso l'interconnessione dell'area sorgente di biodiversità del lago di Garda con gli habitat del Toscolano.

Il risultato atteso è pertanto quello di concretizzare un efficace corridoio ecologico lago-torrente attraverso la realizzazione di piccole opere di ingegneria naturalistica, interventi di gestione della vegetazione, diversificazione dell'alveo ed attuazione di opportuni interventi di manutenzione ordinaria e di mantenimento. La realizzazione degli interventi in progetto porterà in sintesi ai seguenti risultati:

- riconnessione funzionale ed ecologica lungo il torrente Toscolano tra lago di Garda e aree di riproduzione per l'ittiofauna lacustre localizzate nel torrente stesso;
- implementazione della vegetazione arborea e arbustiva lungo lo sviluppo del corso d'acqua;
- recupero di ambienti acquatici di eccezionale rilevanza dal punto di vista biologico;
- miglioramento della funzionalità idraulica della parte terminale del Toscolano;
- mitigazione del rischio idrogeologico;
- mitigazione della discontinuità nel *continuum* fluviale presso la soglia del Ponte Romano di Toscolano Maderno.

### **4.3** INDICATORI E CRITERI DI VALUTAZIONE

Il principale indicatore è senza dubbio l'Indice di Funzionalità Fluviale (IFF). Tale indice, ampiamente collaudato, valuta le condizioni funzionali, idrauliche ed ecologiche della fascia perifluviale, dell'assetto dell'alveo e della fascia di vegetazione di interfaccia sponde-alveo.

Viste le caratteristiche dell'area di intervento e la tipologia degli interventi da realizzare, si ritiene che l'applicazione di questo indice costituisca il principale strumento utile per valutare l'efficacia degli interventi da realizzarsi.

Viene prevista la valutazione dell'indice in due momenti specifici: una prima fase *ante-operam* ed una seconda fase *post-operam* per l'intera area di intervento.

Oltre a questo, vista la prerogativa degli interventi volti essenzialmente alla realizzazione del *continuum* fluviale quale elemento cardine di connessione funzionale, l'indagine delle comunità acquatiche rappresenta senza dubbio un criterio di valutazione circa il raggiungimento degli obiettivi del progetto. Ad oggi si dispone di un quadro delle conoscenze che ha permesso di caratterizzare nel dettaglio in particolare gli aspetti ittologici del Toscolano nelle condizioni attuali (monitoraggio fauna ittica e riproduzione Trota lacustre anni 2013-2014-2015). Queste informazioni rappresentano pertanto l'elemento che caratterizza lo stato *ante-operam* ed hanno definito i presupposti concettuali sui quali il progetto è stato articolato. La ripetizione in fase *post-operam* di questo monitoraggio, esteso anche alle componenti dell'erpetofauna, della batracofauna e della comunità macrobentonica, costituisce senza dubbio un elemento imprescindibile quale indicatore di progetto legato a questa azione.

A carico dell'ittiofauna, in particolare, sono previste due sessioni di monitoraggio da realizzarsi al termine dei lavori: una nel periodo pre-riproduttivo ed una nel periodo estivo post-riproduttivo delle specie ittiche target e dirette beneficiarie dell'intervento di riconnessione.

In sintesi gli indicatori possono essere così riassunti:

- Miglioramento del punteggio IFF nel confronto tra situazione *ante-operam* e *post-operam*.
- Verifica dell'efficienza della rampa rustica per agevolare il superamento della soglia presso il ponte Romano di Toscolano Maderno (incremento degli individui e dei passaggi nel tratto di monte);
- Verifica dell'estensione degli habitat utilizzati per la riproduzione da parte delle specie ittiche lacustri;
- Verifica dell'incremento del numero di individui appartenenti alle specie target che utilizzano il tratto di Toscolano interessato dai lavori sia quale sito per espletare il proprio ciclo biologico che quale habitat di colonizzazione stabile. Il confronto verrà effettuato tra le situazioni *ante-operam* e *post-operam*.

## 5 Piano di manutenzione

Con il presente progetto non viene allegato il piano di manutenzione in quanto già con delibera della giunta Comunale il Comune di Toscolano Maderno (n° 98 del 19/5/2016) ha assunto impegno quinquennale alla manutenzione delle opere previste in progetto .Opere finalizzate a mantenere perduranti le condizioni ambientali di progetto

## QUADRO ECONOMICO DI SPESA

<b>A</b>	<b>IMPORTO COMPUTO METRICO</b>	
a1	lavori a misura	108.908,90
a2	lavori a corpo	10.500,00
<b>A</b>	<b>totale lavori da computo (a1+a2)</b>	<b>119.408,90</b>
<b>B</b>	<b>ONERI NON SOGGETTI A RIBASSO D'ASTA</b>	
b1	costi della sicurezza diretti	2.097,91
b2	costi speciali della sicurezza	1.500,00
b3	costo della manodopera	47.173,65
<b>B</b>	<b>TOTALE ONERI NON SOGGETTI A RIBASSO D'ASTA</b>	<b>50.771,56</b>
<b>C</b>	<b>TOTALE LAVORI SOGGETTI A RIBASSO D'ASTA (A-b1-b3)</b>	<b>70.137,34</b>
<b>D</b>	<b>TOTALE COMPLESSIVO (A+b2)</b>	<b>120.908,90</b>
<b>E</b>	<b>SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE</b>	
e1	Lavori in economia previsti in progetto ed esclusi dall'appalto e rimborsati quali lavori su fattura	0,00
e2	Rilievi, accertamenti, indagini;	0,00
e3	Allacciamenti ai pubblici servizi;	0,00
e4	Imprevisti;	468,14
e5	Acquisizione aree o immobili e pertinenti indennizzi;	0,00
e6	Accantonamento di cui all'art. 133, commi 3 e 4 del codice;	0,00
e7	Spese di cui agli art. 90 com.5, e 92, com.7-bis, del codice, spese tecniche IVA comp.	20.000,00
e8	Spese per attività tecnico amministrative connesse alla progettazione, di supporto al responsabile del procedimento, e di verifica e validazione (2%);	0,00
e9	Spese per commissioni giudicatrici;	0,00
e10	Spese per pubblicità e, ove previsto per opere artistiche;	0,00
e11	Spese per accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche previste dal capitolato speciale d'appalto, collaudo tecnico amministrativo, collaudo statico ed eventuali collaudi specialistici;	
e12	I.V.A. ed eventuali altre imposte e contributi dovuti per legge. (22%)	26.599,96
<b>E</b>	<b>TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE (e1...+...e12)</b>	<b>47.068,10</b>
<b>F</b>	<b>TOTALE PROGETTO (D+E)</b>	<b>167.977,00</b>