

IL FIUME TICINO

RIQUALIFICAZIONE E VALORIZZAZIONE DEL CORRIDOIO ECOLOGICO

Risultati del progetto

*Interventi di riqualificazione e valorizzazione del corridoio ecologico del
Fiume Ticino nell'ambito della Rete Ecologica sovraregionale*

Bando Fondazione Cariplo 2013

Realizzare la connessione ecologica

IL FIUME TICINO

RIQUALIFICAZIONE E VALORIZZAZIONE DEL CORRIDOIO ECOLOGICO

Risultati del progetto

***Interventi di riqualificazione e valorizzazione del corridoio ecologico del
Fiume Ticino nell'ambito della Rete Ecologica sovraregionale***

Bando Fondazione Cariplo 2013

Realizzare la connessione ecologica

Progetto a cura di



CONSORZIO DEL TICINO

Ente Pubblico non Economico
ai sensi della legge 70/75



Sviluppo Sostenibile:
tutela della biodiversità e dell'ambiente,
qualità della vita

Con il contributo di



fondazione
c a r i p l o

Contributo tecnico

GRAIA SRL

Dott. Gaetano Gentili, Dott. Ing. Beniamino Barengi, Dott. Andrea Romanò,
Dott.ssa Sonia Bonatto

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DELL'INSUBRIA

Prof. Giuseppe Crosa, Dott.ssa Francesca Salmaso

G · R · A · I · A



GESTIONE E RICERCA AMBIENTALE
ITTICA ACQUE



Il materiale fotografico e le immagini, se non diversamente specificato, sono tutte di proprietà della società GRAIA srl e archivio Parco Lombardo della Valle del Ticino.

Presentazione del Progetto

Il Fiume Ticino rappresenta una delle vie d'acqua principali della Pianura Padana oltre che il più importante corridoio ecologico tra Alpi ed Appennini, anello essenziale di connessione biologica tra l'Europa continentale, il bacino del Mediterraneo e l'Africa. Le sue acque sono indispensabili per il sostegno alle attività antropiche, in relazione al loro utilizzo a scopi irrigui e idroelettrici, ma sono altrettanto fondamentali per le comunità biologiche che popolano la sua valle e che sono strettamente legate alla qualità e quantità delle sue acque e agli ecosistemi che da esse dipendono.

Il progetto qui presentato, per cui si ringrazia Fondazione Cariplo per il sostegno e il contributo, è nato dalla volontà dei principali enti gestori del territorio fluviale, ossia Consorzio del Ticino, Ente di Gestione delle aree protette del Ticino e del Lago Maggiore e Parco Lombardo della Valle del Ticino, di progettare soluzioni e programmi di gestione futuri che permettano di salvaguardare i valori naturali della Valle non compromettendo il benessere e lo sviluppo delle popolazioni, principali utilizzatori della risorsa idrica. Tale intento è stato messo in pratica individuando le principali criticità del corridoio ecologico fluviale, ma soprattutto delle soluzioni congiunte per la risoluzione di tali criticità e per l'applicazione di pratiche gestionali sostenibili della risorsa idrica, fondamentali per il mantenimento del fiume in buona salute e per il sostegno alle specie animali e vegetali che lo popolano.

Doriana Bellani

Direttore del Consorzio del Ticino

Benedetto Franchina

*Direttore Ente di Gestione delle aree
protette del Ticino e del Lago Maggiore*

Claudio Peja

*Direttore Parco Lombardo della
Valle del Ticino*

Il Progetto

Nella primavera del 2013 il Consorzio del Ticino ha proposto alla Fondazione Cariplo il progetto dal titolo *Interventi di riqualificazione e valorizzazione del corridoio ecologico del Fiume Ticino nell'ambito della Rete Ecologica sovregionale*. Il progetto, presentato nell'ambito del Bando 2013 Realizzare la connessione ecologica, è stato approvato da Fondazione che ha accordato un finanziamento di 130.000 euro, su un totale di circa 300.000 euro.

Il Progetto qui illustrato ha voluto affrontare, individuando anche le opportune soluzioni, le problematiche legate alla frammentazione dei corridoi ecologici e alla conservazione della biodiversità con riferimento specifico alla valle del Fiume Ticino, territorio di rilevante interesse ambientale e naturalistico. Il Ticino, infatti, rappresenta uno dei più importanti corsi d'acqua della Pianura Padana e delinea, per gran parte del suo corso, il confine tra la Lombardia e il Piemonte. Le peculiarità ambientali della sua valle, nonché l'importanza intrinseca del corso d'acqua, hanno valso l'istituzione di due aree protette che estendono i loro confini entro i due territori regionali: il Parco Naturale della Valle del Ticino in provincia di Novara (Piemonte) e il Parco Lombardo della Valle del Ticino nelle province di Varese, Milano e Pavia (Lombardia). I due Parchi fanno parte di un sistema di aree protette che caratterizza il territorio delle regioni Piemonte e Lombardia, oltre che della Rete ecologica europea Natura 2000, comprendendo entro i propri confini Siti di Interesse Comunitario (SIC) e Zone di Protezione Speciale (ZPS) istituiti ai sensi della Direttiva 92/43/CEE "Habitat".

Sui territori regionali e provinciali d'interesse sono stati individuati schemi di rete ecologica con lo scopo di ridurre il rischio della perdita di connessione tra aree di pregio naturalistico e di alterazione della qualità degli ambienti di margine, determinate dalla progressiva e continua antropizzazione del territorio. È infatti prioritario stabilire nuovi obiettivi di tutela ambientale che non consistano unicamente nell'istituzione di aree protette, ma che mirino anche alla realizzazione e/o al ripristino delle relative connessioni biologiche ed ecologiche al fine di garantire la salvaguardia e l'incremento della biodiversità, traducibili nella realizzazione concreta dei disegni di rete ecologica prospettati dagli Enti competenti che governano il territorio.

La Regione Lombardia, in particolare, ha dato risposta a tal esigenza con l'attuazione di un importante progetto che ha visto l'iniziale individuazione delle Aree Prioritarie per la Biodiversità, sulla base delle quali è stato poi possibile strutturare la Rete Ecologica Regionale (RER). La RER è stata riconosciuta come infrastruttura prioritaria del Piano Territoriale Regionale e costituisce strumento orientativo per la pianificazione regionale e locale. In particolare, tra gli obiettivi settoriali del PTR, a cui la RER intende fornire un contributo determinante ai fini del relativo raggiungimento, vi sono la riqualificazione ambientale dei corsi d'acqua, il coordinamento tra politiche ambientali e di sviluppo rurale, la riqualificazione e il recupero paesaggistico delle aree degradate o compromesse e, nell'ambito degli obiettivi finalizzati alla riduzione dell'inquinamento, il miglioramento della qualità dell'acqua.

Alla luce di tali premesse, il progetto qui presentato ha voluto sviluppare un'analisi volta a ridurre la frammentazione della continuità ecologica fluviale e contrastare le principali minacce alla biodiversità che insistono lungo il corridoio ecologico rappresentato dal Fiume Ticino, nel suo tratto superiore compreso all'interno dei due Parchi del Ticino.

Obiettivi del progetto

In termini generali questo progetto ha voluto definire un programma di azioni da realizzare nei prossimi anni per la salvaguardia del corridoio ecologico rappresentato dal Fiume Ticino.

L'obiettivo generale del progetto è il miglioramento della continuità ecologica tra le aree di maggior pregio naturalistico lungo il tratto di Fiume Ticino sublacuale compreso tra il Verbano e il ponte autostradale MI-TO, attuando la deframmentazione e la valorizzazione della funzionalità ecologica auspicata dagli schemi di rete ecologica, realizzando conseguentemente un corridoio ecologico di vasta scala che collega aree importanti per la biodiversità.

La continuità di quest'Area Prioritaria, nonché corridoio ecologico fluviale, è da intendersi riferita sia all'asta fluviale principale, in termini di percorribilità dell'alveo per le specie acquatiche, sia agli ambienti laterali, in termini di connessione tra il corso del Ticino e gli habitat umidi la cui conservazione risulta dipendente dall'apporto idrico del fiume e della falda. Giacché la continuità ecologica riguarda anche le fasce spondali, rientrano in quest'ottica anche gli interventi necessari per rimuovere le interruzioni longitudinali della vegetazione riparia che, oltre ad essere una componente ecosistemica e naturalistica con un proprio valore intrinseco, è anche fondamentale quale habitat per la fauna che popola il corso d'acqua e le sue rive.

Il raggiungimento dell'obiettivo del progetto passa da obiettivi specifici che vengono di seguito riportati che corrispondono alla strategia di progetto adottata.

1. Aggiornamento delle conoscenze relative alle caratteristiche qualitative ed ecologiche delle acque

L'aggiornamento delle conoscenze delle caratteristiche qualitative ed ecologiche del fiume ha come obiettivo la valutazione dell'ecosistema nel suo complesso, prevedendo anche un monitoraggio diretto dello stato chimico biologico e di conoscenza dello stato di conservazione delle specie animali e vegetali presenti.

2. Ripristino della piena percorribilità fluviale per la libera migrazione della fauna ittica

L'obiettivo del pieno ripristino della continuità longitudinale del Fiume Ticino richiede la valutazione e progettazione di appositi elementi fisici che consentano il rilascio controllato del DMV e garantiscano la possibilità da parte della fauna ittica di risalire e ridiscendere tali opere trasversali. La progettazione di tali strutture ha tenuto conto delle caratteristiche delle filarole delle quali si deve garantire il superamento, della morfologia fluviale in cui sono inserite e delle specie ittiche target che necessitano di superare tali ostacoli (avendo ciascuna specie e stadio vitale differenti capacità natatorie in termini di velocità di corrente e dislivelli superabili).

3. Incremento della diversificazione dell'alveo e dell'eterogeneità degli habitat fluviali

Le azioni necessarie per affrontare questa tematica consistono nella progettazione di interventi di ingegneria naturalistica per incrementare la diversità dell'habitat idraulico-morfologico nei tratti banalizzati; è possibile indurre delle variazioni di un percorso fluviale eccessivamente rettificato attraverso un oculato inserimento di pennelli realizzati con massi ciclopici (i cui spazi interstiziali si prestano successivamente ad essere colonizzati dai pesci, che vi trovano un rifugio dai predatori e dalle correnti eccessive durante le piene), oppure aumentare la disponibilità di ripari posando gruppi di massi e ancorando tronchi presso le rive, o ripristinando la vegetazione riparia laddove è stata rimossa. Tutto ciò nella piena consapevolezza delle caratteristiche naturali del corso d'acqua e dell'energia associata alle portate di piena che possono avere un effetto non solo di modellamento della morfologia, ma anche di distruzione di interventi non oculatamente congeniati.

4. Valorizzazione e ripristino dei collegamenti tra gli ambienti laterali e il corso principale del Fiume Ticino

Gli ambienti laterali e le lanche, nello specifico, assumono un ruolo fondamentale in termini di funzionalità della rete ecologica, in quanto possono potenzialmente ospitare comunità animali e vegetali diversificate. Tali ambienti sono, però, particolarmente vulnerabili e la loro connessione con il fiume è direttamente condizionata dalla disponibilità idrica nell'alveo e dalle oscillazioni della falda superficiale. Per tali motivi è importante perseguire la conservazione, la valorizzazione e, dove necessario, la riqualificazione degli ambienti laterali in modo tale da migliorarne la funzionalità nell'ambito della rete ecologica a sostegno della biodiversità.

5. Condivisione con i gestori delle aree protette

Una delle caratteristiche più significative di questo progetto è quello di unire gli utilizzatori della risorsa idrica ed i gestori delle aree protette in una comune iniziativa di analisi e progettazione, garanzia di significatività ed efficacia.

6. Divulgazione e sensibilizzazione

Divulgazione dei risultati conseguiti dal progetto (ad esempio attraverso la presente pubblicazione), con l'intento anche di sensibilizzare la popolazione sul tema della conservazione della natura e della biodiversità e quindi sulla tutela, conservazione e fruizione sostenibile dell'ambiente. Questo aspetto è di rilevante importanza ai fini del successo di qualsiasi iniziativa a carattere ambientale.

SOMMARIO

1	Qualità ecologica del Fiume Ticino	1
1.1	L'idrologia	3
1.2	Morfologia dell'alveo e delle sponde	6
1.3	La qualità delle acque	8
1.4	I bioindicatori	11
1.4.1	Le diatomee bentoniche	15
1.4.2	Le macrofite acquatiche	18
1.4.3	Il macrobenthos	21
1.4.4	La fauna ittica	27
2	Compatibilizzazione delle strutture di derivazione	35
2.1	La percorribilità ittica del Fiume Ticino	35
2.2	Caratterizzazione degli sbarramenti	38
2.3	Rilievi topografici degli sbarramenti	42
2.3.1	Rilievi delle filarole	43
2.3.2	Rilievi della traversa in testa al Canale Treccione	46
2.4	Rilievo dei parametri idraulici	47
2.5	Elaborazione dei dati acquisiti e analisi delle criticità	49
2.5.1	Filarola a servizio delle rogge Novaresi	50
2.5.2	Filarola a servizio del Naviglio Langosco	52
2.5.3	Traversa in testa al Canale Treccione	52
2.6	Soluzioni progettuali applicabili	53
2.7	Soluzioni progettuali proposte	55
2.7.1	Filarola a servizio delle rogge Novaresi	55
2.7.2	Filarola a servizio del Naviglio Langosco	58
2.7.2.1	Traversa in testa al Canale Treccione	60
3	Diversificazione degli habitat fluviali	69
3.1	Attività di caratterizzazione delle massicciate del Fiume Ticino	69
3.2	Sintesi della caratterizzazione	70
3.3	Tipologie di intervento proposte	73
3.3.1	Scogliera in massi rinverdita	73
3.3.2	Posa di massi al piede	74
3.3.3	Posa di tronchi, ramaglia e alberi interi	76
3.3.4	Pennelli	76

4	Gli ambienti laterali del Fiume Ticino	79
4.1	Caratterizzazione degli ambienti laterali del Fiume Ticino	79
4.2	Sintesi della caratterizzazione	83
4.3	Tipologie di intervento proposte	84
4.3.1	Approfondimento del canale di alimentazione e stabilizzazione della sezione di imbocco	85
4.3.2	Impianto di vegetazione palustre, arbustiva e arborea	88
4.3.3	Ecosistemi filtro	91
4.3.4	Posa di massi in alveo	92
4.3.5	Posa di ceppaie, tronchi e ramaglia	93
5	Interventi di conservazione faunistica	95
5.1	Individuazione delle specie target	95
5.2	Individuazione degli interventi di conservazione della fauna ittica	98
5.2.1	Interventi di ripopolamento della fauna ittica	98
5.2.2	Contenimento del siluro	104
5.2.3	Interventi di dissuasione del cormorano	106
5.2.3.1	Metodi dissuasivi incruenti	109
5.2.3.2	Metodi dissuasivi cruenti	111
	Bibliografia	113

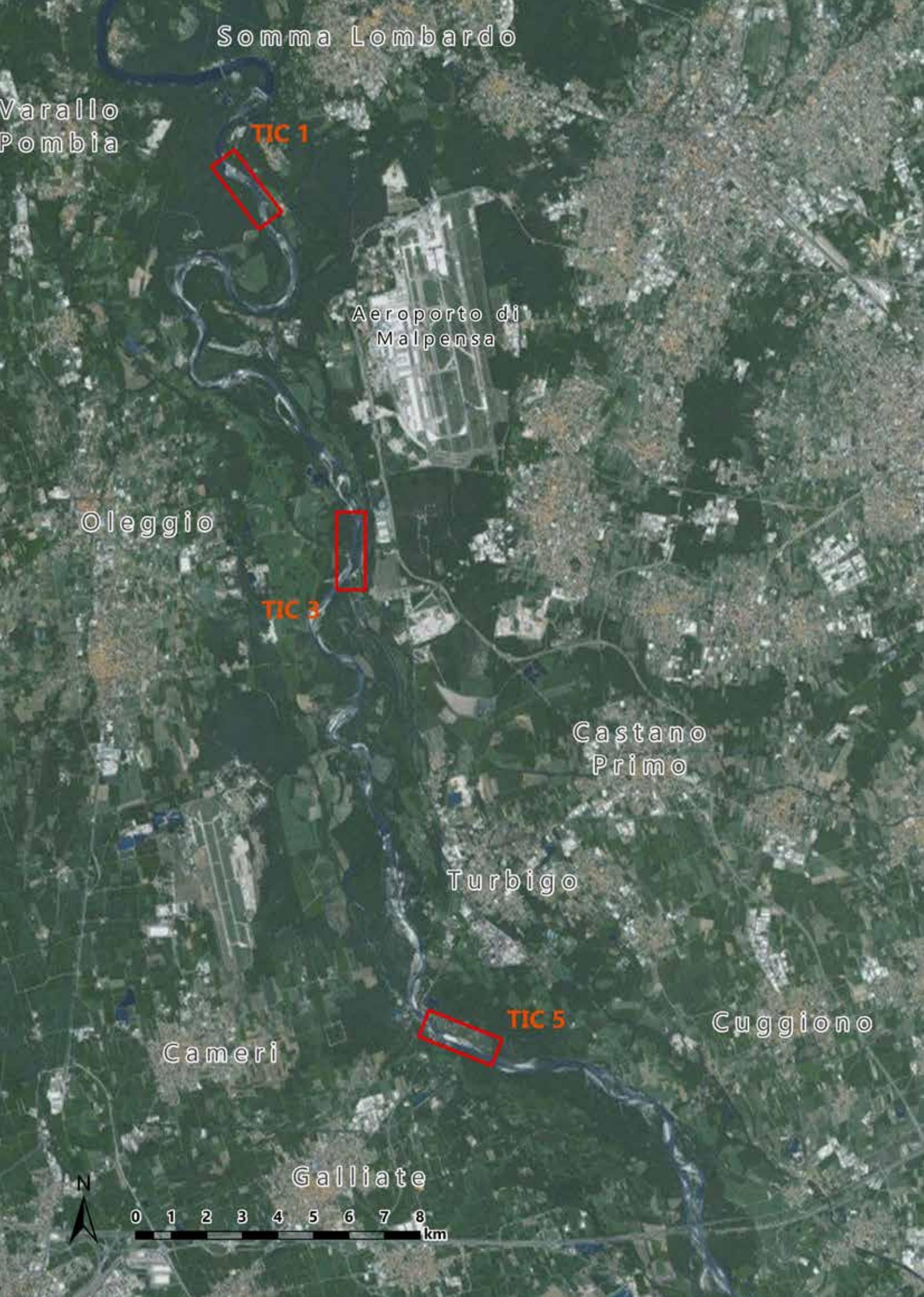


1 Qualità ecologica del Fiume Ticino

Prima di descrivere la qualità ecologica del Fiume Ticino, al fine di chiarire quali sono gli elementi e i processi che nel loro complesso concorrono a definirla, appare utile riprendere cosa si intende per "ecosistema fluviale". Un ecosistema è rappresentato dall'insieme dei fattori biotici (organismi viventi come animali e piante) e dei fattori abiotici (materia ed energia, come il suolo, le acque o la radiazione solare) che interagiscono tra loro in un equilibrio dinamico. Nel caso dei fiumi, la parte biotica è rappresentata soprattutto (ma non solo) da pesci, invertebrati, alghe, piante acquatiche, mentre i fattori abiotici sono: la portata idrica, la composizione chimica delle acque, le caratteristiche del territorio che viene attraversato, la forma dell'alveo e delle sponde, ecc. Ciascun tipo di ecosistema può sviluppare relazioni, più o meno strette, con altri ecosistemi con i quali è a contatto. In particolare, i corsi d'acqua sono strettamente connessi alle caratteristiche del territorio che solcano; le acque che afferiscono al fiume hanno caratteristiche chimiche che dipendono dalla natura del suolo su cui scorrono (la cui area nel complesso rappresenta il bacino imbrifero), così come la forma dell'alveo e l'andamento del percorso fluviale dipendono dalla geologia del terreno attraversato. La fascia di transizione (ecotono) tra ecosistema fluviale ed ecosistema terrestre, la zona riparia, è il luogo in cui tale intreccio è più stretto e in virtù del quale sono presenti una fauna e una flora peculiari.

Per definire correttamente la qualità ecologica di un corso d'acqua è pertanto necessario considerare tutti questi elementi nel loro complesso; è evidente infatti che, se anche fossimo in presenza di acque pure e cristalline, ma all'interno di un alveo completamente cementificato, non potremmo avere un buono stato ecologico. Analogamente, se l'alveo e la morfologia delle sponde fossero del tutto naturali, ma con la portata quasi del tutto derivata ed il fiume ridotto ad un rigagnolo, verrebbero a mancare le condizioni per il corretto sviluppo dell'ecosistema fluviale.

I campionamenti per l'applicazione degli indici di qualità di seguito descritti, utilizzati per la definizione dello stato ecologico del tratto di studio del Fiume Ticino, sono stati distribuiti spazialmente in diverse zone (stazioni di campionamento), in modo da rappresentare al meglio la situazione complessiva. Le aree di indagine hanno ricompreso un tratto di indagine fra la Maddalena e il ponte di Turbigio fra il 2009 e il 2015.



Somma Lombardo

Varallo
Pombia

TIC 1

Aeroporto di
Malpensa

Oleggio

TIC 3

Castano
Primo

Turbigo

Cameri

TIC 5

Cuggiono

Galliate



0 1 2 3 4 5 6 7 8 km

1.1 L'idrologia

La massa di acqua che scorre in un fiume, o più precisamente la portata - cioè il volume di acqua che transita in un determinato intervallo di tempo - è, intuitivamente, il fattore abiotico più rilevante per un fiume; l'idrologia definisce le caratteristiche della portata in termini di quantità e di distribuzione nel tempo. La portata di un fiume, salvo rare eccezioni, presenta una variabilità stagionale che può essere molto accentuata, secondo le sue origini: i corsi d'acqua che nascono da ghiacciai e nevai hanno un deflusso molto elevato durante il disgelo a tarda primavera e inizio estate, mentre quelli alimentati dalle piogge - nella regione Alpina - hanno periodi di massima portata in primavera e autunno. Il caso del Fiume Ticino è abbastanza particolare, in quanto si tratta di un corso d'acqua che nasce in alta quota al Passo di Novena, a circa 2480 m s.l.m. (Cantone Ticino, Svizzera), con deflussi che sono inizialmente condizionati soprattutto dallo scioglimento delle nevi; procedendo verso valle, le precipitazioni concorrono in modo sempre più rilevante alla sua portata. La peculiarità del tratto di Ticino oggetto di studio è però la sua ubicazione a valle del Lago Maggiore; la presenza di questo grande bacino lacustre rappresenta un'importante discontinuità dal punto di vista delle caratteristiche idrologiche - e non solo, come vedremo nel seguito - tra il tratto di monte, lungo 91 km e quello di valle, lungo 110 km. Il Verbano funziona come una gigantesca "vasca di accumulo", che permette di smorzare le variazioni di portata tra la parte alta del Ticino e degli altri affluenti e il tratto di Ticino emissario, dall'incile a Sesto Calende fino alla foce in Po. In poche parole, il picco di una piena che si verifica nel tratto di monte, arriva con tempi più dilatati nel tratto di valle, così come il successivo decremento di portata è più lungo. In termini di portata, il Ticino è il secondo fiume d'Italia, con un deflusso naturale medio annuo di circa 290 m³/s (figura 1.1).

L'andamento stagionale delle portate ha un massimo in tarda primavera, a giugno, in corrispondenza del picco di disgelo; un secondo massimo, di minore entità, viene raggiunto nel periodo delle piogge autunnali, mentre i minimi sono tipicamente invernali, quando le precipitazioni sono minori e parte del bacino imbrifero a monte è gelato (figura 1.2).

La quantità e l'andamento delle portate in uscita dal lago, e ancor più di quelle che si riscontrano via via che si scende verso il Po, non è più però quello naturale; all'uscita dal Lago Maggiore è presente uno sbarramento di regolazione, la Diga della Miorina, attraverso il quale è possibile ridurre il deflusso di acqua dal lago in determinati periodi, per poi incrementarlo in altri, in funzione degli utilizzi antropici (p.e. irrigazione) o per smorzare l'effetto delle piene. A valle della Miorina sono poi presenti degli sbarramenti a servizio di derivazioni, che prelevano una parte della portata del fiume per convogliarla in canali ad uso irriguo e idroelettrico; l'acqua derivata torna solo in parte al fiume, per cui questi prelievi determinano una riduzione della portata naturale. Nel tratto oggetto di studio, dopo lo sbarramento della Miorina sono presenti le seguenti opere di derivazione:

- Diga di Porto della Torre, che consente la produzione di energia elettrica dall'omonima centrale Enel posta ai piedi dello sbarramento e la derivazione fino ad un massimo di 70 m³/s a scopo irriguo verso il Canale Regina Elena (Consorzio di irrigazione e bonifica Est Sesia – AIES).
- Diga del Panperduto, consente la derivazione, in sponda sinistra, di un massimo di 55 m³/s di competenza del Canale Villoresi (Consorzio Bonifica Est Ticino Villoresi - ETV) oltre a 120 m³/s di competenza massima del Canale Industriale (ENEL Green Power – EGP). Parte dell'acqua derivata dal Canale Industriale è rilasciata nuovamente in Ticino a monte della filarola del Naviglio Langosco, in comune di Nosate (tramite il Canale Regresso) e poco a valle della stessa (tramite il Canale Tre Salti e il Canale Turbighetto).
- Filarola delle rogge Novaresi, costituita da una traversa "mobile" di materiale sciolto (viene distrutta dalle piene e ricostruita dopo tali eventi) che consente la derivazione, in sponda destra, di un massimo di 7,26 m³/s, di competenza delle rogge Clerici-Simonetta (1,26 m³/s) e Molinara di Oleggio (6 m³/s) (AIES).
- Filarola del Naviglio Langosco anch'essa in materiale sciolto, è posta immediatamente a valle della restituzione del Regresso e consente la derivazione, in sponda destra, fino ad un massimo di 44,2 m³/s, pari alla concessione della centrale idroelettrica del Treccione.

4

A valle di questi sbarramenti viene garantito il rilascio di un quantitativo minimo di acqua necessario per la sopravvivenza dell'ecosistema fluviale, il cosiddetto "Deflusso Minimo Vitale" o "DMV". Il DMV è previsto per legge e, nel caso specifico del Ticino, è stato definito per via sperimentale e il suo valore definitivo per ciascuno dei suddetti sbarramenti è in corso di valutazione, al termine di un percorso conoscitivo con monitoraggi ecologici lungo il periodo 2009-2015. La riduzione della portata naturale è un'alterazione dell'ecosistema fluviale e il DMV è il principale modo per mitigare gli effetti negativi di tale alterazione.

La funzione del DMV è di evitare che, come in passato, nei periodi di siccità, alcuni tratti di fiume rischino di andare in asciutta completa o quasi; il suo obiettivo è infatti quello di garantire la vita delle popolazioni di organismi acquatici, animali e vegetali, che vivono all'interno del fiume o che necessitano della sua presenza (p.e. le specie presenti lungo le rive). La definizione quantitativa del DMV deve pertanto tenere in considerazione le esigenze ambientali delle diverse specie presenti, facendo sì che siano soddisfatte anche quelle degli organismi più sensibili. Inoltre, tale portata deve essere sufficiente, non solo a garantire lo spazio vitale, ma anche a consentire una diluizione delle sostanze inquinanti che finiscono nel fiume evitando il raggiungimento di concentrazioni tossiche; la quantità di acqua che scorre deve inoltre preservare il fiume da un riscaldamento eccessivo in estate, che potrebbe risultare letale per gli organismi che prediligono acque fresche, come le trote.

Sia per cercare di simulare le variazioni stagionali naturali delle portate, sia per soddisfare le

necessità dei vari utilizzatori della risorsa idrica che hanno differenti esigenze nell'arco dell'anno, il DMV non è costante, ma varia in determinati periodi. A queste variazioni gestite dall'uomo si aggiungono quelle causate dagli eventi naturali, in particolare dalle piene; quando gli afflussi di acqua sono particolarmente alti, la portata che eccede la capacità di regolazione e derivazione degli sbarramenti defluisce a valle degli stessi, aggiungendosi al rilascio del DMV.

Figura 1.1: portata media annua del Fiume Ticino erogata alla Miorina nel periodo 1943-2014

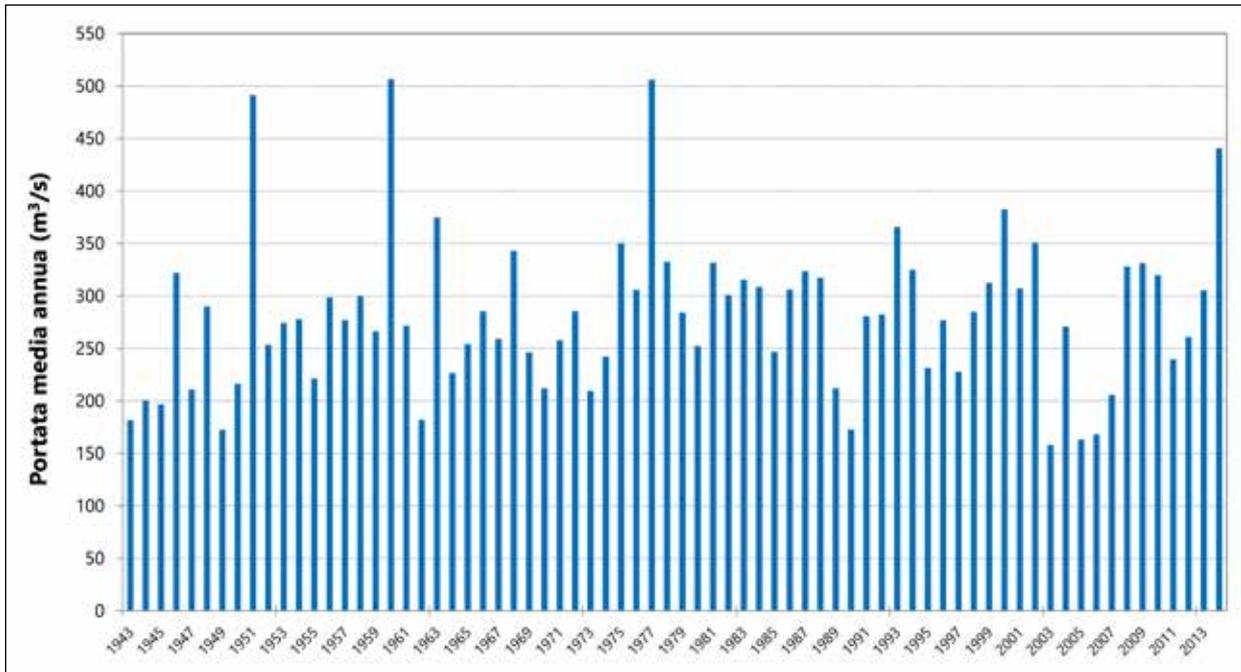
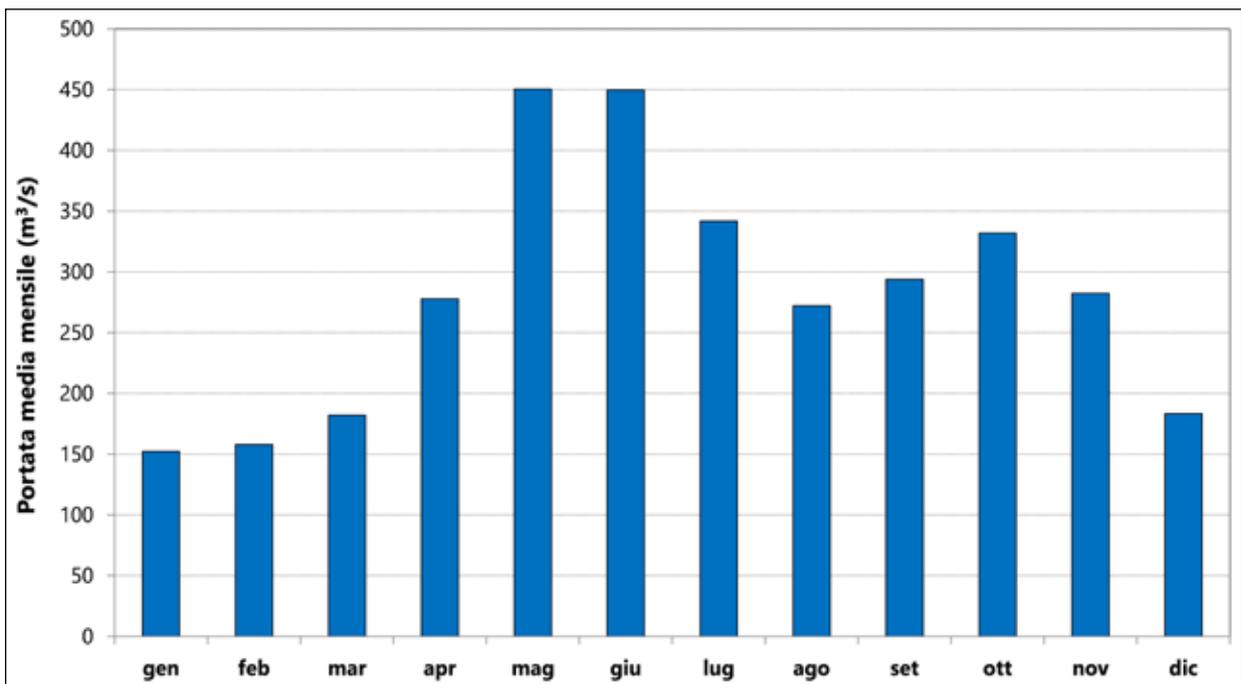


Figura 1.2: andamento delle portate medie mensili del Fiume Ticino erogate alla Miorina nel periodo 1943-2014



1.2 Morfologia dell'alveo e delle sponde

La forma dell'alveo e delle sponde sono importanti nel determinare il modo con cui la portata d'acqua si distribuisce dentro il fiume, sotto forma di zone a differenti profondità e velocità di corrente; questi due parametri idraulici, insieme al tipo di elementi che compongono il fondo del fiume (cioè il substrato, come massi, ciottoli, ghiaia, sabbia...) concorrono a definire il cosiddetto "microhabitat" degli organismi acquatici. Il microhabitat è l'ambiente considerato su una scala dimensionale intorno al metro quadro, che nel suo insieme forma un mosaico entro il quale ciascun organismo fluviale si posiziona in base al suo specifico gradimento; ci sono pesci che prediligono acque lente e profonde, altri che preferiscono zone veloci e basse, specie che stanno infossate nel sedimento fine e altre che si nascondono sotto le pietre.

Più questo mosaico di microambienti è differenziato e maggiore potrà essere la biodiversità presente, in quanto ci saranno molteplici condizioni di habitat che i diversi organismi potranno colonizzare; viceversa, nei tratti fluviali banalizzati, con condizioni molto uniformi di profondità, velocità e substrato, la varietà di specie che potranno essere ospitate sarà limitata alle poche in grado di tollerare le limitate caratteristiche di microhabitat disponibili.

Un corso d'acqua come il Ticino, in condizioni naturali, presenta una vastissima gamma di habitat; il percorso in parte sinuoso, in parte con ramificazioni, con tratti a diversa granulometria del fondo e la presenza di ambienti laterali come lanche e risorgive, mette a disposizione una notevole varietà ambientale, che si traduce in un'elevata biodiversità. Organismi con esigenze molto differenti possono infatti trovare condizioni ottimali semplicemente spostandosi da centro alveo verso riva (o viceversa), piuttosto che stazionando nel canale principale, anziché in un ramo secondario o presso un'ansa dove l'acqua rallenta.

Anche lo stato delle rive è fondamentale per il benessere del corso d'acqua: la vegetazione spondale rappresenta un ulteriore habitat per gli organismi acquatici, fornisce loro ombreggiatura e alimento, svolge una preziosa funzione di filtro rispetto alle sostanze inquinate che attraverso le piogge sono dilavate dai terreni adiacenti al fiume.

Queste considerazioni evidenziano quanto sia importante conservare un adeguato stato di naturalità dell'alveo e delle sponde per la qualità ecologica complessiva del corso d'acqua: la canalizzazione e la rettificazione dell'alveo riduce fortemente la diversità idraulico – morfologica e di conseguenza la disponibilità di microhabitat, con grave danno per la biodiversità. L'artificializzazione delle sponde, in particolare nei casi in cui la vegetazione riparia viene sostituita da manufatti in cemento, comporta la perdita di tutte le preziose funzioni che l'ecotono ripario svolge. Fortunatamente il Ticino, nel tratto di studio, a differenza di quanto accade per molti altri corsi d'acqua italiani, conserva ancora un buono stato di naturalità morfologica. Le sponde, solo in alcuni tratti, sono rinforzate da scogliere artificiali che però con il tempo riescono ad essere colonizzate dalla vegetazione.

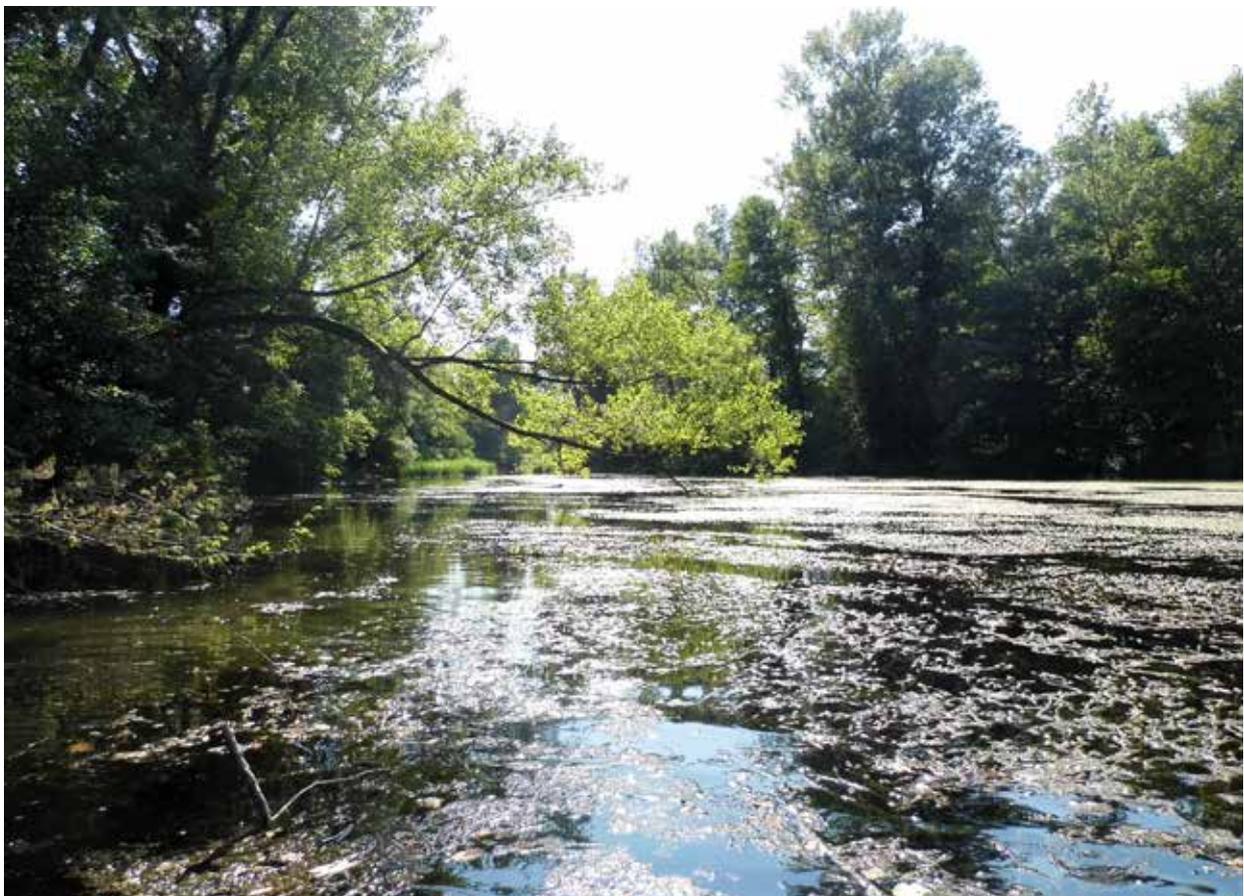
In diverse zone l'alveo ha la possibilità di divagare naturalmente e di formare rami secondari.

L'argomento relativo alla presenza delle scogliere viene affrontato in modo dettagliato nel capitolo 3.

Un'ulteriore alterazione morfologica che può essere presente in un fiume è quella dovuta alla presenza fisica di sbarramenti e briglie, che diventano ostacoli insormontabili alla risalita dei pesci, interrompendo la libera migrazione. Questo può comportare un grave danno al ciclo vitale delle specie migratrici, che hanno bisogno di spostarsi per trovare la zona più idonea alla riproduzione, come lo storione e l'anguilla, per citare alcune delle specie ittiche più famose per i loro spostamenti da e verso il mare. Per risolvere questo problema è possibile dotare gli sbarramenti di appositi passaggi che consentono la risalita dei pesci; questa soluzione è stata adottata per la Diga del Panperduto e di Porto della Torre (la Miorina ha sempre delle aperture che consentono il passaggio dei pesci), mentre la situazione delle filarole è oggetto di specifico approfondimento in questo studio al capitolo 2.

Attraverso gli interventi realizzati e quelli in progetto (compresi quelli lungo l'asta del Fiume Po) sarà pertanto possibile, probabilmente dal 2017, ripristinare la continuità delle migrazioni ittiche tra il Mare Adriatico e il Lago Maggiore.

Figura 1.3: Fiume Ticino nei pressi di Turbigo



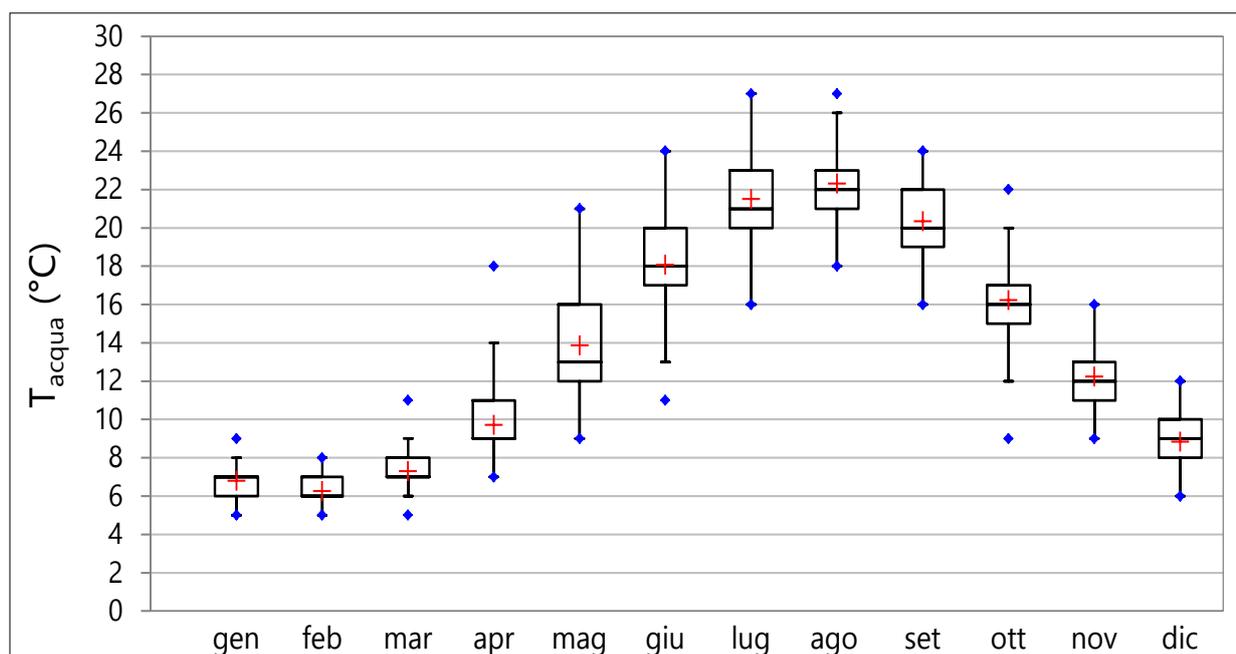
1.3 La qualità delle acque

Per "qualità delle acque" si intende l'insieme delle caratteristiche chimiche e fisiche che caratterizzano l'acqua che scorre nel fiume. Dal punto di vista fisico, il parametro più rilevante è la temperatura; è fondamentale soprattutto perché la stragrande maggioranza degli organismi acquatici è "a sangue freddo", o per usare un termine scientificamente più corretto, è "eteroterma". Pesci e invertebrati infatti non sono in grado di regolare la propria temperatura corporea rispetto a quella dell'acqua che li circonda e pertanto la loro esistenza è fortemente condizionata dal regime termico del fiume. Le naturali variazioni di temperatura nel corso delle stagioni possono essere necessarie come "sveglia" per avviare i cicli riproduttivi, nel caso delle trote quando l'acqua si raffredda in tardo autunno, nel caso dei Ciprinidi invece quando l'acqua si scalda in primavera. Esistono poi per ciascuna specie degli intervalli di temperatura più idonei e dei limiti critici che non possono essere superati, altrimenti sopraggiunge la morte dell'organismo; alcuni animali sono particolarmente sensibili e prediligono solo acque fredde o fresche, i cosiddetti "oligostenotermi", tra i quali si annoverano pesci come i Salmonidi o invertebrati come i Plecotteri. Tali organismi gradiscono acque con temperature inferiori ai 18 – 20 °C, sopra le quali entrano progressivamente in sofferenza e, nei casi estremi, muoiono. Anche da questo punto di vista, il Ticino si trova in una condizione abbastanza particolare, per la presenza del Lago Maggiore.

8

Nella figura seguente si riporta l'andamento della temperatura dell'acqua del Ticino alla Diga della Miorina nel periodo 2009-2015.

Figura 1.4: temperatura media dell'acqua del Ticino alla Miorina nel periodo 2009-2015



Le acque nel periodo estivo sono caratterizzate, all'uscita del lago, da temperature piuttosto alte, che possono arrivare oltre i 25 °C, in quanto provengono dagli strati superficiali del Verbano (l'acqua calda è meno densa e tende a stare in superficie rispetto a quella fredda). In inverno invece non scendono al di sotto dei 5 °C, mantenendo quindi condizioni termiche più miti di quelle dei corsi d'acqua montani. Anche se l'acqua in uscita dal lago in estate è relativamente calda, lungo il suo corso, il Ticino riceve apporti di acqua fresca sia dalla falda, attraverso il fondo del fiume, sia dalle risorgive laterali; vengono così a crearsi delle zone più fredde che consentono la presenza degli organismi che prediligono acque fresche anche nella stagione estiva. La situazione termica sta subendo dei mutamenti negli ultimi anni, a seguito del progressivo riscaldamento delle acque del Verbano. Per quanto riguarda i parametri chimici, l'interesse è focalizzato in particolare su:

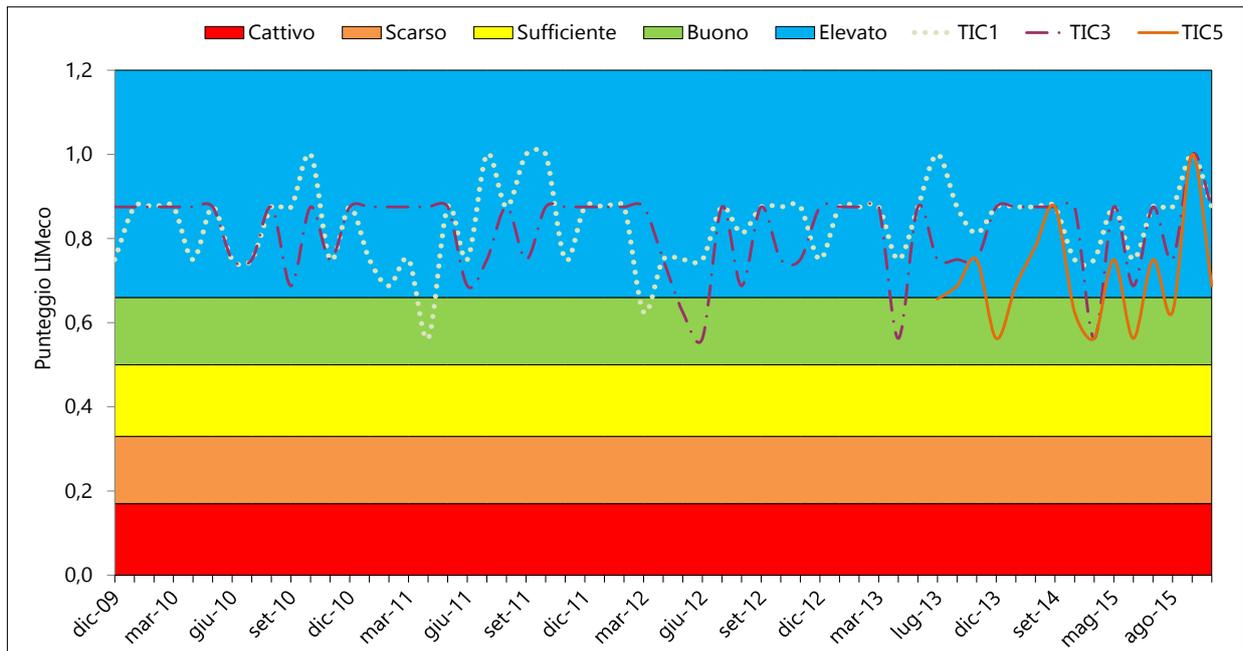
- l'ossigeno disciolto, fondamentale per la vita di tutti gli animali per la respirazione, sia in atmosfera che in acqua; gli organismi acquatici utilizzano quello disciolto e possono manifestare differenti tolleranze alla sua concentrazione: alcuni sono in grado di sopravvivere con bassi tenori di ossigeno (come i Ditteri Chironomidi o gli Oligocheti Tubificidi tra i macroinvertebrati), altri sono invece molto esigenti (come i Plecotteri tra gli invertebrati e i Salmonidi tra i pesci). La concentrazione di ossigeno dipende in primo luogo dalla temperatura; al crescere di quest'ultima, si riduce la quantità di ossigeno che può essere contenuta in soluzione dall'acqua. L'inquinamento organico è un importante fattore di riduzione della presenza di ossigeno, in quanto la degradazione della sostanza organica da parte della fauna microbica comporta l'utilizzo dell'ossigeno presente e può causare condizioni di "anossia". Nei corsi d'acqua in genere questo problema è poco rilevante o localizzato in prossimità di eventuali scarichi, in quanto la turbolenza e lo scorrimento delle acque facilitano l'aerazione e la ri-ossigenazione. Un altro elemento che contribuisce ad arricchire di ossigeno le acque è la fotosintesi di alghe e macrofite; nelle ore centrali della giornata, in particolare con pieno sole, lo stato di ossigenazione aumenta grazie all'attività fotosintetica della vegetazione acquatica. La quantità di ossigeno presente può essere valutata in termini percentuali tra la concentrazione effettiva e quella massima teorica per una determinata temperatura; tale parametro è definito "saturazione di ossigeno disciolto";
- il fosforo totale è un elemento fondamentale tra i diversi sali nutrienti necessari per la crescita della vegetazione ed in particolare delle alghe, che sono alla base della catena alimentare di un ecosistema acquatico. Una concentrazione troppo bassa di fosforo non permette una sufficiente crescita algale, con un conseguente impoverimento di tutta la restante parte della biocenosi acquatica (condizione tipica di alcuni corsi d'acqua di alta montagna, con acque cristalline molto povere di sali nutrienti). Per contro, una sua abbondanza eccessiva innesca il cosiddetto fenomeno dell'eutrofizzazione, che comporta una crescita abnorme di alghe; la loro proliferazione è seguita dalla morte e dalla decomposizione, con conseguente consumo di

ossigeno e anossia delle acque, che diventano inhospitali per gli organismi più esigenti in termini di ossigeno. In un corso d'acqua, grazie alla sua capacità di ri-aerazione, si tratta di un problema molto meno frequente rispetto alle acque ferme; tale parametro è comunque monitorato perché il fiume finisce sempre per arrivare ad un lago o al mare e quindi può essere un vettore di inquinamento per il corpo idrico subito a valle. L'inquinamento da fosforo trae origine soprattutto dai residui dei fertilizzanti utilizzati in agricoltura e dagli scarichi degli allevamenti; in passato era presente in modo rilevante anche negli scarichi urbani, in quanto aggiunto ai detersivi per "addolcire" l'acqua e migliorare il risultato dei lavaggi con acque calcaree;

- l'azoto nitrico è un altro elemento importante per la crescita della vegetazione acquatica; analogamente al fosforo può essere un fattore limitante per lo sviluppo di alghe e piante acquatiche, se presente in quantità insufficiente, o essere un fattore di promozione dell'eutrofizzazione se presente in quantità eccessiva. La sua presenza può essere dovuta sia all'apporto diretto sotto forma di fertilizzanti e scarichi organici, sia per la trasformazione dell'ammoniaca che viene degradata in presenza di ossigeno a nitrati;
- l'azoto ammoniacale è anch'esso un elemento nutritivo per la vegetazione; a differenza di fosforo e azoto, esso risulta tossico al di sopra di determinate concentrazioni per gli organismi acquatici. In presenza di acque ben ossigenate, l'ammoniaca viene rapidamente trasformata in nitrati (innocui dal punto di vista della tossicità); per questo motivo, le concentrazioni di ammoniaca in un corso d'acqua sono generalmente molto basse, a meno che non ci sia un significativo inquinamento organico in atto.

La normativa italiana prevede di monitorare questi quattro parametri chimici, in virtù della loro rilevanza per la qualità dell'ecosistema fluviale, attraverso un apposito indice composito che, sulla base delle concentrazioni misurate, assegna un punteggio da 0 (stato peggiore) a 1 (stato migliore). Tale indice si chiama LIMeco, è stato introdotto dal Decreto Ministeriale 260/10 e valuta con un giudizio sintetico in 5 classi di qualità lo stato del corso d'acqua relativamente a questi parametri, definiti "macroscrittori". In ordine dal peggiore al migliore, le classi di stato di qualità sono: cattivo, scarso, sufficiente, buono, elevato. I dati rilevati nel Ticino evidenziano che l'Indice LIMeco, salvo episodici scadimenti, si attesta in uno stato "elevato" in tutti i tratti di indagine nei diversi anni di studio. L'unico parametro che non raggiunge mai lo stato migliore è l'azoto nitrico, che si colloca sempre in una II classe; si tratta però di una condizione naturale, riscontrata nella quasi totalità dei corsi d'acqua del Nord Italia, rispetto alla quale la normativa ha fissato un limite presumibilmente troppo severo. Complessivamente si può affermare che la qualità delle acque non è pertanto un problema per l'ecosistema fluviale del tratto di Fiume Ticino considerato. Nei grafici seguenti si riporta l'andamento dell'indice LIMeco rilevato nel periodo di monitoraggio nel tratto di Ticino considerato.

Figura 1.5: andamento dell'Indice LIMeco lungo il Fiume Ticino nel periodo 2009-2015



1.4 I bioindicatori

Prima di descrivere le diverse componenti biologiche dell'ecosistema fluviale che sono utilizzate per valutarne la qualità, è opportuno descrivere brevemente il concetto di "bioindicatore", sul quale si basano i metodi di giudizio applicati nel presente studio e previsti dalla normativa vigente. Un ecosistema in condizioni naturali presenta una comunità di organismi bilanciata, integrata e adattata all'ambiente, avente una determinata composizione specifica, diversità e organizzazione funzionale; la capacità di un ecosistema di mantenere tali caratteristiche è definita come "integrità biotica" (Karr & Dudley, 1981). Le biocenosi presenti nei corsi d'acqua si sono evolute nell'arco di milioni di anni sotto la spinta di numerosi fattori ambientali, che possono essere raggruppati in cinque categorie principali (Tabella 1.1). L'alterazione dei processi fisici o biologici associati con uno o più fattori di queste categorie si ripercuote sulla biocenosi fluviale, e quindi sull'integrità biotica. Le comunità biologiche fluviali riflettono quindi gli effetti di una combinazione di condizioni ambientali, sia presenti, sia passate, per cui la loro analisi può fornire indicazioni utili sullo stato dell'ecosistema che le ospita. In particolare, si può definire il bioindicatore come "una reazione biologica che, per una serie di caratteristiche peculiari, viene giudicata utilizzabile per stimare e prevedere effetti di varie cause di stress sulle popolazioni" (Ravera, 1975). Molti gruppi di organismi sono stati proposti come "indicatori biologici" o "bioindicatori" di qualità ambientale, soprattutto per l'ambiente acquatico; alcuni di essi appartengono al regno vegetale, altri a quello animale. Il concetto generale sul quale si basa l'utilizzo dei bioindicatori è la

diversa sensibilità che essi dimostrano alle sollecitazioni e alle modificazioni subite dall'ambiente. Mentre fenomeni di inquinamento dovuti a sostanze tossiche tendono a ridurre drasticamente il numero di specie e la densità degli individui, l'inquinamento organico delle acque, di gran lunga più frequente, agisce diversamente sulle comunità biologiche. Esso induce una "banalizzazione" della comunità, ovvero una riduzione del numero di specie presenti in situazione normale, con la scomparsa di quelle più sensibili alle alterazioni ambientali; per contro, gli organismi più resistenti tendono ad affermarsi aumentando sproporzionatamente il loro numero. Grazie a questi concetti di base, è quindi possibile valutare le variazioni intercorse nelle comunità biologiche per determinare lo stato dell'ambiente e, talvolta, la causa responsabile di tale situazione. I dati ottenuti dall'analisi degli indicatori biologici vengono convertiti in indici numerici, calcolati secondo appropriati criteri, che a loro volta sono tradotti in classi di qualità; in questo modo è possibile rendere l'informazione più facilmente comprensibile e i risultati comparabili tra diversi siti o periodi. Rispetto alle analisi chimico - fisiche, l'utilizzo del biomonitoraggio nei corsi d'acqua consente di esprimere una valutazione complementare, in quanto verifica direttamente gli effetti di una perturbazione sulla biocenosi fluviale.

Un altro vantaggio rilevante dell'uso degli indicatori biologici, è che essi consentono di individuare e quantificare gli effetti di un evento pregresso, di cui non restano tracce delle modificazioni chimico - fisiche avvenute, entro un periodo temporale che dipende dal ciclo vitale degli organismi indicatori. In sostanza, un inquinamento accidentale provocherà un'alterazione temporanea della qualità, che scomparirà in tempi brevi e non sarà rintracciabile con un'analisi chimica delle acque (salvo che questa non sia stata contestuale all'evento); l'alterazione causata invece dalla morte di organismi acquatici perdurerà nel tempo, essendo necessario un periodo, più o meno lungo, affinché essi siano rimpiazzati da una nuova generazione o attraverso la ricolonizzazione da siti adiacenti. Gli indici più semplici si basano su un'analisi qualitativa della componente biologica studiata,



cioè valutano solo la presenza/assenza di determinati organismi o al più forniscono una stima grossolana della loro abbondanza. La normativa europea sulle acque (Direttiva Acque WFD 2000/60/CE) prevede che gli indici in vigore siano invece basati su un'analisi quantitativa, nella quale gli organismi sono conteggiati, in modo che sia nota anche l'abbondanza relativa dei diversi gruppi sistematici della comunità studiata. Un altro elemento introdotto dalla Direttiva Acque è che la valutazione debba essere effettuata in termini comparativi con la cosiddetta "comunità di riferimento".

E' abbastanza intuitivo pensare al fatto che le comunità biologiche di differenti tratti fluviali (p.e. un torrente di montagna che nasce da un ghiacciaio rispetto ad un grande fiume di pianura) hanno una composizione differente per motivi del tutto naturali; paragonare quindi i risultati di indagini biologiche in siti differenti con un medesimo riferimento assoluto sarebbe scorretto, perché rischierebbe di penalizzare l'ambiente più estremo, o di giudicare in modo troppo positivo quello che ha le condizioni più favorevoli, a prescindere dall'effettiva presenza di alterazioni causate dall'uomo. Per questo motivo, gli indici adottati dal D.M. 260/2010 sulla base della Direttiva Acque fanno sempre riferimento, nell'attribuzione della classe di qualità finale, ad un valore specificatamente calcolato per un tratto fluviale con le medesime caratteristiche ambientali in situazioni indisturbate, cioè la "condizione di riferimento".

Tutti gli indici forniscono un punteggio numerico tra 0 e 1 e un corrispondente giudizio finale sulla base di cinque classi di stato di qualità, che in ordine dal peggiore al migliore sono: cattivo, scarso, sufficiente, buono, elevato.

Un altro elemento peculiare previsto dalla Direttiva Acque è che il giudizio complessivo dello stato ecologico di un corso d'acqua, che si ottiene dall'applicazione di diversi indici biologici, è determinato dal risultato peggiore tra i singoli indici; è il cosiddetto principio "one out, all out", cioè se anche uno solo non va bene, l'intero sistema non va bene.



Tabella 1.1: impatto sull'ecologia fluviale delle alterazioni di origine antropica (modificata da Karr et al., 1986)

FATTORE AMBIENTALE	ALTERAZIONE INDOTTA
1. Apporti trofici ed energetici	
<ul style="list-style-type: none"> • tipo, ammontare e dimensioni delle particelle di materiale organico entrante in un fiume dalle zone riparie in confronto alla produzione primaria del fiume • andamento stagionale dell'energia disponibile 	⇒ diminuzione della materia grossolana particolata organica ⇒ aumento del particolato organico fine ⇒ aumento della produzione algale
2. Qualità dell'acqua	
<ul style="list-style-type: none"> • temperatura • torbidità • ossigeno disciolto • nutrienti (principalmente azoto e fosforo) • chimica inorganica e organica, naturale e di sintesi • metalli pesanti e sostanze tossiche • pH 	⇒ aumento degli estremi di temperatura ⇒ aumento di torbidità ⇒ alterazione del ciclo giornaliero dell'ossigeno disciolto ⇒ aumento dei nutrienti (specialmente azoto e fosforo) ⇒ aumento dei solidi sospesi
3. Qualità dell'habitat	
<ul style="list-style-type: none"> • tipo di substrato • profondità dell'acqua e velocità di corrente • zone di riproduzione, svezamento e ripari • diversità (buche, detriti legnosi) 	⇒ diminuita stabilità del substrato e degli argini dovuta all'erosione e alla sedimentazione ⇒ maggiore uniformità della profondità dell'acqua ⇒ riduzione dell'eterogeneità dell'acqua ⇒ diminuzione della sinuosità dell'alveo ⇒ riduzione dell'area dell'habitat dovuta all'accorciamento dell'alveo ⇒ diminuzione dei ripari nel fiume e della vegetazione riparia
4. Regime della portata	
<ul style="list-style-type: none"> • volume d'acqua • distribuzione temporale delle piene delle magre 	⇒ alterazione delle portate estreme (sia in ampiezza che in frequenza di alte e basse portate) ⇒ aumento della velocità massima della corrente ⇒ diminuzione della velocità minima della corrente ⇒ riduzione della diversità delle velocità nei microhabitat ⇒ riduzione dei rifugi
5. Interazioni biotiche	
<ul style="list-style-type: none"> • competizione • predazione • malattie • parassitismo 	⇒ aumento della frequenza di malattie nei pesci ⇒ alterazione della produzione primaria e secondaria ⇒ alterazione della struttura trofica ⇒ alterazione dei tempi di decomposizione ⇒ alterazione dei ritmi stagionali ⇒ variazioni nella composizione delle specie e delle abbondanze relative ⇒ variazioni nei rapporti tra i gruppi funzionali trofici degli invertebrati ⇒ variazioni nella catena trofica della comunità ittica ⇒ aumento della frequenza di ibridazione tra i pesci

1.4.1 Le diatomee bentoniche

Le Diatomee bentoniche sono un gruppo di alghe microscopiche che vivono adese agli elementi che formano il substrato dei corsi d'acqua, come pietre, tronchi sommersi o parti di piante acquatiche. Nell'ambito dell'ecosistema fluviale svolgono un ruolo simile a quello della prateria dell'ecosistema terrestre; sono infatti fonte di cibo per un importante gruppo di invertebrati erbivori che le brucano sul fondo del fiume e che a loro volta sono poi predati da altri animali. Singolarmente le Diatomee sono cellule invisibili a occhio nudo, ma nel loro insieme formano delle sottili patine che conferiscono una colorazione al fondo e lo rendono viscido. Trattandosi di organismi vegetali, per prosperare hanno bisogno di luce ed elementi nutritivi; dal momento che vivono attaccate al substrato, questo deve essere stabile, per cui colonizzano più facilmente massi e ciottoli rispetto alla sabbia o alla ghiaia fine, che più facilmente possono essere movimentate dalla corrente del fiume. Il loro utilizzo quali bioindicatori è basato in particolare sulla loro risposta a eventi quali l'inquinamento organico (che favorisce la crescita numerica di alcune specie rispetto alle altre), l'alterazione meccanica del fondo del fiume (come lavori in alveo) e la trasparenza (p.e. torbidità causata dall'immissione di sedimento fine che resta in sospensione nell'acqua). Le Diatomee sono peculiari, tra le alghe, in quanto sono rivestite da un caratteristico guscio di materiale siliceo, che conferisce loro forme geometriche di svariati tipi, sui quali si basa il loro riconoscimento.

Il prelievo delle Diatomee si esegue facilmente, raschiando con uno spazzolino qualche sasso raccolto dal fondo e aspirando l'acqua che si ricava dal lavaggio dei sassi. Molto più laboriosa è invece la preparazione del campione per l'analisi; per ottenere il preparato da guardare al microscopio sono necessari diversi trattamenti, al fine di purificare il campione dagli altri tipi di alghe e dalle particelle di sporco. L'identificazione, che deve avvenire al microscopio, richiede un operatore specializzato particolarmente esperto; ci sono infatti centinaia di specie, che differiscono a volte per dettagli minimali, e che due esemplari della stessa specie possono addirittura presentarsi in modo completamente diverso, in base al fatto che sul vetrino di osservazione siano adagiate mostrando uno dei due lati, piuttosto che invece la superficie superiore o inferiore.

L'indice in vigore per la classificazione della qualità ecologica dei corsi d'acqua mediante le Diatomee si chiama ICMi (Indice Multimetrico di Intercalibrazione); esso si basa sia sull'abbondanza relativa tra le varie specie rinvenute nel campione, sia sulla loro tolleranza all'inquinamento organico, che è valutata attraverso un valore caratteristico per ciascuna specie.

L'applicazione dell'Indice ICMi al Ticino ha sempre indicato uno stato "elevato". Questo indicatore non ha pertanto riscontrato alcun tipo di alterazione nel tratto di studio.

Figura 1.6: diatomee bentoniche; a sinistra *Navicula capitatoradiata*, a destra *Cocconeis placentula* - visione al microscopio, ingrandimento 1000 X

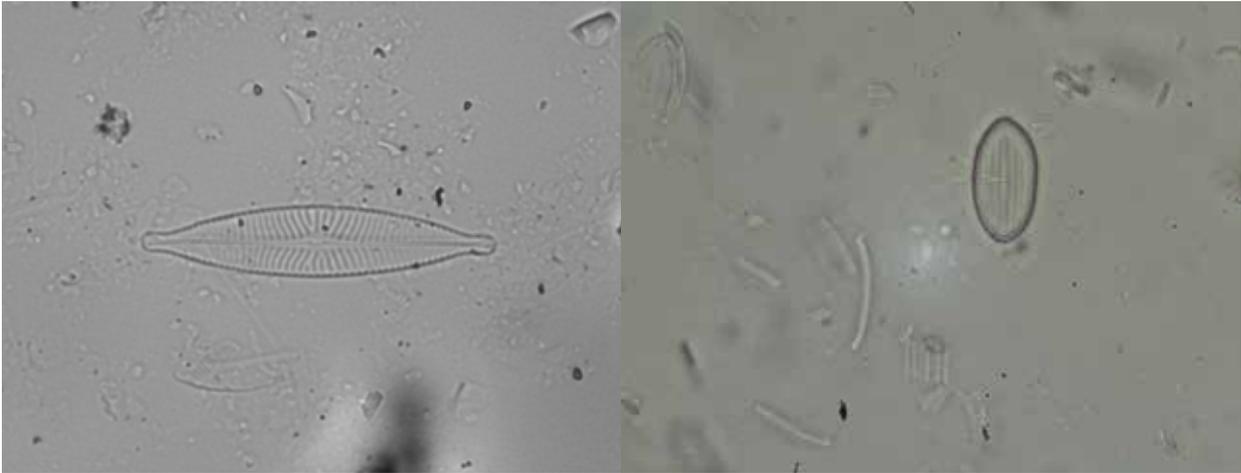


Figura 1.7: diatomee bentoniche; a sinistra *Encyonema minutum*, a destra *Cymbella excisa* - visione al microscopio, ingrandimento 1000 X



Figura 1.8: diatomee bentoniche; a sinistra *Reimeria sinuata*, a destra *Gomphonema pumilum* - visione al microscopio, ingrandimento 1000 X

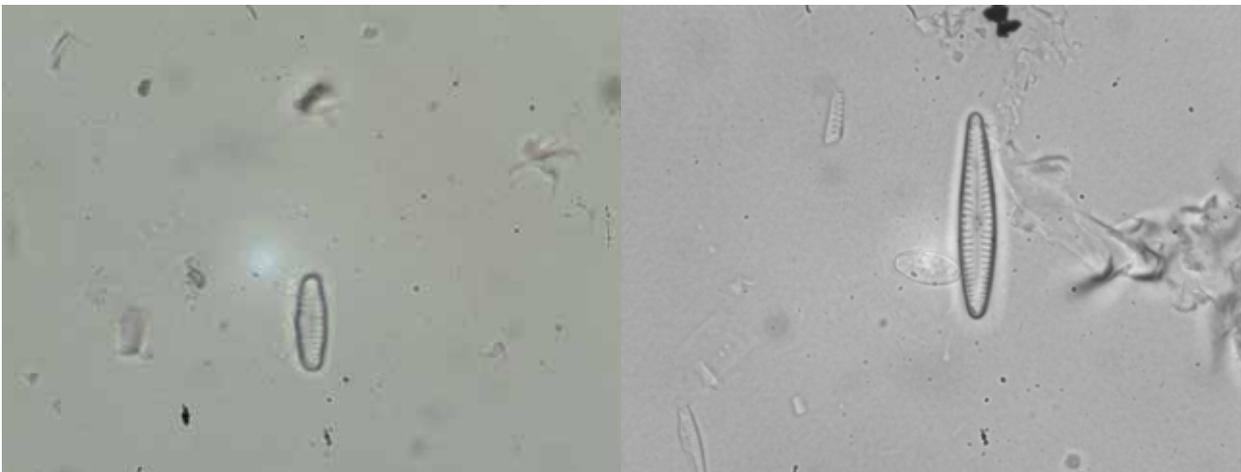


Tabella 1.2: elenco delle principali specie rinvenute nel Fiume Ticino nel periodo 2010-2012

Codice	Nomenclatura
ADMI	<i>Achnanthydium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki
ENMI	<i>Cymbella lange-bertalotii</i> Krammer
CPED	<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg
CPLA	<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg
RSIN	<i>Reimeria sinuata</i> (Gregory) Kociolek Stoermer
APED	<i>Amphora pediculus</i> (Kützing) Grunow
FCVA	<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>vaucheriae</i> (Kützing) Lange-Bertalot
NCTE	<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot
NDIS	<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Grunow
NFON	<i>Nitzschia fonticola</i> Grunow
DEHR	<i>Diatoma ehrenbergii</i> Kützing
GTER	<i>Gomphonema tergestinum</i> Fricke
NCPR	<i>Navicula capitatoradiata</i> Germain
DVUL	<i>Diatoma vulgare</i> Bory
EADN	<i>Epithemia adnata</i> (Kützing) Brébisson
CCMS	<i>Cyclotella comensis</i>
FCRO	<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton
ADBI	<i>Achnanthydium biasolettianum</i> (Grunow) Lange-Bertalot
COCE	<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing
CLAE	<i>Encyonopsis microcephala</i> (Grunow) Krammer
FCAP	<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières
UULN	<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère
NTPT	<i>Navicula tripunctata</i> (Müller) Bory
CAEX	<i>Cymbella excisa</i> (ex <i>C. affinis</i>)
CPLE	<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i> (Ehr) Grunow
GPUM	<i>Gomphonema pumilum</i> (Gr) Reichardt Lange-Bertalot
RUNI	<i>Reimeria uniseriata</i> Sala Guerrero Ferrario
AINA	<i>Amphora inariensis</i> Krammer
NIFR	<i>Nitzschia frustulum</i> (Kützing) Grunow
CPLI	<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>lineata</i> (Ehr) Van Heurck
CPPL	<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>pseudolineata</i> Geitler
PSBR	<i>Pseudostaurosira brevistriata</i> Williams Round
NAMP	<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow
TFLO	<i>Tabellaria flocculosa</i> (Roth) Kützing
ADMF	<i>Achnanthydium minutissimum</i> (Kützing) Czarnvar <i>affinis</i> (Grun) Bukht
GMIN	<i>Gomphonema minutum</i> (Agardh) Agardh

1.4.2 Le macrofite acquatiche

Il termine “macrofite acquatiche” include una vasta varietà di organismi vegetali, tra i quali le alghe filamentose che formano strutture macroscopiche, le piante acquatiche propriamente dette sia emerse che sommerse, i muschi e gli sfagni. Essi compongono la vegetazione visibile all’interno dell’alveo o sulle sponde nelle porzioni adiacenti ad esso, con il quale sono in stretta relazione, anche se non tutte vivono in parte o completamente nell’acqua. Dal punto di vista dell’ecosistema fluviale, le macrofite sono importanti come produttori primari, cioè come organismi che trasformano l’energia solare e l’anidride carbonica in materia vivente che può poi essere consumata dai livelli superiori della catena alimentare (organismi erbivori) e in quanto forniscono habitat, permettendo agli animali di ripararsi.

Come le Diatomee, per crescere hanno bisogno di luce, nutrienti e di un substrato adeguato; la maggiore diversità naturale di macrofite si ritrova in ambienti di fondovalle, dove la velocità di corrente non è troppo impetuosa come nei torrenti alpini e il substrato di fondo di conseguenza è più fine e permette più facilmente la radicazione delle piante, la trasparenza dell’acqua è ottimale e i microhabitat sono ben differenziati. I fattori che principalmente possono alterare la comunità macrofita sono gli eventi idrologici eccezionali, come le piene che possono letteralmente strapparle dal fondo e trascinarle a valle, l’inquinamento, gli interventi di escavazione e modellazione artificiale dell’alveo e delle rive.

18

Il campionamento di macrofite si esegue identificando a vista le specie presenti e stimando l’area di alveo bagnato che ciascuna di esse occupa rispetto al tratto indagato; per classificare con precisione alcune specie, in particolare alghe e muschi, può essere necessario portarne dei campioni in laboratorio, per esaminare al microscopio i dettagli utili alla determinazione sistematica. La valutazione della qualità sulla base delle macrofite avviene applicando l’indice IBMR (Indice Biologique Macrophytique en Rivière). Tale indice è calcolato sulla base delle sole specie rinvenute nell’alveo bagnato, rispetto ad una apposita lista, in considerazione dei seguenti fattori: la percentuale di copertura dell’alveo nel tratto campionato (coefficiente K_i), il coefficiente di stenoecia della specie (E_i) e il coefficiente di sensibilità della specie (C_{si}). L’utilizzo delle macrofite come bioindicatore ha dei limiti di applicazione, in quanto p.e. ad alta quota e nei torrenti turbolenti non sono presenti con coperture sufficienti per motivi naturali.

Il campionamento delle macrofite nel Fiume Ticino è avvenuto per il periodo 2010-2012; le macrofite più abbondanti in termini di copertura dell’alveo sono risultate le alghe filamentose, in particolare quelle appartenenti al genere *Cladophora*. Le piante acquatiche vere e proprie sono sempre state osservate con coperture modeste, per lo più nelle zone presso riva, ma in generale con una buona diversità di specie. L’Indice IBMR si è collocato quasi sempre in uno stato “buono”; lo studio ha evidenziato che, in questo tratto di Ticino, il principale fattore che condiziona lo sviluppo delle macrofite è rappresentato dai periodi di portata elevata nel periodo vegetativo (primavera ed estate). Gli eventi di piena, per effetto delle elevate velocità di corrente

che si creano all'interno dell'alveo, rimuovono fisicamente le macrofite, strappandole dal letto fluviale e riducendone in modo sensibile la copertura.

Tabella 1.3: elenco delle specie di macrofite rinvenute nel Fiume Ticino nel periodo 2010-2012

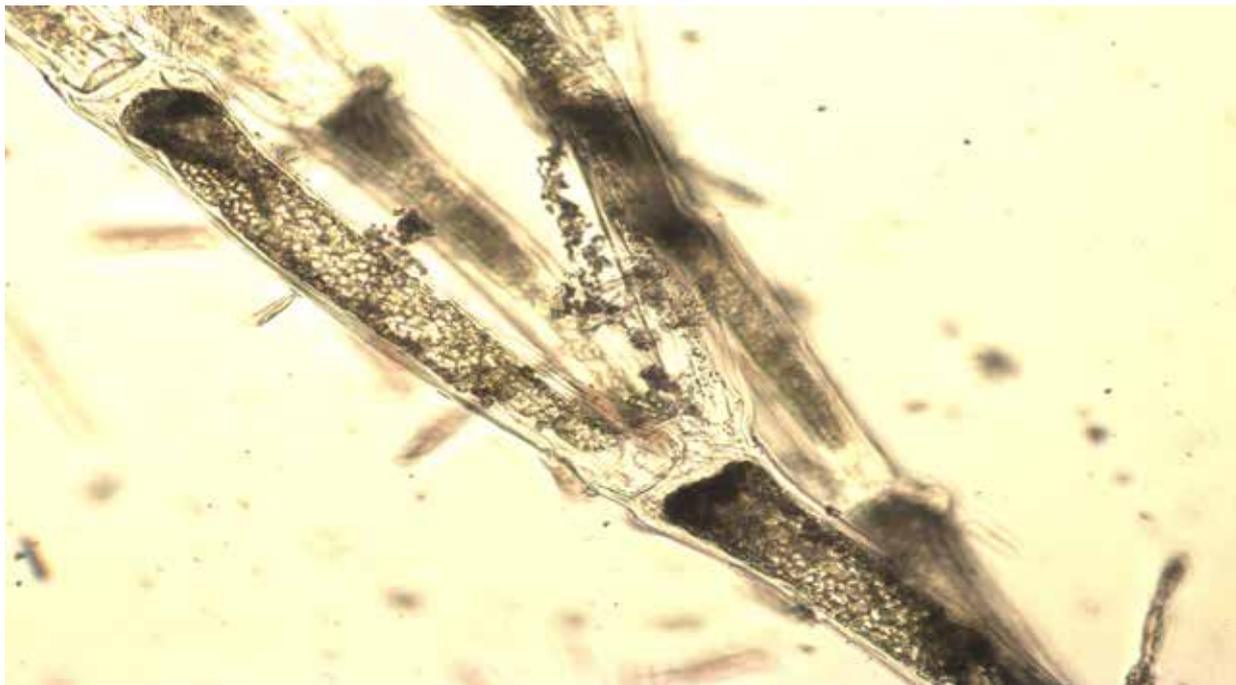
Gruppo	Specie	
ALGHE	<i>Chaetophora</i> sp. Schrank	
	<i>Cladophora</i> sp. Kützing	
	<i>Hydrodictyon</i> sp. Roth	
	<i>Lyngbya</i> sp. Agardh	
	<i>Melosira</i> sp. C. Agardh	
	<i>Microspora</i> sp. Thuret	
	<i>Oedogonium</i> sp. Link	
	<i>Oscillatoria</i> sp. Vaucher	
	<i>Phormidium</i> sp. Kützing	
	<i>Spirogyra</i> sp. Lynk	
	<i>Stigeoclonium</i> sp. Kützing	
	<i>Tribonema</i> sp. Derbes et Solier	
	<i>Ulothrix</i> sp.	
	<i>Vaucheria</i> sp. De Candolle	
	<i>Zygnema</i> sp. Agardh	
	<i>Geminella</i> sp.	
<i>Heterococcus</i>		
BRIOFITE	<i>Fontinalis antipyretica</i> Hedw.	
FANEROGAME	<i>Apium nodiflorum</i> (L.) Lag.	<i>Lemna minor</i> L.
	<i>Callitriche cophocarpa</i> Sendtn.	<i>Phalaris arundinacea</i> L.
	<i>Callitriche stagnalis</i> Scop.	<i>Potamogeton crispus</i> L.
	<i>Lythrum salicaria</i> L.	<i>Potamogeton natans</i> L.
	<i>Mentha aquatica</i> L.	<i>Potamogeton perfoliatus</i> L.
	<i>Myosotis scorpioides</i> L.	<i>Vallisneria spiralis</i> L.
	<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	<i>Zannichellia palustris</i> L.
	<i>Myriophyllum verticillatum</i> L.	<i>Bidens frondosa</i>
	<i>Nasturtium officinale</i> R.Br.	<i>Bidens tripartita</i>
	<i>Polygonum lapathifolium</i> L.	<i>Callitriche</i> sp.
	<i>Polygonum mite</i> Schrank	<i>Carex</i> sp.
	<i>Polygonum persicaria</i> L.	<i>Commelina communis</i>
	<i>Ranunculus aquatilis</i> L.	<i>Cyperus strigosus</i>
	<i>Ranunculus fluitans</i> Lam.	<i>Panicum dichotomiflorum</i>
	<i>Ranunculus trichophyllus</i> Chaix	<i>Polygonum</i> sp.
	<i>Rorippa amphibia</i> (L.) Besser	<i>Cyperus microiria</i>
	<i>Veronica anagallis-aquatica</i> L.	<i>Echinochloa crus-gallis</i>
	<i>Cyperus glomeratus</i> L.	<i>Panicum</i> sp.
	<i>Elodea densa</i> (Planchon) Caspari	<i>Senecio erraticus</i>
	<i>Elodea canadensis</i> Michx.	<i>Iris pseudacorus</i> L.
	<i>Lagarosiphon major</i> (Ridley) Moss	

Figura 1.9: una porzione di alveo a Turbigo completamente ricoperta da alghe filamentose del genere Cladophora



20

Figura 1.10: dettaglio al microscopio delle cellule che formano i filamenti delle alghe del genere Cladophora - visione al microscopio (40X)



1.4.3 Il macrobenthos

Gli invertebrati d'acqua dolce, per ragioni essenzialmente pratiche, vengono suddivisi sulla base delle dimensioni in due gruppi, i microinvertebrati e i macroinvertebrati (macrobenthos). Il gruppo dei microinvertebrati comprende organismi la cui taglia (alla fine dello sviluppo larvale o nello stadio immaginale) è raramente superiore al millimetro; ad essi appartengono Protozoi, Platelminti (alcuni), Nematodi, Rotiferi, Tardigradi, Cladoceri, Copepodi, Idracarini. I macroinvertebrati sono rappresentati da organismi di taglia (alla fine dello sviluppo larvale o nello stadio immaginale) raramente inferiore al millimetro, rappresentati preferenzialmente da Insetti, Oligocheti, Crostacei, Irudinei, Molluschi e più raramente Platelminti (alcuni), Poriferi, Celenterati e Briozoi; Nematodi e Idracarini vengono inclusi nel gruppo dei microinvertebrati per esigenze di praticità (Ghetti & Bonazzi, 1981).

Gli organismi macrobentonici possono trascorrere nell'ambiente acquatico l'intero ciclo vitale (p.e. Irudinei, Coleotteri) o solo la fase larvale (p.e. la maggior parte degli insetti quali Efemerotteri, Tricotteri, Plecotteri). La durata dello stadio larvale e dello stadio adulto possono variare considerevolmente in base alla specie: ad esempio negli Efemerotteri la fase larvale dura alcuni mesi, dopodiché gli adulti vivono solo il tempo necessario per riprodursi, cioè pochi giorni durante i quali non si alimentano neppure. I macroinvertebrati possono avere cicli riproduttivi con una generazione all'anno (univoltini), più generazioni all'anno (polivoltini) o cicli pluriennali (poliannuali) (Madoni & Ghetti, 1985). E' nella forma adulta che è più facile incontrare questi invertebrati, come accade per esempio lungo i torrenti quando ci sono le schiuse degli Efemerotteri, che formano folti gruppi di insetti volanti che volteggiano sopra l'acqua, o le vere e proprie nubi di moscerini sotto cui si presentano gli innocui Ditteri Chironomidae; meno gradevole può essere l'incontro con gli adulti dei Ditteri delle famiglie Tabanidae, i tafani, che possono infliggere dolorose punture, così come i fastidiosi moscerini dei Ditteri Simulidae, anch'essi ematofagi.

I macroinvertebrati che popolano le acque correnti, vivono prevalentemente sul fondo e sono dotati di vari adattamenti fisiologici, morfologici e comportamentali per contrastare la forza della corrente. Si rinvengono spesso negli spazi tra gli elementi che formano il substrato di fondo, perché così trovano riparo sia dalla corrente che dai predatori (sono una delle fonti principali di cibo per i pesci e anche per alcuni uccelli acquatici); quelli più adattati alle acque veloci e turbolente hanno un corpo idrodinamico e appiattito, come le larve degli Efemerotteri Heptageniidae o addirittura hanno ventose per aderire con più forza al substrato, come le larve dei Ditteri Blephariceridae. Alcuni sono invece più caratteristici di acque stagnanti o quasi, e possono persino vivere "pattinando" sulla superficie dell'acqua grazie a dei peli idrofobi sulle zampe, come fanno gli Eterotteri Gerridae. Altri ancora prediligono sedimento fine, sabbioso o fangoso, dove vivono infossati, come p.e. le larve dei Ditteri Chironomidae, i vermi Oligocheti o i Molluschi Bivalvi del genere *Unio* (le "cozze d'acqua dolce"). Altre caratteristiche che possono

differenziare i diversi gruppi sono la sensibilità rispetto alla disponibilità di ossigeno disciolto e alla temperatura: i Plecotteri ad esempio hanno larve che esigono acque fredde e ben ossigenate, mentre i Ditteri Chironomidae comprendono specie in grado di vivere con bassissimi livelli di ossigeno e temperature calde e specie che condividono l'habitat dei Plecotteri subito a valle dei ghiacciai. Sulla base di questa sommaria descrizione, è evidente che maggiore sarà la diversità dei microhabitat disponibili, tanto più diversificata potrà essere la comunità macrobentonica. I macroinvertebrati possono anche essere distinti in base al tipo di alimentazione che prediligono:

- predatori, alcuni dei quali sono in grado di catturare anche piccoli vertebrati; le larve di alcuni Odonati (libellule) possono predare girini e larve di pesci. Alcuni Eterotteri come la *Nepa* (detta "scorpione d'acqua dolce") possono infliggere punture dolorose con il rostro che usano per succhiare i liquidi corporei della propria preda;
- erbivori, come le larve degli Efemerotteri Heptageniidae che brucano le alghe incrostanti, così come i Molluschi Gasteropodi (chioccioline d'acqua);
- detritivori, come le larve dei Tricotteri Hydropsychidae che catturano le particelle organiche con un imbuto di rete tessuto da una secrezione, mentre le larve dei Ditteri Simuliidae usano le antenne ramificate come un filtro per lo stesso scopo; altri ancora, come i vermi Oligocheti, ingeriscono il sedimento e trattengono la parte organica.

22

Questa grande diversità che caratterizza la comunità macrobentonica ne fa un soggetto ideale quale bioindicatore, al punto da essere la componente biologica più utilizzata a tal fine. Le caratteristiche principali che rendono i macroinvertebrati degli ottimi bioindicatori possono essere così riassunte (Ghetti & Bonazzi 1981; Ghetti 1986; Rosemberg & Resh 1993):

- la sensibilità alle modificazioni ambientali, cui reagiscono con prontezza;
- la capacità di essere buoni indicatori di condizioni localizzate nello spazio, in quanto si spostano in modo molto limitato;
- l'abbondante presenza nella quasi totalità dei corsi d'acqua;
- il ciclo vitale sufficientemente lungo per avere una sorta di "memoria" degli avvenimenti della storia recente del fiume;
- la relativa facilità di campionamento, che avviene tramite un retino smuovendo il fondo dell'alveo;
- la buona conoscenza dell'ecologia di questa fauna da parte della comunità scientifica che permette di interpretare efficacemente i risultati;
- la tendenza di molte specie ad accumulare e concentrare sostanze tossiche presenti nell'ambiente acquatico.

L'uso dei macroinvertebrati richiede però anche delle precauzioni di tipo metodologico e interpretativo, in quanto possono essere influenzati da molteplici alterazioni ambientali i cui effetti diventano difficilmente distinguibili (p.e. un inquinamento organico che si sovrappone ad un prelievo idrico o all'alterazione della naturalità del fondo a causa di lavori in alveo). Le indagini devono inoltre tenere in considerazione la stagionalità dei cicli vitali, che può indurre delle variazioni di abbondanza consistenti ma naturali, piuttosto che la necessità di campionare adeguatamente tutti i microhabitat disponibili (Metcalf-Smith, 1994).

L'indice previsto dalla normativa italiana per la valutazione della qualità mediante i macroinvertebrati è lo STAR_ICMi (indice Multimetrico STAR di Intercalibrazione); si tratta di un indice composto da 6 differenti sub-indici, i cui punteggi sono mediati con opportuni pesi per una valutazione di sintesi, che alla fine si traduce, come per gli altri bioindicatori, in una tra le cinque classi di stato di qualità possibili. I sub-indici prendono in considerazione parametri come il numero di famiglie, la sensibilità all'inquinamento organico, la proporzione tra alcuni gruppi particolarmente sensibili e gli altri, la proporzione tra alcuni gruppi particolarmente tolleranti e gli altri, la diversità e il numero di famiglie di alcuni gruppi sensibili. Il campionamento dei macroinvertebrati avviene tramite retino con manico, smuovendo il substrato entro un rettangolo di area nota (0,1 m² o 0,05 m² in base al tipo di corso d'acqua) ed effettuando dieci diversi prelievi; i prelievi devono essere distribuiti in modo da rappresentare la proporzione con cui è distribuito il substrato di fondo (massi, ciottoli, sabbia, ghiaia ecc.).

Figura 1.11: campionamento di macroinvertebrati con retino nel Fiume Ticino



Il riconoscimento e il conteggio degli individui si svolge in vivo direttamente sul campo, quando le condizioni meteo lo consentono; gli esemplari che richiedono un'osservazione al microscopio per il riconoscimento sono trasportati in laboratorio per un successivo esame.

I campionamenti per l'applicazione dello STAR_ICMi devono essere effettuati in almeno 3 differenti stagioni nell'arco dell'anno; nel caso del presente studio la frequenza è stata superiore, al fine di verificare con un maggiore dettaglio temporale la situazione della comunità macrobentonica. Nel tratto di Ticino d'interesse sono state rinvenute ben 77 differenti famiglie di macroinvertebrati acquatici (tabella 1.4), appartenenti a 17 ordini (Plecoptera, Ephemeroptera, Trichoptera, Coleoptera, Diptera, Odonata, Heteroptera, Crustacea, Gastropoda, Bivalvia, Turbellaria, Hirudinea, Oligochaeta, Hydrachnidia, Nematoda, Nematomorpha, Porifera). Tra questi, quelli maggiormente rappresentati sono gli ordini di insetti Plecoptera, Ephemeroptera, Trichoptera e Diptera, che da soli compongono mediamente quasi il 90% della comunità in termini di numero di individui.

L'abbondanza relativa di questi gruppi varia lungo il tratto d'interesse: mentre gli Ephemeropteri sono equamente rappresentati in tutto il tratto, costituendo mediamente circa il 30% della comunità, i Tricotteri sono presenti principalmente nel tratto settentrionale (comuni di Somma Lombardo e Vizzola Ticino); essi sono rappresentati prevalentemente dalla famiglia Hydropsychidae, un filtratore in grado di cibarsi del plancton che arriva dal lago, dalla cui vicinanza trae quindi vantaggio. Infine, l'abbondanza relativa di Ditteri è minima nel tratto centrale (in corrispondenza dei comuni di Lonate Pozzolo e Oleggio): in quest'area la particolare eterogeneità idromorfologica dell'habitat favorisce la presenza di un maggior numero di altri taxa, tra cui ad esempio Plecotteri, Coleotteri e Gasteropodi.

Nel tratto di interesse, è segnalata la presenza degli Odonati *Ophiogomphus cecilia* e *Oxygastra curtisii* e del Coleottero *Graphoderus bilineatus*, elencati nell'Allegato II della Direttiva Habitat e indicati nella lista rossa IUCN rispettivamente come minor preoccupazione (least concern – LC), quasi minacciata (near threatened – NT) e vulnerabile (vulnerable – VU) (Riservato et al., 2014). Tra questi, *Ophiogomphus cecilia* risulta in uno stato di conservazione medio o limitato all'interno del territorio di interesse.

Sono stati inoltre rinvenuti alcuni taxa esotici, cioè naturalmente estranei alle acque italiane, quali i Molluschi Bivalvi *Corbicula fluminea* e *Dreissena polymorpha*; quest'ultima, in particolare, ha avuto una espansione rapidissima nei grandi laghi prealpini, dove presumibilmente è arrivata da oltralpe attraverso qualche esemplare attaccato sulla chiglia di barche di turisti stranieri.

L'applicazione dell'indice STAR_ICMi nelle stazioni di monitoraggio ha evidenziato uno stato "buono" con limitate variazioni stagionali. Di seguito, in figura 1.15, s'illustra graficamente l'andamento del punteggio dell'indice nelle diverse stazioni lungo il periodo monitorato.

Tabella 1.4: elenco delle specie di macroinvertebrati presenti nel Fiume Ticino

GRUPPO	FAMIGLIA	GENERE	GRUPPO	FAMIGLIA	GENERE
Plecoptera	Leuctridae	<i>Leuctra</i>	Plecoptera	Nemouridae	<i>Protonemura</i>
Plecoptera	Nemouridae	<i>Nemoura</i>	Plecoptera	Perlodidae	<i>Perlodes</i>
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetis</i>	Ephemeroptera	Heptageniidae	<i>Ecdyonurus</i>
Ephemeroptera	Caenidae	<i>Caenis</i>	Ephemeroptera	Heptageniidae	<i>Electrogena</i>
Ephemeroptera	Ephemerellidae	<i>Ephemerella</i>	Ephemeroptera	Heptageniidae	<i>Heptagenia</i>
Ephemeroptera	Ephemeridae	<i>Ephemerata</i>	Ephemeroptera	Heptageniidae	<i>Rhithrogena</i>
Trichoptera	Beraeidae	-	Trichoptera	Leptoceridae	-
Trichoptera	Brachycentridae	-	Trichoptera	Limnephilidae	-
Trichoptera	Ecnomidae	-	Trichoptera	Odontoceridae	-
Trichoptera	Glossosomatidae	-	Trichoptera	Philopotamidae	-
Trichoptera	Goeridae	-	Trichoptera	Polycentropodidae	-
Trichoptera	Hydropsychidae	-	Trichoptera	Psychomyiidae	-
Trichoptera	Hydroptilidae	-	Trichoptera	Rhyacophilidae	-
Trichoptera	Lepidostomatidae	-	Trichoptera	Sericostomatidae	-
Coleoptera	Dryopidae	-	Coleoptera	Halplidae	-
Coleoptera	Dytiscidae	-	Coleoptera	Hydrophilidae	-
Coleoptera	Elmidae	-	Coleoptera	Scirtidae	-
Coleoptera	Gyrinidae	-	Coleoptera	-	-
Diptera	Anthomyiidae	-	Diptera	Limoniidae	-
Diptera	Athericidae	-	Diptera	Muscidae	-
Diptera	Ceratopogonidae	-	Diptera	Simuliidae	-
Diptera	Chironomidae	-	Diptera	Tabanidae	-
Diptera	Dolichopodidae	-	Diptera	Tipulidae	-
Diptera	Empididae	-	Diptera	-	-
Odonata	Calopterygidae	<i>Calopteryx</i>	Odonata	Gomphidae	<i>Onychogomphus</i>
Odonata	Gomphidae	<i>Gomphus</i>	Odonata	Platycnemididae	<i>Platycnemis</i>
Heteroptera	Aphelocheiridae	-	Heteroptera	Naucoridae	-
Crustacea	Asellidae	-	Crustacea	Gammaridae	-
Gastropoda	Ancylidae	-	Gastropoda	Neritidae	-
Gastropoda	Bithyniidae	-	Gastropoda	Physidae	-
Gastropoda	Hydrobiidae	-	Gastropoda	Planorbidae	-
Gastropoda	Lymnaeidae	-	Gastropoda	Valvatidae	-
Bivalvia	Corbiculidae	-	Bivalvia	Pisidiidae	-
Bivalvia	Dreissenidae	-	Bivalvia	Sphaeriidae	-
Turbellaria	Dendrocoelidae	<i>Dendrocoelum</i>	Turbellaria	Planariidae	<i>Polycelis</i>
Turbellaria	Dugesidae	<i>Dugesia</i>	Turbellaria	-	-
Hirudinea	Erpobdellidae	<i>Dina</i>	Hirudinea	Glossiphoniidae	<i>Glossiphonia</i>
Hirudinea	Erpobdellidae	<i>Erpobdella</i>	Hirudinea	Glossiphoniidae	<i>Helobdella</i>
Oligochaeta	Enchytraeidae	-	Oligochaeta	Naididae	-
Oligochaeta	Haplotaxidae	-	Oligochaeta	Propappidae	-
Oligochaeta	Lumbricidae	-	Oligochaeta	Tubificidae	-
Oligochaeta	Lumbriculidae	-	Oligochaeta	-	-
Hydrachnidia	Hydracarina	-	Hydrachnidia		
Nematoda	Mermithidae	-	Nematoda		
Nematomorpha	Gordiidae	-	Nematomorpha		
Porifera	Spongillidae	-	Porifera		

Figura 1.12: larve di Tricottero della famiglia Hydropsychidae



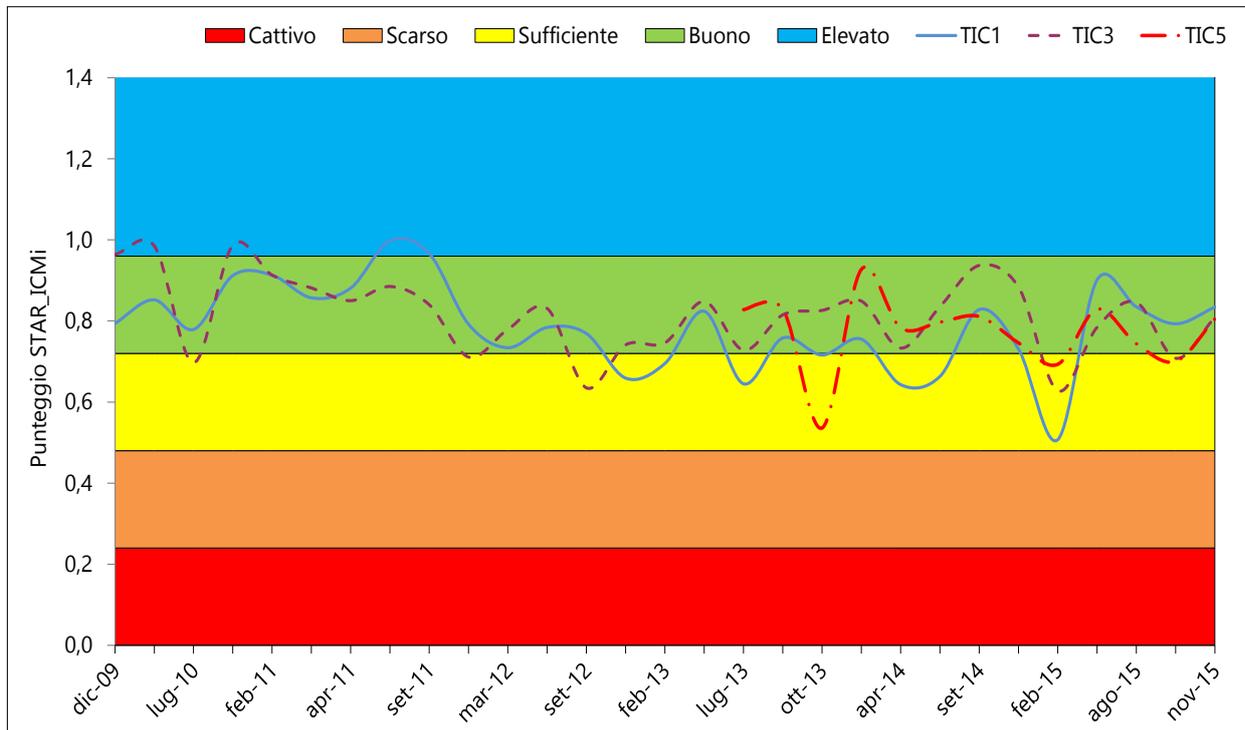
Figura 1.13: a sinistra un Crostaceo della famiglia dei Gammaridae; a destra un Coleottero della famiglia Hydrophilidae



Figura 1.14 Odonati adulti del genere Calopteryx a sinistra e Libellula a destra



Figura 1.15: indice STAR_ICMi calcolato sul Fiume Ticino nel periodo 2009-2015



1.4.4 La fauna ittica

La composizione della comunità ittica di un tratto di corso d'acqua, dipende in modo molto stretto dalle caratteristiche idrologiche e idraulico - morfologiche del suo alveo e dalle caratteristiche chimico - fisiche delle sue acque, in sostanza dalle componenti abiotiche dell'ecosistema fluviale. Questa connessione è talmente forte che è possibile distinguere i diversi tratti di un fiume, nel suo percorso dalle sorgenti alla foce, in base alle specie ittiche caratteristiche:

- i tratti di montagna, con acque veloci, turbolente, fredde e ben ossigenate, fondo a massi e ciottoli, sono caratteristici dei Salmonidi (in particolare della trota fario) e dello scazzone;
- scendendo verso valle, nella zona pedemontana, la velocità di corrente e la turbolenza diventano meno impetuose, la temperatura resta fresca senza essere troppo rigida e la portata aumenta, consentendo la disponibilità di maggiore spazio vitale. La disponibilità di una più ampia varietà di habitat e di condizioni ambientali meno severe consente un incremento della diversità della comunità ittica: ai Salmonidi, rappresentati da trota marmorata e temolo, e allo scazzone, si aggiungono i Ciprinidi con più attitudine alla corrente fluviale (i Ciprinidi reofili), come il vairone, la sanguinerola, il barbo comune e il barbo canino e altri, come il cavedano, che si adattano a svariate condizioni;
- proseguendo ulteriormente verso la pianura, la pendenza del corso d'acqua diminuisce sempre più, di conseguenza la velocità di corrente si riduce ancora e il fondo del fiume

può ospitare sempre più zone sabbiose e piante acquatiche. La temperatura si scalda ulteriormente, iniziando a diventare, in alcuni casi, limitante per la presenza dei Salmonidi. Il gruppo dei Ciprinidi reofili diventa più numeroso, in quanto composto anche da pigo, savetta e lasca; in più si aggiungono i Ciprinidi "limnofili", cioè amanti delle acque lente e tranquille, come la tinca, la carpa e il triotto, insieme a pesci di altre famiglie, come il ghiozzo, l'anguilla, il pesce persico;

- nei tratti di bassa pianura, il fiume assume tipicamente un andamento lento, con profondità elevata, fondali sabbiosi o fangosi e acque che in estate diventano piuttosto calde; in questa zona i Ciprinidi limnofili diventano prevalenti, perché trovano le condizioni ideali per la loro vita.

Questa relazione tra specie ittiche e habitat fluviale fa dei pesci dei bioindicatori particolarmente interessanti; il loro studio è inoltre favorito dal fatto che molte specie ittiche sono interessanti anche dal punto di vista faunistico (in Italia ci sono numerosi endemismi, cioè specie esclusive delle nostre acque e quindi di rilevante importanza naturalistica) e dal punto di vista gestionale (le specie oggetto di pesca). Esistono però problemi ancora da risolvere, per un corretto utilizzo dei pesci come bioindicatori:

- proprio perché diverse specie sono oggetto di pesca e di ripopolamenti, la loro consistenza non sempre dipende dalle condizioni ambientali. Possono esserci corsi d'acqua totalmente integri in termini di habitat e qualità delle acque, dove però la pressione di pesca ha causato un impoverimento della fauna ittica. Al contrario, i ripopolamenti possono causare incrementi artificiali della quantità di pesce presente. Talvolta questi fattori finiscono per sovrapporsi o per mascherare eventuali problemi ambientali;
- la composizione della comunità ittica di riferimento dei diversi tratti fluviali è ancora in via di definizione nella maggior parte delle nostre acque; lo specifico indice previsto dal D.M. 260/2010, l'Indice ISECI, non risulta infatti applicabile correttamente a molti corsi d'acqua alpini e padani perché non tiene conto delle peculiarità delle comunità ittiche di tali ambienti, come di seguito preciseremo per il caso del Ticino;
- attraverso i ripopolamenti ittici, negli ultimi decenni sono state introdotte, nei fiumi e nei laghi italiani, numerose specie alloctone (cioè non originarie delle nostre acque); queste specie – molte delle quali provenienti dal bacino idrografico del Danubio – si sono insediate a scapito di quelle autoctone, cambiando in modo sostanziale la composizione naturale delle comunità ittiche. Si tratta di una vera e propria alterazione biologica, che va a sovrapporsi a quelle ambientali; in alcuni casi, infatti, le specie esotiche sono più resistenti al degrado ambientale di quelle autoctone e la loro diffusione ne trae vantaggio. In altri casi, pur in presenza di ambienti integri, le specie esotiche possono diventare dominanti su quelle autoctone. Queste possibilità rendono più complicato discernere se una difformità rispetto

alla situazione attesa dipende da un'alterazione ambientale piuttosto che dall'immissione di specie esotiche.

Lo studio della fauna ittica nei corsi d'acqua, avviene di solito utilizzando un generatore di corrente elettrica per catturare i pesci, che vengono temporaneamente storditi e possono così essere raccolti con un retino per essere identificati e misurati. Nei fiumi di maggiori dimensioni, si possono utilizzare altre tecniche per integrare le informazioni disponibili, come l'osservazione subacquea o la raccolta di dati dai pescatori.

Rispetto alla comunità ittica naturale, il tratto di fiume Ticino sublacuale conferma le peculiarità già riscontrate per le altre componenti biologiche dovute alla presenza a monte del Lago Maggiore. L'eterogeneità di habitat idraulico – morfologici e termici, anche in questo caso favoriscono una diversità biologica elevata, che si traduce in una comunità ittica particolarmente ricca. Il Ticino sfugge in parte al concetto di "zonazione ittica" sopra descritto, in quanto nel medesimo tratto si assiste alla sovrapposizione di gran parte di queste categorie: lo stato naturale vedeva la compresenza di Salmonidi e Ciprinidi reofili, accanto a specie limnofile; le prime posizionate in corrente all'interno dei raschi, le seconde poste in zone laterali dell'alveo, come lanche o anse tranquille. Purtroppo si fa riferimento ad una condizione naturale del passato, in quanto le due specie di Salmonidi tipiche e un tempo presenti in modo consistente nel Ticino, cioè la trota marmorata e il temolo, sono attualmente pressoché scomparse, per una serie di fattori: pesca eccessiva, riscaldamento delle acque, predazione da parte di uccelli ittiofagi, competizione con specie esotiche, alterazioni ambientali.

Figura 1.16: elettropesca a guado nel Fiume Ticino



I dati più recenti sulla fauna ittica della parte alta del Ticino sublacuale evidenziano una sempre più abbondante presenza di specie esotiche, alcune delle quali particolarmente dannose, come il siluro, predatore di notevoli dimensioni, che esercita un impatto diretto sulle altre specie ittiche. Una minaccia del tutto particolare è invece quella rappresentata dal gardon, un Ciprinide originario d'oltralpe; esso è in grado di accoppiarsi con il pigo e il triotto, due specie endemiche del Nord Italia, generando ibridi fecondi; si tratta di un vero e proprio inquinamento genetico, che rischia di portare alla scomparsa di due specie autoctone un tempo molto abbondanti. Altre specie esotiche sono presenti ormai da circa un secolo, come nel caso del persico sole, che ha raggiunto un equilibrio nella comunità ittica. Un caso a sé di specie "intrusa" è invece quello della trota fario; sebbene si tratti di una specie autoctona per l'Italia, non sarebbe naturalmente presente a valle dei grandi laghi, dove la trota di riferimento è la trota marmorata; essa è però stata massicciamente immessa in molte acque a scopo di ripopolamento ed essendo in grado di accoppiarsi e di produrre ibridi fecondi, ha contribuito al declino delle popolazioni di trota marmorata pura. Altre specie autoctone un tempo presenti abbondantemente nel Ticino, ora sempre meno frequenti, sono la savetta e l'anguilla; la prima, probabilmente, per via della sua vulnerabilità alla predazione da parte dei cormorani, la seconda per l'eccessiva frammentazione del percorso che deve compiere per completare il suo ciclo vitale, che richiede la migrazione fino al Mar dei Sargassi, con un percorso di migliaia di chilometri. Le specie che sono ancora ben distribuite sono: il vairone, il cavedano, la sanguinerola, l'alborella, il ghiozzo, la cagnetta e il cobite comune.

Figura 1.17: elettropesca da barca nel Fiume Ticino



Alcune specie, per le quali è segnalata la presenza all'interno delle aree della Rete Natura 2000 (cfr. Formulari Standard), e che sono incluse nell'Allegato II della Direttiva Habitat, hanno attualmente popolazioni molto ridotte. Tra queste si trovano: il cobite mascherato, la lampreda padana, la lasca, la savetta, lo scazzone, lo storione cobice e la trota marmorata, oltre al pigo. Secondo la lista rossa della IUCN, queste specie sono infatti in una condizione di vulnerabilità compresa tra CR (in pericolo critico), EN (in pericolo), VU (vulnerabile), NT (quasi minacciata) e, con la sola eccezione dello scazzone, che gode dello stato di minor preoccupazione (LC). Infine, le specie esotiche più abbondanti e diffuse nell'area di interesse sono: il gardon, il rodeo amaro e il siluro.

Tabella 1.5: composizione della comunità ittica nel Fiume Ticino, in rosso le specie esotiche

Famiglia	Specie ittica
Ciprinidi	Alborella
Anguillidi	Anguilla
Ciprinidi	Barbo comune
Gadidi	Bottatrice
Blennidi	Cagnetta
Ciprinidi	Carassio
Ciprinidi	Carpa
Ciprinidi	Cavedano
Cobitidi	Cobite comune
Cobitidi	Cobite di stagno orientale
Cobitidi	Cobite mascherato
Poecilidi	Gambusia
Ciprinidi	Gardon
Gobidi	Ghiozzo padano
Ciprinidi	Gobione
Esocidi	Luccio
Percidi	Lucioperca
Gobidi	Panzarolo
Percidi	Persico reale
Centrarchidi	Persico sole
Ciprinidi	Pigo
Ciprinidi	Pseudorasbora
Ciprinidi	Rodeo amaro
Ciprinidi	Sanguinerola
Ciprinidi	Savetta
Ciprinidi	Scardola
Cottidi	Scazzone
Siluridi	Siluro
Ciprinidi	Tinca
Ciprinidi	Triotto
Ciprinidi	Vairone

Figura 1.18: esemplare di barbo italico (*Barbus plebejus*)



Figura 1.19: esemplare di cobite (*Cobitis bilineata*)



Figura 1.20: esemplare di vairone (*Telestes muticellus*)



Figura 1.21: esemplare di carpa (*Cyprinus carpio*)



Figura 1.22: esemplare di ghiozzo padano (*Padogobius bonelli*)



Figura 1.23: esemplare di sanguinerola maschio in periodo di frega (*Phoxinus lumaireul*)





2 Compatibilizzazione delle strutture di derivazione

Nel presente capitolo viene riportata una valutazione aggiornata sull'effettiva percorribilità ittica del Ticino, seguita da una caratterizzazione sintetica degli elementi di discontinuità presenti e da una serie di proposte per eliminare le discontinuità rilevate e ripristinarne a pieno la percorribilità da parte della fauna ittica.

Nel Ticino oggi non esistono discontinuità permanenti, in quanto in corrispondenza delle uniche due opere trasversali fisse e invalicabili, dighe di Panperduto e di Porto della Torre, sono stati realizzati dei passaggi per la risalita della fauna ittica.

Le filarole, anche se tecnicamente sono strutture non permanenti (vengono distrutte dal fiume durante le piene e ricostruite non appena le condizioni idrauliche lo permettono), sono di fatto per lungo tempo presenti nel fiume, andando a rappresentare un potenziale elemento di discontinuità.

Scopo del presente lavoro è stato proprio quello di caratterizzare questi elementi di discontinuità, capire in che misura e fino a che punto possono costituire un elemento invalicabile da parte della fauna ittica e proporre delle soluzioni operative per il ripristino della continuità ecologica del fiume.

2.1 La percorribilità ittica del Fiume Ticino

Il Fiume Ticino collega il bacino imbrifero del Lago Maggiore con il Fiume Po e il Mare Adriatico. Si tratta sicuramente di un corridoio ecologico strategico che collega il Mar Mediterraneo e gli oceani con uno dei principali laghi subalpini d'Italia, il cui bacino imbrifero racchiude a sua volta un vasto sistema di laghi (come il Maggiore, il Lago di Lugano, il Lago di Varese, il Lago d'Orta, il Lago di Mergozzo), grandi fiumi (come Toce, Ticino, Tresa, Maggia) e corsi d'acqua minori. Il Fiume Ticino ha una lunghezza complessiva di circa 250 km (Ticino prelacuale, Lago Maggiore, Ticino sublacuale) e un bacino imbrifero, calcolato rispetto alla sezione di confluenza nel Po, di 8.172 km², compreso tra una quota massima di oltre 4.600 m s.l.m. (Monte Rosa) ed una quota minima di 51 m s.l.m. (confluenza Fiume Po).

Procedendo dal Mare Adriatico verso il Lago Maggiore, il primo sbarramento che s'incontra è quello di Isola Serafini, dove il Po si divide in due rami (uno naturale e uno artificiale), entrambi invalicabili dalla fauna ittica. È in fase di completamento la costruzione di un passaggio artificiale che servirà entrambi i rami del fiume, che sarà operativo a partire dai primi mesi del 2017.

Risalendo verso monte la discontinuità successiva, escludendo le soglie di fondo valicabili in corrispondenza di ponti o altre infrastrutture che attraversano il fiume, è rappresentata dalla filarola a servizio del Naviglio Langosco, sbarramento mobile i cui effetti in termini di percorribilità ittica saranno trattati in seguito.

Circa 21 km più a monte si trova la seconda filarola del Ticino, quella che serve le rogge novaresi (Molinara di Oleggio e Clerici - Simonetta), anch'essa analizzata con maggior dettaglio nel corso del presente lavoro.

Circa 2 km a monte si trovano le due traverse permanenti del Fiume Ticino, ossia le traverse di Panperduto e di Porto della Torre. In corrispondenza di entrambi gli sbarramenti, tra il 2011 e il 2012 sono stati realizzati due passaggi per pesci a bacini successivi, il cui buon funzionamento è monitorato e verificato da quando sono entrati in funzione a oggi.

Figura 2.1: sbarramento della centrale di Panperduto



Figura 2.2: Diga di Porto della Torre

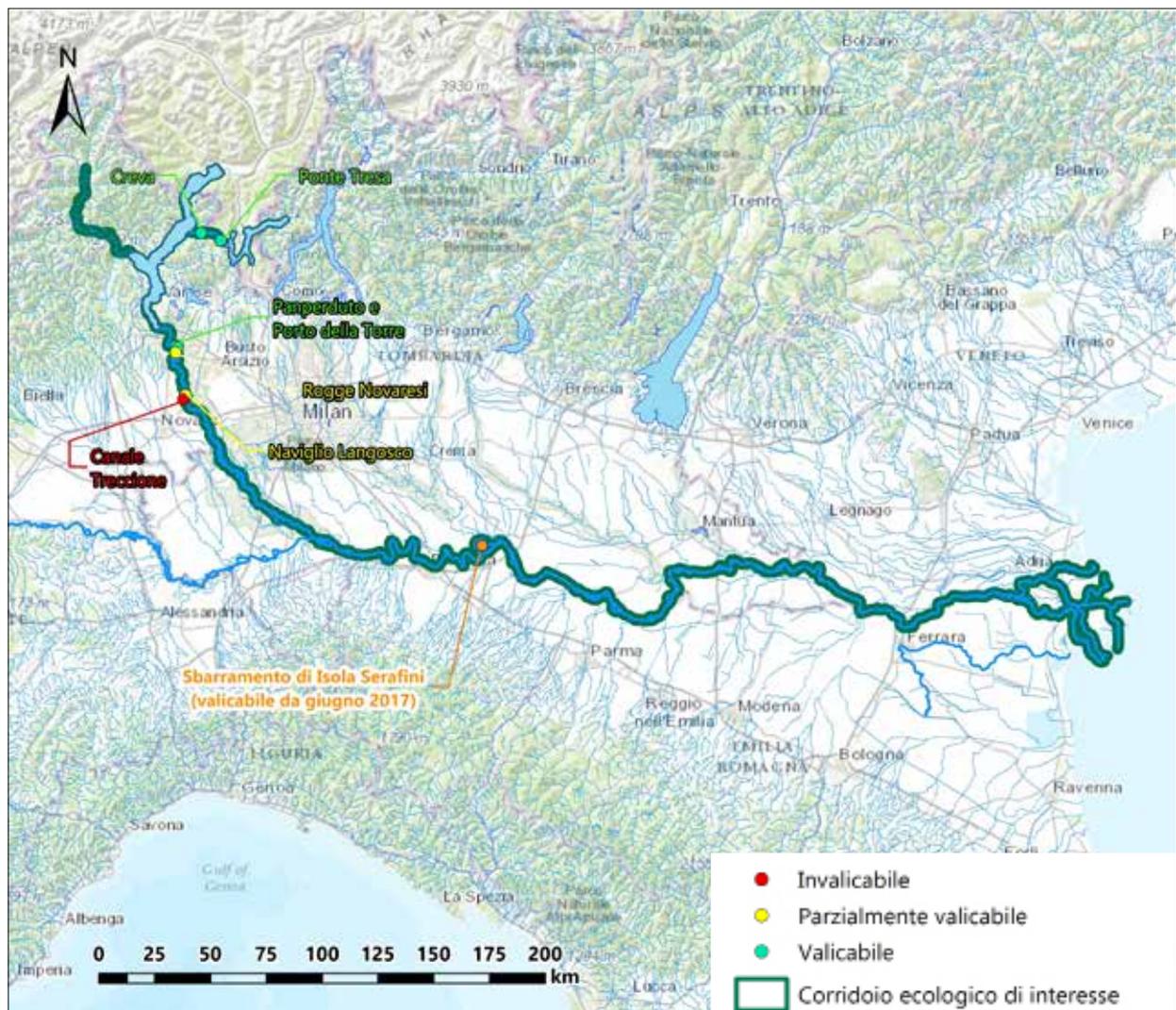


L'ultimo sbarramento che s'incontra prima di raggiungere il Lago Maggiore è lo sbarramento della Miorina, ossia l'opera realizzata negli anni '40 del secolo scorso per la regolazione dei livelli del Lago Maggiore. Si tratta di una struttura particolare, costituita da 120 "portine" incernierate sul fondo, la cui posizione determina la portata erogata dal lago.

Normalmente le portine sono posizionate a "pettine" ossia sono alternate le portine in posizione verticale con quelle in posizione più o meno aperta. Le particolari caratteristiche dello sbarramento ed i criteri con cui esso viene gestito sono tali per cui nella larghissima parte dei casi esso risulta attraversabile dalla fauna ittica in entrambe le direzioni.

In termini di percorribilità ittica, lungo i 110 km del Ticino sublacuale sono quindi presenti 3 sbarramenti fissi e 2 sbarramenti mobili (filarole).

Figura 2.3: valicabilità degli sbarramenti e percorribilità ittica nel bacino del Fiume Ticino



In sintesi, una volta ultimato il passaggio per pesci in corrispondenza della centrale di Isola Serafini sul Fiume Po, gli unici elementi di frammentazione presenti sul sistema idrografico Lago Maggiore - Fiume Ticino - Fiume Po - Mare Adriatico saranno proprio le opere di derivazione

mobili presenti nel tratto di monte del Ticino sublacuale.

Se da un lato è pur vero che si tratta di opere mobili che durante le piene e le morbide del Ticino vengono totalmente o parzialmente distrutte dalla corrente ripristinando a pieno la percorribilità ittica del fiume, è altrettanto vero che, in assenza di eventi di piena o di morbida (portata nel Ticino maggiore di 80 - 100 m³/s), esse potrebbero comunque costituire un fattore limitante alle migrazioni ittiche.

Oltre alle due filarole a servizio delle rogge novaresi e del Naviglio Langosco, nel presente documento viene presentata anche una proposta progettuale relativa alla deframmentazione della discontinuità in corrispondenza dell'origine del Canale Treccione. Questo canale, noto anche come "Ramo Treccione", ha origine dal Naviglio Langosco, circa 1,5 km a valle dalla filarola e corre parallelo al Ticino fino a confluire nello stesso all'altezza del ponte di Turbigo dopo aver percorso un tratto di circa 2,3 km. Il Treccione, che un tempo era un ramo attivo del Ticino, lungo il suo breve corso viene alimentato dallo stesso Naviglio Langosco attraverso un rilascio controllato in corrispondenza dello sbarramento e due scaricatori che si trovano a valle della centrale idroelettrica.

Il Treccione, che da un punto di vista ecologico rappresenta uno degli ambienti laterali del Ticino di maggior pregio, viene mantenuto attivo attraverso il rilascio di una parte consistente del Deflusso Minimo Vitale di pertinenza della filarola del Naviglio Langosco.

In relazione a quanto esposto nei paragrafi precedenti e ai rilievi di campo effettuati, e descritti nei successivi paragrafi, vengono di seguito presentate le soluzioni progettuali individuate per i seguenti sbarramenti:

Discontinuità	Comune	Distanza dallo sbarramento della Miorina [km]	Distanza dalla confluenza nel Fiume Po [km]
Filarola a servizio delle rogge Novaresi: Roggia Molinara di Oleggio e Roggia Clerici Simonetta	Somma Lombardo (VA), Varallo Pombia (NO), Pombia (NO)	9,0	64,7
Filarola a servizio del Naviglio Langosco	Castano Primo (MI), Cameri (NO)	30,3	73,4
Traversa in testa al Canale Treccione	Cameri (NO)	32,6	71,6

2.2 Caratterizzazione degli sbarramenti

Filarola a servizio delle rogge Novaresi

La filarola serve la Roggia Clerici Simonetta e la Roggia Molinara di Oleggio. La prima ha una competenza di 1,26 m³/s sia nella stagione estiva sia in quella invernale, la seconda ha invece una competenza estiva di 6 m³/s ed una competenza invernale di 4 m³/s. Complessivamente la filarola deve quindi essere in grado di derivare una portata massima di 7,26 m³/s nella stagione estiva (1 aprile - 30 settembre) e una portata massima di 5,26 m³/s nella stagione invernale (1 ottobre - 31 marzo), anche se sono in corso iniziative tecnico-amministrative finalizzate a ridurre

la portata derivata della Roggia Molinara in questa sezione fluviale grazie ad una "integrazione" del Canale Regina Elena.

La filarola deve inoltre essere realizzata e mantenuta in modo da permettere il transito del deflusso minimo vitale rilasciato dalla traversa di Panperduto che si trova meno di 2 km a monte. Il Consorzio del Ticino, ente che si occupa di regolare la portata erogata dal Lago Maggiore e gli utenti che derivano acqua dalla traversa di Panperduto (Consorzio Est Ticino Villoresi ed Enel Green Power), operano in modo da garantire che la portata che defluisce oltre la traversa di Panperduto sia pari almeno alla somma tra DMV e portate di concessione delle rogge.

Figura 2.4: la filarola vista da valle, in sponda destra del Ticino (agosto 2016)



Un'ulteriore informazione che è utile riportare in questa fase riguarda le condizioni idrauliche che mettono in crisi la funzionalità e la stabilità delle filarola. In condizioni di normale esercizio, la portata del Ticino a monte della filarola è dell'ordine di 20-25 m³/s nel periodo estivo, e di 30-35 m³/s nel periodo invernale. Portate di quest'ordine di grandezza sono normalmente sopportate dalla filarola. Quando la portata scaricata dalla traversa del Panperduto raggiunge invece valori prossimi a 80 m³/s, storicamente si è visto che cominciano a verificarsi i primi danni alla filarola, danni che diventano sempre più consistenti al crescere della portata erogata.

Senza entrare nel dettaglio dell'analisi statistica dei rilasci dal Lago Maggiore e dalla Diga di Panperduto, si tenga presente che il valore indicativo di 80 m³/s viene normalmente superato almeno due volte all'anno: una prima volta durante le morbide che si verificano nel periodo tardo primaverile durante il disgelo, ed una seconda volta nel periodo ottobre - novembre, quando il lago raggiunge il massimo livello di regolazione e le acque che continuano ad affluire al lago devono essere scaricate nel Ticino.

Ne deriva che la filarola necessita di essere sottoposta ad interventi di manutenzione almeno due volte all'anno e che l'entità di tali interventi è proporzionale all'entità delle morbide e delle piene che si sono verificate nelle settimane precedenti. Per come è fatta la filarola e per l'entità tutto sommato modesta delle portate che devono essere derivate, è evidente che non è possibile realizzare una luce più o meno regolare attraverso cui rilasciare il DMV a valle della stessa.

Filarola a servizio del Naviglio Langosco e traversa in testa al Canale Treccione

Questa filarola serve esclusivamente il Naviglio Langosco, canale le cui acque hanno come destinazione finale le utenze irrigue del basso novarese e dell'alta Lomellina, ma che servono anche una centrale idroelettrica collocata circa 2,5 km a valle della traversa. La portata derivata dal Naviglio Langosco, il cui ente concessionario è il Consorzio di Irrigazione e Bonifica Est Sesia, è pari a 22,70 m³/s nella stagione estiva e a 18,0 m³/s nella stagione invernale.

Anche in questo caso la filarola deve essere realizzata e mantenuta in modo tale da garantire in qualsiasi condizione il rilascio del DMV. Come anticipato nel capitolo precedente, per non penalizzare e valorizzare il Ramo Treccione, il rilascio del DMV di competenza del Naviglio Langosco è rilasciato nel Fiume Ticino:

- in parte all'interno dell'alveo del ramo principale del fiume;
- in parte nel vecchio ramo fluviale denominato Treccione.

40

Il rilascio presso la filarola avviene in parte per filtrazione attraverso la stessa e in parte tramite un'apertura nella struttura posta in sponda sinistra. Poiché la filarola è costituita da materiale non consolidato, essa è in grado di consentire il rilascio di un DMV non superiore a circa 8 m³/s: un valore superiore renderebbe la struttura instabile comportandone la rottura.

È il caso di precisare che la determinazione della portata che transita nel Fiume Ticino (portata filtrante e transitante), può avvenire solo per mezzo di misure a valle, infatti la configurazione di una struttura quale la filarola non consente la misurazione in continuo della portata.

Per poter incrementare la portata rilasciata dalla filarola e per poter quantificare il rilascio stesso (cosa impossibile con l'attuale sistema di rilascio del DMV), il Consorzio di Irrigazione e Bonifica Est Sesia sta valutando di modificare la traversa inserendo una gaveta a soglia fissa, di geometria regolare, attraverso la quale transiterebbe sempre una portata di 8 m³/s.

Come per la filarola a servizio delle rogge Novaresi, anche la filarola a servizio del Naviglio Langosco deve essere frequentemente mantenuta e consolidata. Anche in questo caso il rilascio dalla Diga di Panperduto di portate prossime a 80 m³/s, può essere assunto come valore limite oltre il quale la filarola viene danneggiata.

Anche questa struttura è quindi mediamente sottoposta ad almeno due interventi di manutenzione l'anno, la cui entità dipende dalle morbide e dalle piene del Ticino.

La gaveta attraverso cui è rilasciato il DMV, a differenza del corpo principale della filarola che è realizzato in ciottoli e materiale sciolto di piccola pezzatura, è costruita con massi ciclopici di

dimensioni medio grandi e viene interessata solo da eventi di piena. Ne deriva che essa è coinvolta in misura ridotta dagli interventi di manutenzione e ripristino che avvengono normalmente durante l'anno.

Figura 2.5: la filarola vista da valle, in sponda destra del Ticino (agosto 2016)



Figura 2.6: rilascio del DMV a valle della filarola, visto dalla sommità della filarola



Lo sbarramento in testa al Canale Treccione, a differenza delle due filarole precedentemente trattate, è classificabile come struttura fissa. Altra rilevante differenza rispetto alle filarole è data dal regime idraulico di monte: le filarole sono soggette alle fluttuazioni di portata che defluisce lungo il Ticino, mentre a monte dello sbarramento del Treccione transita una portata che, in quanto derivata, è meno soggetta ad escursioni.

In realtà, in corrispondenza dello sbarramento del Treccione si avvertono comunque le fluttuazioni di portata del Ticino, mentre non si avvertono gli effetti di morbide e piene in quanto in questi casi la filarola viene abbattuta dall'acqua e la maggior parte della portata in arrivo defluisce lungo l'asta principale.

Riguardo al DMV, quello che viene rilasciato dallo sbarramento del Treccione, costituisce a tutti gli effetti parte del DMV di pertinenza della derivazione del Naviglio Langosco.

Figura 2.7: lo sbarramento in testa al Canale Treccione, visto da valle, in sponda destra (agosto 2016)



2.3 Rilievi topografici degli sbarramenti

Tra le attività propedeutiche alla formulazione delle proposte d'intervento presentate in questo documento ci sono stati dei rilievi topografici delle aree di interesse, con particolare riferimento alle porzioni di alveo e/o di filarola dedicate al rilascio del DMV.

2.3.1 Rilievo delle filarole

I rilievi presso le filarole sono stati eseguiti in condizioni di magra estiva, utilizzando dei ricevitori GPS topografici. I rilievi sono stati eseguiti con la metodologia denominata Differential Global Navigation Satellite System (DGNSS) in cui vengono utilizzati due ricevitori simultaneamente; uno, chiamato base, acquisisce i dati inviati dai satelliti rimanendo in una posizione nota, mentre il secondo, denominato rover, si muove attorno al primo.

Questa metodologia di lavoro permette di effettuare una valutazione dell'errore commesso confrontando i valori delle misure con quelli desunti dalle effemeridi dei satelliti; tali correzioni vengono dunque trasmesse e applicate alle misure eseguite dal rover.

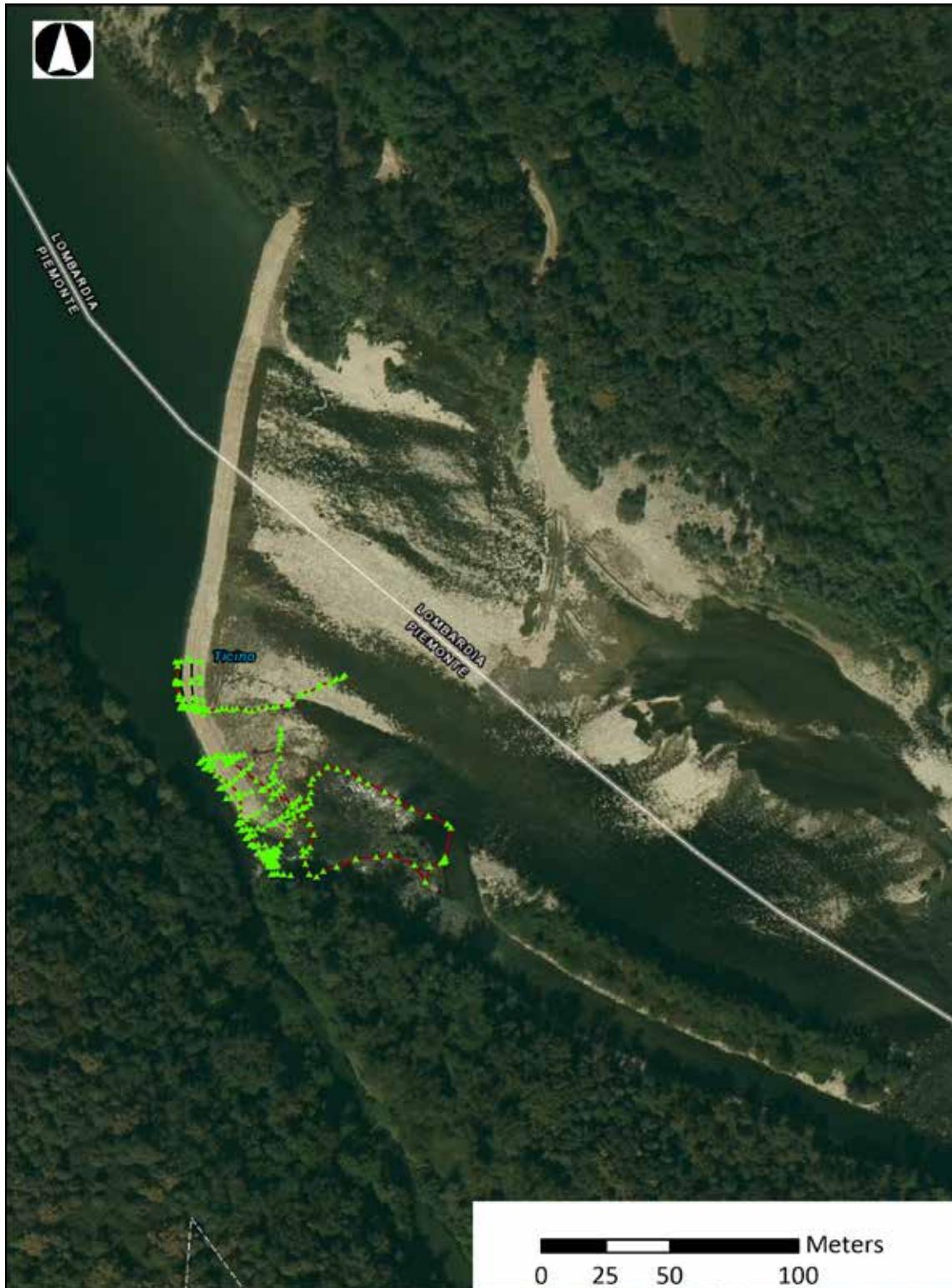
I rilievi hanno permesso di circoscrivere le aree interessate dal deflusso del DMV, di definire la pendenza media dei tratti potenzialmente critici per la risalita della fauna ittica e la pendenza massima nei punti in cui il salto è maggiore.

Figura 2.8: rilievo topografico alla filarola a servizio delle rogge Novaresi



Nelle immagini che seguono sono rappresentati su foto satellitare i punti rilevati in ciascuno dei due rilievi.

Figura 2.9: filarola a servizio delle rogge Novaresi - punti rilevati



In corrispondenza della filarola a servizio delle rogge Novaresi sono stati rilevati circa 7.000 m² e il dislivello complessivo tra i peli liberi di monte e di valle è pari a circa 1,6 metri su tutti i tre rami rilevati.

Figura 2.10: filarola a servizio del Naviglio Langosco - punti rilevati



In corrispondenza della filarola a servizio del Naviglio Langosco sono stati rilevati complessivamente circa 5.000 m² e il dislivello complessivo tra i peli liberi è pari a circa 2 metri, di cui 1 concentrato nei primi 20-30 metri a valle della traversa e 1 distribuito nei 100 metri successivi.

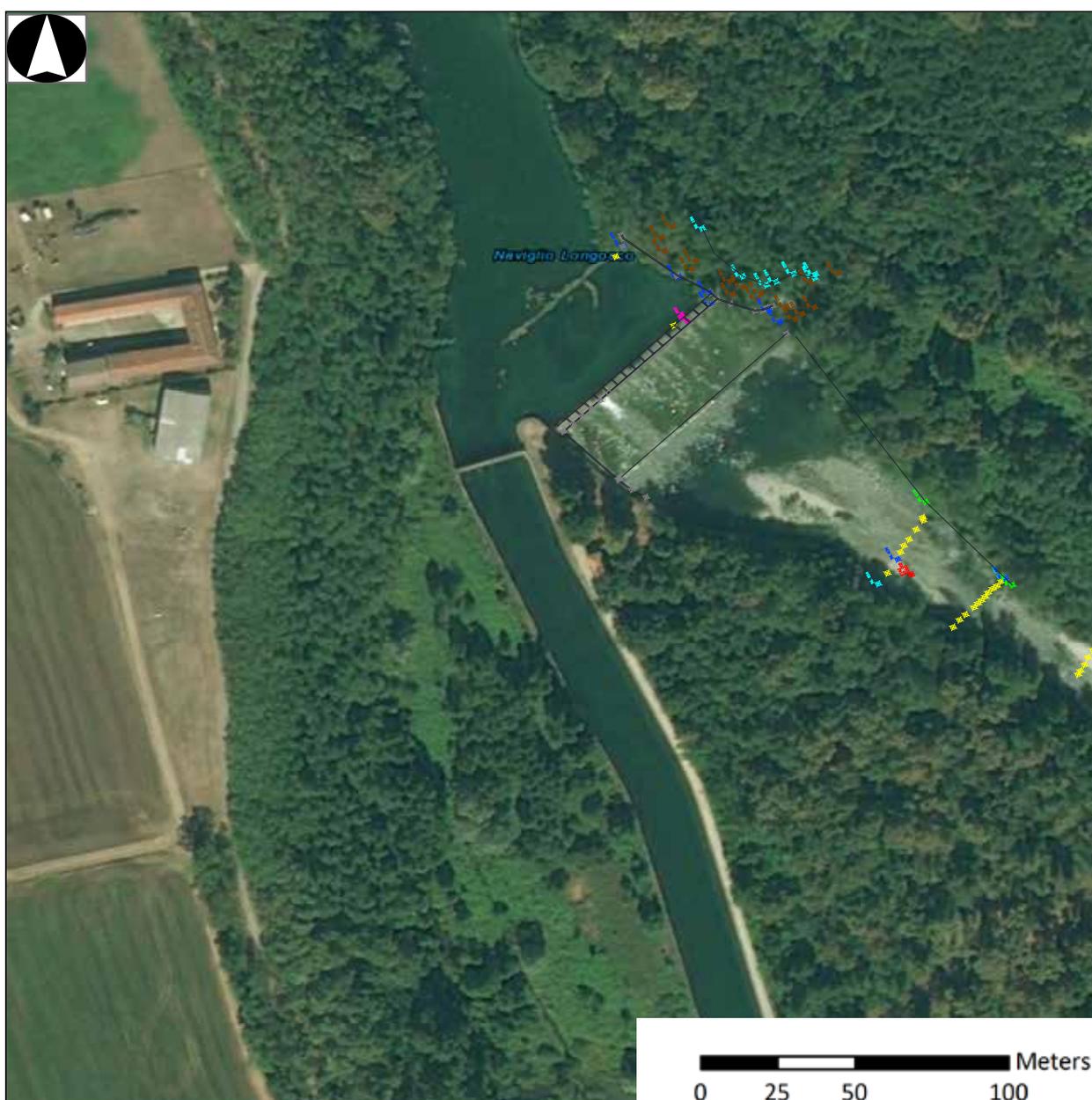
2.3.2 Rilievi della traversa in testa al Canale Treccione

Il rilievo della traversa in testa al Canale Treccione, così come lo sviluppo della proposta progettuale, è stato effettuato in collaborazione con il personale del Consorzio di Irrigazione e Bonifica Est Sesia, ente responsabile dell'opera idraulica. Sono stati rilevati:

- le quote del pelo libero a monte e a valle dello sbarramento;
- il muro di contenimento in sponda sinistra, a monte e a valle dello sbarramento;
- l'area boscata in sponda sinistra del Canale Treccione;
- 4 sezioni trasversali del Canale Treccione, nei primi 250 metri a valle dello sbarramento.

Nella seguente figura sono rappresentati i punti acquisiti durante il rilievo.

Figura 2.11: punti rilevati in corrispondenza della traversa in testa al Canale Treccione



2.4 Rilievo dei parametri idraulici della filarola a servizio delle rogge Novaresi

Come meglio illustrato nel successivo capitolo, i rilievi visivi e topografici effettuati in corrispondenza della filarola a servizio delle rogge Novaresi hanno evidenziato una condizione intermedia: la filarola costituisce certamente un elemento interferente la mobilità della fauna ittica lungo il corso d'acqua, ma non può essere sicuramente considerata una discontinuità invalicabile.

Una prima valutazione di quanto è stato osservato presso la filarola a servizio delle rogge Novaresi ha infatti portato a ritenere che la valicabilità della filarola dipende da diversi fattori quali:

- il regime idraulico del fiume (portata proveniente da monte e portata che defluisce oltre la filarola);
- la configurazione della filarola, che viene modificata dopo ogni evento di piena e di morbida e dopo gli interventi di manutenzione e ripristino;
- il periodo dell'anno, in quanto in periodi diversi si muovono specie diverse con caratteristiche natatorie più o meno spiccate;
- la capacità natatoria della singola taglia vitale.

Per effettuare delle valutazioni di maggior dettaglio riguardo all'effettiva valicabilità di questa struttura è stato condotto un rilievo presso la filarola a servizio delle rogge Novaresi durante il quale sono stati rilevati i parametri idraulici potenzialmente limitanti la risalita della fauna ittica (tirante idrico e velocità della corrente) lungo i possibili percorsi che possono essere scelti dai pesci in risalita. Si tratta evidentemente di una metodologia empirica, basata però su criteri oggettivi: il pesce in risalita tende a prediligere il percorso caratterizzato da condizioni favorevoli, evitando quindi di dirigersi dove l'acqua è troppo bassa o la corrente troppo veloce; il tutto seguendo evidentemente un percorso caratterizzato da una sua continuità idraulica ed ecologica, ossia privo di salti e di tratti asciutti.

Il rilievo è stato effettuato misurando tirante e profondità solo in corrispondenza dei punti potenzialmente più critici o laddove si riscontrava una variazione dei parametri idraulici.

Non si è ritenuto necessario effettuare questo tipo di rilievo presso la filarola del Langosco, in quanto non si presenta la problematica derivante dai tiranti ridotti.

Il giorno in cui è stato effettuato il rilievo, la portata transitante nel Ticino in corrispondenza della filarola a servizio delle rogge Novaresi era di 33,5 m³/s, di cui 2,5 m³/s derivate verso le rogge Molinara di Oleggio (0,5 m³/s) e Clerici-Simonetta (2,0 m³/s) e 31 m³/s di Deflusso Minimo Vitale che proseguiva lungo il corso del Ticino oltre la filarola. Il DMV di 31 m³/s attraversava la sezione della filarola in quattro varchi distinti, che procedendo dalla sponda sinistra verso la sponda destra possono essere così caratterizzati:

- varco 1 nella filarola, in posizione centrale, si era creata un'apertura larga circa 30 metri, attraverso la quale defluiva una portata di circa 15 -18 m³/s;
- varco 2, posizionato sulla parte terminale della filarola, tra la sua estremità ed un'isola abbastanza consolidata posta all'imbocco della roggia Molinara di Oleggio; nel punto più stretto il varco era largo circa 20 metri e la portata che vi transitava era di circa 2 - 3 m³/s;
- varco 3, posizionato tra l'isola di cui al punto precedente e la lingua di terra che separa l'alveo del Ticino dalla Roggia Molinara di Oleggio, posizionato circa 100 metri a valle del varco precedente; il varco era largo circa 20 metri e la portata che vi transitava era dell'ordine di 2 - 3 m³/s;
- varco 4, posizionato lungo la lingua di terra che separa l'alveo del Ticino dalla Roggia Molinara di Oleggio, circa 220 metri a valle del varco precedente; il varco era largo circa 40 metri e la portata che vi transitava era dell'ordine di 8 - 10 m³/s.

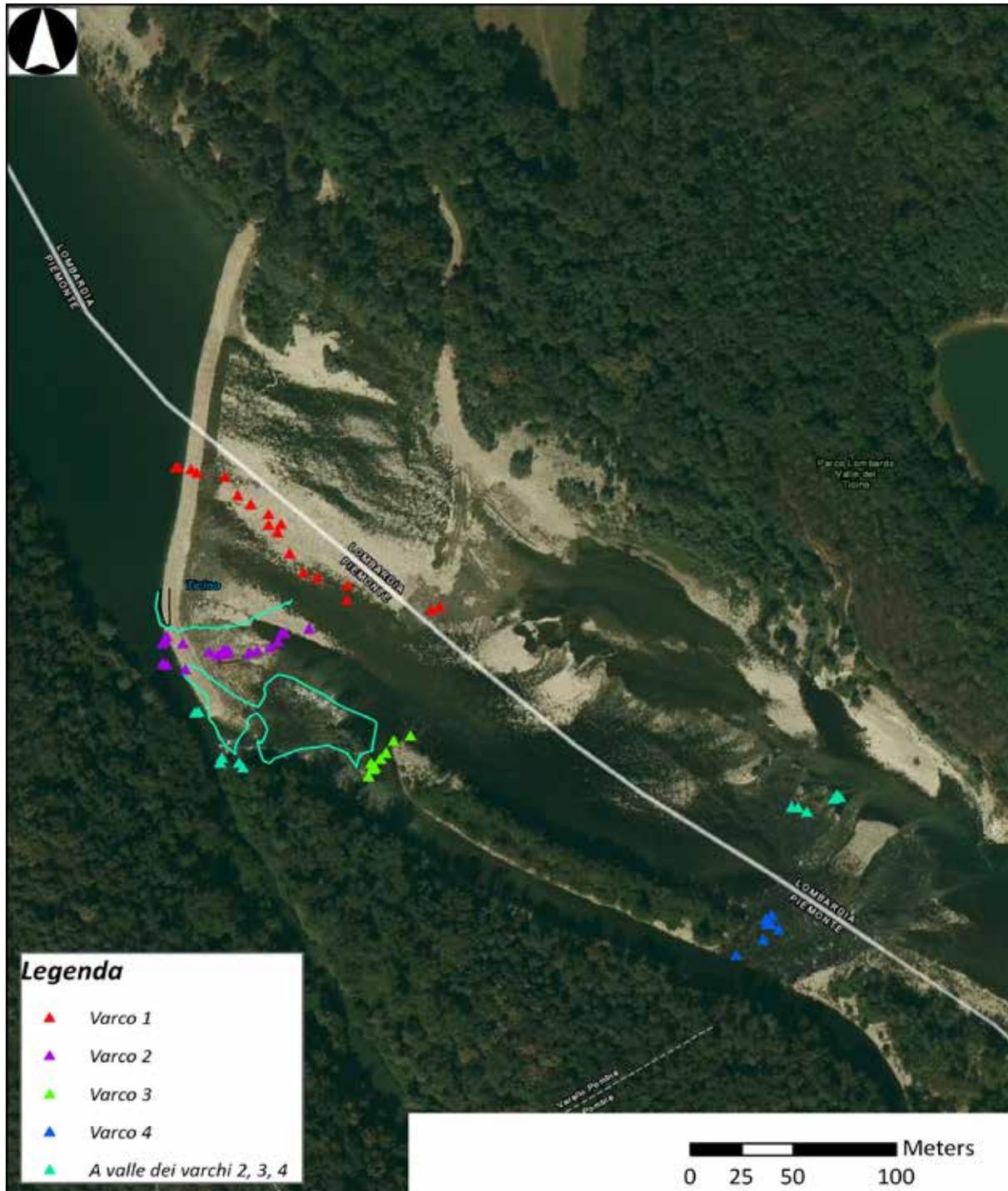
Figura 2.12: filarola a servizio delle rogge Novaresi - vista da valle



Figura 2.13: filarola a servizio delle rogge Novaresi - vista da monte durante il rilievo



Figura 2.14: filarola a servizio delle rogge Novaresi - rilievo dei parametri idraulici



2.5 Elaborazione dei dati acquisiti e analisi delle criticità

Come in parte emerso nei primi capitoli del presente rapporto, le tre discontinuità prese in esame presentano situazioni sostanzialmente diverse, sia in termini di tipologia di struttura, sia in termini di funzionalità, che di valicabilità da parte della fauna ittica.

In particolare, come meglio approfondito nelle pagine che seguono, la filarola a servizio delle

rogge Novaresi cambia spesso configurazione, in funzione del DMV, della portata che occorre derivare e dell'effetto di eventuali morbide o piene del Ticino; essa presenta quantomeno un grado di valicabilità variabile.

La traversa in testa al Canale Treccione, al contrario, non risente invece degli effetti delle piene del Ticino, né in termini idraulici, né in termini strutturali, e, indipendentemente dalle condizioni al contorno, risulta permanentemente invalicabile.

La filarola a servizio del Naviglio Langosco presenta invece una situazione intermedia: la porzione di filarola dedicata al rilascio del DMV è piuttosto stabile, ma comunque modificabile dalle piene e dalle morbide del Ticino. Anche in questo caso la valicabilità della traversa dipende dal regime idraulico del fiume e dalle capacità natatorie delle varie specie ittiche.

In questo capitolo, per ciascuna delle tre traverse considerate, sono presentati i risultati delle elaborazioni svolte e un'analisi delle criticità riscontrate, analisi che conduce a una valutazione sull'opportunità di intervenire per facilitare il ripristino della percorribilità ittica.

2.5.1 Filarola a servizio delle rogge Novaresi

I valori di pendenza (e in parte di velocità) rilevati possono essere con buona approssimazione ritenuti rappresentativi delle varie configurazioni possibili, lo stesso non può dirsi per il tirante idrico, il cui valore è fortemente condizionato dalla portata, dalla sezione di deflusso e dal numero di varchi attivi.

Il rilievo topografico è stato svolto con lo scopo di verificare le pendenze medie, la larghezza delle sezioni di deflusso e la lunghezza del tratto di fiume dove possono esserci problemi in termini di percorribilità.

Durante il rilievo erano aperti solamente tre varchi; riprendendo la codifica utilizzata in Figura 2.14, erano aperti i varchi 2, 3 e 4 mentre non esisteva il varco 1. Poiché non era possibile guardare il varco 3, sono stati rilevati i profili della corrente lungo la sponda destra e sinistra del varco 2 e lungo la sola sponda sinistra del varco 3. I tre profili tracciati hanno evidenziato una pendenza media nei tratti a valle della filarola più che compatibili con la risalita di tutte le specie ittiche presenti nel Ticino: 2,5% sulla sponda sinistra del varco 2, 1,5% sulla sponda destra e 1,7% sulla sponda sinistra del varco 3.

Analizzando invece le pendenze massime, rilevate in corrispondenza dei tratti caratterizzati da salti concentrati, sono stati ricavati i seguenti valori:

- varco 2, sponda sinistra: 21%, in corrispondenza della filarola;
- varco 2, sponda destra: 16% in corrispondenza dell'estremità dell'isola lungo la Roggia Molinara di Oleggio;
- varco 3, sponda sinistra: 14% in corrispondenza dell'estremità dell'isola lungo la Roggia Molinara di Oleggio e pendenza dell'ordine del 12 - 14% poco a monte del ricongiungimento

con il varco 2.

Si tratta di valori elevati, che in assoluto sono incompatibili con la risalita di molte delle specie ittiche presenti. Solitamente i valori limite di pendenza sono associati a delle pendenze medie e presuppongono che il tratto che deve essere risalito dalle specie ittiche presenti un'alternanza tra valori massimi e minimi che oscillano attorno alla pendenza media.

Preso atto di queste considerazioni di carattere teorico, che non possono però fornire indicazioni certe su quanto la discontinuità in esame possa essere realmente valicabile, si è optato per effettuare la campagna di rilievo dei parametri idraulici descritta nel paragrafo 2.4.

Nel corso del rilievo sono stati misurati il tirante idrico e la velocità media della corrente lungo quattro possibili percorsi, uno per ciascun varco, seguito dai pesci in risalita. Nella tabella 2.1 sono riportati i valori medi e i valori più critici rilevati.

Dai valori di tirante rilevati nei quattro rami si osserva come la profondità media dell'acqua sia sempre superiore a 40 cm, mentre i valori più critici sono di 20 cm. In particolare, i valori di 20 cm per i varchi 2, 3 e 4 sono stati rilevati in un unico punto, a valle della confluenza dei tre rami. Le profondità rilevate non costituiscono sicuramente un fattore limitante per i pesci di taglia piccola e media.

Per contro, i "passaggi obbligati" con profondità dell'ordine dei 20 cm possono risultare invalicabili da parte di pesci di grossa taglia quali storioni e trote marmorate.

I valori di velocità media rilevati sono ovunque dell'ordine di 1 - 1,5 m/s, mentre i valori massimi non superano i 2 m/s. Ne deriva che la velocità della corrente non costituisce un fattore limitante per nessuna delle specie ittiche presenti.

Tabella 2.1: andamento di tirante e velocità media della corrente lungo i 4 varchi individuati (i dati sono riportati in ordine monte - valle)

	Tirante (m)		Velocità (m/s)	
	Valore medio	Valore minimo	Valore medio	Valore massimo
VARCO 1	48	25	1,2	1,8
VARCO 2	40	20	1,1	1,5
VARCO 3	42	20	1,1	2,0
VARCO 4	43	20	1,2	2,0

2.5.2 Filarola a servizio del Naviglio Langosco

Come per le rogge Novaresi, lo scopo del rilievo topografico effettuato in periodo irriguo è stato quello di verificare la pendenza media e massima della sezione di deflusso e le dimensioni della sezione idraulica.

Il rilievo ha interessato un tratto di fiume di circa 200 m, largo 30 m, posizionato in corrispondenza e a valle della filarola a servizio del Naviglio Langosco. Il giorno del rilievo la portata che transitava attraverso il varco della filarola era di circa 6 m³/s, portata che dovrebbe rappresentare la portata minima che defluisce sempre e comunque attraverso la filarola a servizio del Canale Treccione. Dal rilievo sono state ricavate le pendenze medie e massime del tratto indagato. In particolare sono stati ottenuti i seguenti valori:

- pendenza media dell'intero tratto (circa 200 m): 2%;
- pendenza media dei primi 20 metri di monte, ossia il tratto decisamente più ripido e turbolento: 5,6%;
- pendenza media dei primi 10 metri di monte, in corrispondenza della filarola: 8,1%.

La larghezza della sezione bagnata variava tra i 15 metri e i 40 metri; in corrispondenza della filarola, la sezione bagnata era larga 20 metri.

52

A differenza di quanto si è osservato per la filarola a servizio delle rogge Novaresi, in questo caso il tirante idrico non rappresenta in alcun modo un fattore limitante la risalita della fauna ittica: le profondità misurate erano infatti sempre superiori a 50 cm.

Il principale elemento di criticità è in questo caso da individuare nella portata specifica, ossia il rapporto tra portata defluente e larghezza della sezione di deflusso. La portata specifica, in una rapida artificiale, dovrebbe essere idealmente dell'ordine di 150 l/s/m.

Nel caso in esame, con una portata totale effettiva di 6 m³/s, la portata specifica variava tra valori minimi di 150 l/s/m (dove il flusso interessa una larghezza di 40 metri) e valori massimi di 300 l/s/m all'altezza della filarola.

Si conferma quindi che le maggiori criticità sono concentrate nel tratto in prossimità della filarola, dove la pendenza localizzata è relativamente alta e la portata specifica supera i valori limite di riferimento. La presenza di grossi massi che rompono il flusso e di un fondo irregolare che dà luogo a un significativo abbassamento della velocità della corrente negli strati più bassi consentono il passaggio di una parte rilevante delle specie ittiche presenti.

2.5.3 Traversa in testa al Canale Treccione

Lo sbarramento in testa al Canale Treccione, a differenza delle due filarole, risulta in ogni caso invalicabile per la fauna ittica. Il salto di oltre 2 metri generato dallo sbarramento e la platea

in calcestruzzo che si estende per 30 metri a valle dello stesso impediscono completamente il passaggio dei pesci. Per rendere la struttura in esame valicabile è necessario provvedere alla realizzazione di un passaggio per pesci.

2.6 Soluzioni progettuali applicabili

Scopo di questo capitolo è di illustrare, in forma sintetica, quali tra i sistemi per la risalita della fauna ittica, normalmente proposti dalla letteratura di settore, possono essere applicati con successo alle tre discontinuità descritte nei precedenti capitoli.

Il principio guida nella scelta delle molteplici tipologie di passaggi artificiali per la risalita dei pesci deve soddisfare due condizioni fondamentali: innanzitutto il passaggio deve attrarre i pesci in un punto determinato del corso d'acqua a valle dell'ostacolo, successivamente consentire loro la risalita e, conseguentemente, il superamento dell'ostacolo stesso. Tutte le tipologie costruttive di passaggi per pesci conosciute adempiono allo scopo, ma alcune soluzioni risultano più funzionali di altre in relazione a condizioni ed esigenze spesso associate a fattori esterni sito specifici.

Tra le varie soluzioni possibili proposte in letteratura, si ritiene che nei casi in esame risultino effettivamente applicabili due particolari sistemi di risalita:

1. i passaggi a bacini successivi, particolarmente adatti in situazioni dove vi è disponibilità di aree al di fuori dell'alveo e i livelli di monte e di valle sono soggetti a variazioni limitate;
2. le rampe in pietrame, particolarmente adatti in caso di dislivelli ridotti, dove è difficile separare la portata ottimale per il funzionamento del sistema di risalita dalla restante portata che defluisce nel corso d'acqua.

Gli altri sistemi proposti in letteratura non possono essere applicati ai casi di interesse per il presente lavoro per due ragioni fondamentali: o perché sono troppo selettivi rispetto alle specie ittiche che ne possono beneficiare (passaggi per anguille, scale Denil, ...), o perché si tratta di sistemi che prevedono l'utilizzo di apparati elettromeccanici, adatti a situazioni protette (ad esempio all'interno di un'area recintata servita dalla rete elettrica), dove il dislivello da superare è di diversi metri.

Passaggi a bacini successivi

In questo tipo di soluzione, l'altezza da superare viene suddivisa in una serie di piccoli salti che alimentano altrettanti bacini fra loro comunicanti per mezzo di stramazzi o di orifici; tali aperture, attraverso le quali fluisce l'acqua, regolano il livello in ciascuno dei bacini. L'acqua può scorrere in superficie, dal fondo, oppure attraverso fessure laterali. Il ruolo dei bacini è di dissipare, in modo conveniente, l'energia associata al flusso d'acqua che transita sulla scala, oltre a fornire utili zone di riposo necessarie alla fauna ittica. Il dislivello fra i bacini e le loro dimensioni devono essere definiti in base alle specie migratrici a cui è dedicato il passaggio; la pendenza massima varia fra il 10% (consigliata) e un massimo del 15% (Larinier e Travade, 1992; Larinier et al., 2002).

Questi dispositivi sono generalmente adatti al passaggio di più specie, grazie alla minore selettività rispetto ad altre tipologie. Il loro dimensionamento deve essere eseguito rispettando le caratteristiche e le esigenze delle specie ittiche presenti, in termini di tirante idrico, velocità di corrente, turbolenza, capacità di saltare, propensione a muoversi sul fondo.

I principali parametri per il dimensionamento di un passaggio a bacini successivi sono le dimensioni dei bacini e la forma del setto divisore (tipologia e dimensioni delle aperture in relazione alla variazione del livello d'acqua di monte e valle e alle specie ittiche che utilizzeranno il passaggio); sono queste caratteristiche geometriche che, in funzione delle quote idriche a monte e a valle dell'apertura, determinano il comportamento idraulico del passaggio e la differenza del livello tra due bacini adiacenti.

Rampe in pietrame o rapide artificiali

Le rampe in pietrame, anche note come rapide artificiali o passaggi rustici, sono l'esempio più diffuso di passaggio per pesci simil-naturale, in quanto imitano le rapide o i torrenti esistenti in natura. Gli elementi stessi che compongono queste opere sono naturali (fatta eccezione per eventuali elementi costruttivi, come profilati metallici o funi d'acciaio utilizzabili per la stabilizzazione dei massi sistemati in alveo).

Il principio di funzionamento idraulico delle rampe risiede nel ridurre la pendenza localmente e aumentare la scabrezza del fondo alveo, creando un'alternanza di zone a corrente veloce e zone a corrente lenta, che non solo dissipano la forza erosiva dell'acqua, ma mantengono anche la continuità morfologica ed ecologica e consentono la diversificazione dell'habitat.

54

Figura 2.15: esempio di un passaggio a bacini successivi (Panperduto, Somma Lombardo -VA)

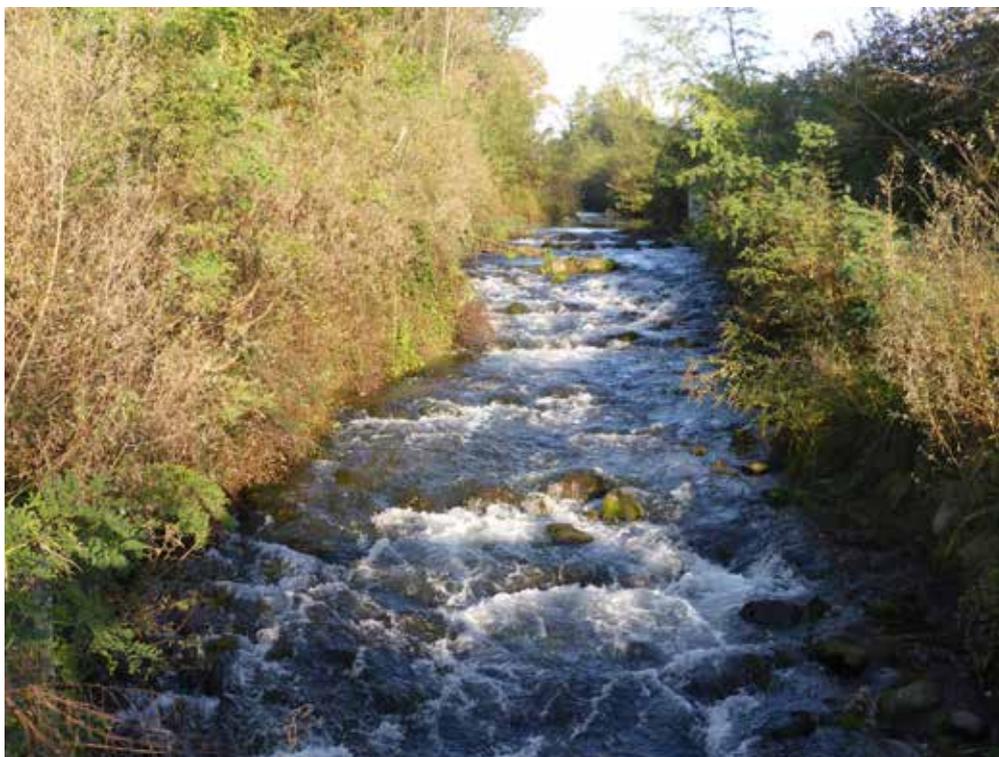


Esistono principalmente due tipi di rampe in pietrame, a seconda della funzione principale che sono chiamate a svolgere:

- rampe di contenimento degli effetti erosivi della corrente;
- rampe per la risalita dei pesci.

Nel primo caso la rampa è realizzata in primo luogo per svolgere la funzione idraulica e idrogeologica di dissipazione dell'energia della corrente e di contenimento erosivo, ed insieme anche di passaggio per pesci; nel secondo caso la rampa in pietrame è realizzata con la sola finalità di rendere percorribili le discontinuità da parte dei pesci.

Figura 2.16: esempio di rampa in pietrame (Fosson Morto, Morimondo -MI)



2.7 Soluzioni progettuali proposte

2.7.1 Filarola a servizio della rogge Novaresi

La situazione riscontrata in corrispondenza di questo sbarramento mobile non richiede che vengano realizzate strutture permanenti per consentire o agevolare la risalita della fauna ittica. Si ritiene infatti che fatta eccezione per condizioni idrologiche estreme, che dovrebbero comunque essere scongiurate dalla presenza del DMV e per pesci con capacità natatorie estremamente limitate o di dimensioni eccessive, la struttura risulta valicabile. È forse più corretto affermare che la filarola può essere limitante solo per certi individui e/o certe specie in condizioni di portata

particolarmente ridotta. Sebbene si ritenga superfluo attuare interventi strutturali specifici, si propongono alcuni accorgimenti che potrebbero essere adottati nella gestione della filarola, al fine di ridurre e eliminare alcuni degli elementi di criticità rilevati.

Come prima cosa sarebbe opportuno limitare il numero e la larghezza dei varchi, in modo da avere delle vie di deflusso preferenziali in cui si concentra il DMV.

In particolare, si potrebbero sfruttare i due varchi presenti nel tratto iniziale della Roggia Molinara di Oleggio (varco 3 e varco 4), più stabili e non direttamente interessati dalle piene del fiume. Il varco 4 ha l'ulteriore vantaggio di raccordarsi all'alveo principale a valle della zona più instabile, dove sono più frequenti i raschi con tirante limitato. Per contro, se dagli altri varchi dovesse passare una portata significativamente maggiore di quella che passa dal varco 4, questo potrebbe essere "non visto" dai pesci in risalita che tendono invece a seguire il flusso principale dirigendosi quindi verso la filarola.

Un intervento relativamente semplice potrebbe consistere proprio nell'inserire le attività funzionali alla risalita della fauna ittica tra le normali attività di gestione e manutenzione della filarola. Così, all'inizio della stagione irrigua, si potrebbero creare dei canali a profondità maggiore nei varchi 3 e 4, andando ad eliminare quei punti in cui la profondità massima è minore di 30-40 cm. È sufficiente limitare la creazione di questi canali, che dovranno avere una larghezza di circa 2 metri ed una profondità minima di 40 cm nei punti dove il tirante è inferiore a 30 cm.

Un'azione di questo tipo, che in termini pratici si traduce in un intervento molto modesto in alveo, dovrebbe essere in grado di mantenersi funzionale per tutta la stagione irrigua; in caso di piena che danneggia la filarola, quando si provvede al ripristino della filarola si dovrà eventualmente provvedere anche alla verifica e alla manutenzione di questi canali per la risalita dei pesci.

Nel periodo tardo invernale di fatto il movimento di pesci lungo il fiume è limitato e quindi continua a non essere necessario alcun tipo di manutenzione, fino al momento in cui la filarola viene ripristinata per fare fronte alla stagione irrigua.

Ad integrazione del lavoro di scavo, si potrebbero inserire dei massi ciclopici nei punti che appaiono più critici, in modo da creare una sorta di rapida artificiale. Trattandosi di una zona priva di opere fisse, dove viene frequentemente mosso il materiale di fondo per gli interventi di manutenzione e ripristino della filarola, la configurazione di questo tratto di fiume è molto variabile e quindi non si ritiene il caso di realizzare una struttura fissa per favorire la percorribilità ittica, in quanto rischierebbe di perdere la propria funzionalità in pochi mesi.

Per rendere meglio quanto appena esposto si riportano di seguito alcune ortofoto dell'area di interesse, scattate tra il 2001 e il 2014, dove sono evidenziate le aree dei varchi 3 e 4 risultate più critiche durante l'ultimo sopralluogo (poligoni rossi), che, nella configurazione attuale del fiume e della filarola, potrebbero essere interessate dalla formazione dei canali. Nell'ultima immagine sono anche rappresentati i punti in cui è stato effettuato il rilievo dei parametri idraulici, già rappresentati in Figura 2.14. Dalle immagini, specie quelle scattate durante la stagione estiva, si nota come la struttura con gli anni appaia sempre più permeabile al passaggio dei pesci.

Figura 2.17: evoluzione della morfologia del Ticino alla filarola a servizio delle rogge Novaresi nel periodo 2001 – 2014 (fonte Google Earth)



2.7.2 Filarola a servizio del Naviglio Langosco

Anche in questo caso si tratta di una traversa mobile, collocata in un tratto di fiume privo di opere di regimazione idraulica longitudinali, dove la realizzazione di una struttura fissa per la risalita della fauna ittica richiederebbe importanti opere accessorie per garantirne la stabilità e la durata. Per questa ragione è stata esclusa a priori la possibilità di realizzare un passaggio per pesci a bacini successivi. A differenza della filarola a servizio delle rogge Novaresi, la filarola del Naviglio Langosco presenta una configurazione piuttosto stabile; essa viene sempre costruita nella stessa posizione così come viene mantenuta sempre invariata la posizione del varco per il deflusso del DMV. Inoltre, mentre il corpo principale della filarola è costruito con materiale di pezzatura modesta (ciottoli, ghiaia e sabbia) reperiti in alveo, la gaveta attraverso cui transita il DMV è realizzata in massi ciclopici di dimensioni medio - grandi.

Configurazione attuale

Il varco per DMV, assieme alla parte di alveo del Ticino a valle dello stesso si configura già come una rapida artificiale: il fondo è irregolare, la pendenza media, ad eccezione dei primi 10 metri di monte è prossima o inferiore al 5%.

A differenza di quanto accade alla filarola a servizio delle rogge Novaresi, dove il fattore limitante la risalita della fauna ittica è rappresentato dal tirante idrico, in questo caso un maggior livello di valicabilità della filarola può essere ottenuto con azioni volte a ridurre la portata specifica in corrispondenza della filarola.

Escludendo l'ipotesi di ridurre la portata da rilasciare dalla filarola, ipotesi che del resto implicherebbe un impoverimento dell'habitat in tutto il tratto di Ticino compreso tra la filarola e il ponte di Turbigo, questo effetto può essere ottenuto esclusivamente aumentando la larghezza del varco.

A seguito di quest'analisi si ritiene quindi che qualsiasi sforzo progettuale debba essere finalizzato a migliorare la funzionalità della rapida artificiale esistente, agendo fondamentalmente in due direzioni:

- allargando il varco esistente in modo da ridurre la portata specifica defluente. Questo risultato si otterrebbe conferendo al varco esistente una larghezza utile maggiore di quella citata. Questo intervento deve essere completato con un'operazione di risezionamento di tutto il varco, in modo da ridurre l'altezza della luce sfiorante e mantenere la portata defluente comunque prossima ai 6-8 m³/s: è infatti evidente che se si intervenisse solamente raddoppiando la larghezza del varco, anche la portata che vi defluisce attraverso raddoppierebbe;
- riducendo la pendenza dei primi 10 metri di monte, cercando di distribuire il salto in modo da avere sempre una pendenza inferiore al 5%. Considerato che la pendenza media dei primi 20 metri di monte è pari al 5,6%, questo significa agire su un'area di circa 800-900 m² (poco più

di 20 m di lunghezza e 40 m di larghezza). Questo risultato può essere ottenuto posizionando dei massi ciclopici e del materiale reperito in loco in modo da distribuire la pendenza media su tutto il tratto, creando una continua alternanza di zone a corrente vivace e zone di riposo e distribuire al meglio la portata rilasciata su tutta la larghezza utile. Particolare cura deve essere posta alla parte più prossima alla filarola, dove è più difficile spezzare la corrente.

Configurazione a seguito della realizzazione della gaveta a soglia fissa

Nel momento in cui dovesse essere attuato da parte del Consorzio di Irrigazione e Bonifica Est Sesia un intervento di modifica del varco per il rilascio del DMV, realizzando una soglia permanente e regolare che consenta il calcolo delle portate transitanti, è probabile che quanto appena proposto non sia più attuabile. Infatti:

- per ottenere misure accurate della portata defluente è necessario concentrare il flusso in una sezione il più possibile stretta e quindi il varco di 20 metri verrebbe verosimilmente ristretto, operazione che contrasta con quanto illustrato sino ad ora;
- per poter misurare le portate scaricate da uno stramazzo, esso deve essere di tipo "libero", ossia la quota dell'acqua a valle della soglia deve essere inferiore alla quota della soglia e non vi devono essere elementi interferenti, quali massi ciclopici posizionati a ridosso o poco a valle della soglia di sfioro; anche questa esigenza è in evidente contrasto con quanto illustrato e proposto per il miglioramento della valicabilità della traversa.

Si può quindi presupporre che la sua realizzazione comporti un significativo peggioramento del grado di valicabilità della filarola del Langosco e non sia comunque compatibile con gli interventi migliorativi precedentemente proposti.

L'esecuzione di questo intervento dovrebbe quindi essere accompagnata dalla realizzazione di un sistema dedicato alla risalita dei pesci, sistema che può essere progettato solo una volta che siano state acquisite le caratteristiche idrauliche e geometriche del varco citato a soglia fissa proposto dal Consorzio di Irrigazione e Bonifica Est Sesia.

In via preliminare, nell'ipotesi in cui il varco a soglia fissa venga realizzato a ridosso della sponda sinistra, così come il varco attuale, il sistema di risalita potrebbe essere costituito da una rapida artificiale, parallela allo stramazzo a soglia fissa e posizionato al suo esterno, con le seguenti caratteristiche:

- | | |
|-------------------------|-------------|
| • portata | 300-400 l/s |
| • pendenza media | 5% |
| • pendenza massima | 7% |
| • larghezza | da 3 a 5 m |
| • tirante idrico medio | 60 cm |
| • salto superato | circa 1 m |
| • tirante idrico minimo | 30 cm |

Questo dispositivo andrebbe ad "aggirare" la traversa a fondo fisso e la zona a ridosso dello stramazzo, sfruttandone però l'effetto di richiamo, così come sfrutterebbe il richiamo di tutto il flusso a valle della soglia, che non dovrebbe essere modificato dall'intervento dato che presenta condizioni idrauliche favorevoli e compatibili con la risalita di tutte le specie di interesse.

2.7.2.3 Traversa in testa al Canale Treccione

Per ripristinare la percorribilità ittica tra il Ramo Treccione ed il Naviglio Langosco (e quindi il Ticino), è necessario prevedere la costruzione di un'opera dedicata.

Durante i sopralluoghi svolti in fase di svolgimento dello studio sono state prese in considerazione varie soluzioni, concentrandosi sulla sponda sinistra del Treccione, dove l'intervento può essere fatto minimizzando l'interferenza con le strutture esistenti. Valutando le diverse opzioni attuabili, si è deciso di approfondire la soluzione che prevede la realizzazione di un canale diversivo in sponda sinistra, soluzione per altro sviluppata assieme ai tecnici del Consorzio di Irrigazione e Bonifica Est Sesia.

Di seguito è presentata una descrizione sintetica dell'opera in progetto, nella quale sono fornite alcune indicazioni generali rispetto al dimensionamento idraulico dell'opera, alla geometria del diversivo e alle dimensioni minime che devono avere i massi ciclopici per non essere mossi dalla corrente. Il dimensionamento idraulico della struttura è stato effettuato con la formula di Poleni, formula che permette di ricavare la portata defluente e la potenza specifica dissipata in funzione della geometria del bacino, con particolare riferimento alla sezione e al profilo in corrispondenza dei setti. La rapida viene assimilata ad un passaggio per pesci a bacini successivi, dove i setti sono costituiti da una schiera di massi ciclopici tra loro affiancati, le cui caratteristiche idrauliche sono date dalla somma delle larghezze delle aperture attraverso cui può defluire l'acqua (B_s) e dalla quota della "soglia di sfioro", in funzione della quale sono calcolati i carichi idraulici a monte (HM) e a valle (HV) del setto.

Le condizioni al contorno per la progettazione, rappresentate in questo caso dalle quote del pelo libero a monte e a valle della rapida, sono:

- quota idrica di monte: 99,97 m s.l.m.;
- quota idrica di valle: 97,50 m s.l.m.

La formula di Poleni assume la seguente forma:

$$Q = (2/3) \mu \sigma \Sigma B_s [2 g H_M]^{1.5}$$

Il dimensionamento è stato effettuato utilizzando i dati in ingresso riportati nella seguente tabella:

Parametro	Valore
B <i>larghezza media sezione idraulica</i>	4,00 m
ΣBs <i>larghezza dei passaggi nella sezione</i>	0,80 m
μ <i>coefficiente di efflusso dello stramazzo</i>	0,60 -
H_M <i>battente a monte della soglia</i>	0,45 m
H_V <i>battente a valle della soglia</i>	0,25 m
ΔH <i>salto idraulico su un setto</i>	0,20 m
H_V/H_M <i>rapporto tra carico idraulico di valle e di monte</i>	0,56 -
σ <i>fattore di riduzione (da ricavare graficamente in funzione di H_V/H_M)</i>	1.00 -
L <i>distanza netta tra setti</i>	3,50 m
S <i>spessore indicativo dei setti</i>	1,00 m
BMIN <i>base minore sezione trapezia proposta</i>	3,00 m
BMAX <i>base magg. sez. trapezia proposta (pend.sponde 1:2)</i>	4,50 m
I <i>pendenza</i>	5% %
H _B <i>profondità buca a valle della rampa</i>	0,20 m
H _M <i>profondità media del bacino</i>	0,45 m

Con questi dati in ingresso, i parametri idraulici di riferimento per la rapida artificiale assumono i seguenti valori:

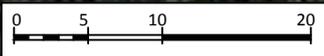
Parametro	Valore
L_{tot} <i>lunghezza complessiva della rampa</i>	54,00 m
n <i>numero di setti</i>	12 -
Q <i>portata defluente</i>	430 l/s
P <i>potenza specifica dissipata</i>	133 W/m ³

Il dispositivo così progettato risulta compatibile con la risalita di tutte le specie ittiche di interesse in quanto:

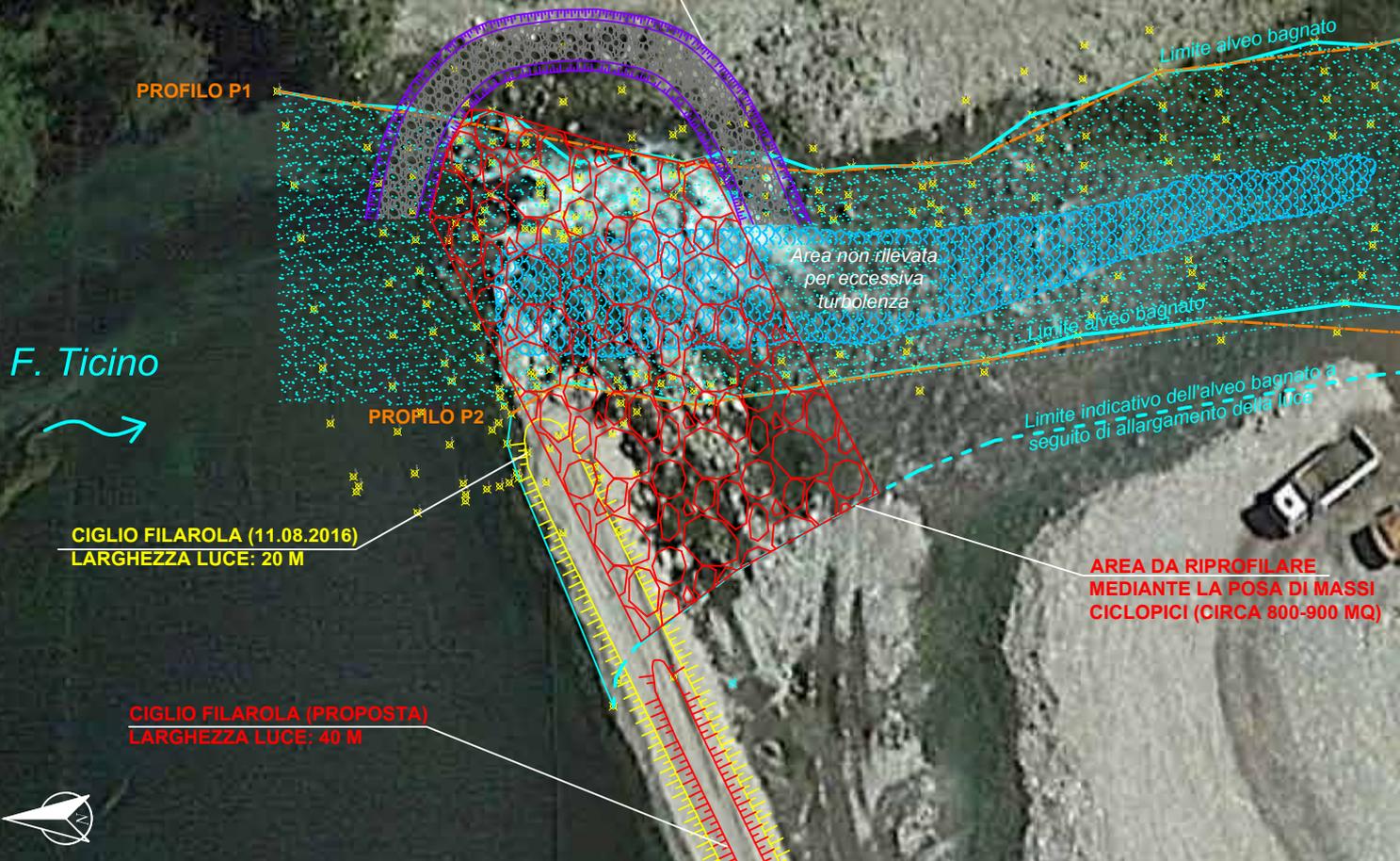
- il dislivello tra due bacini contigui, in condizioni idrauliche di progetto, viene mantenuto prossimo a 20 cm, garantendo in questo modo velocità della corrente contenute e compatibili con specie aventi capacità natatorie ridotte rispetto a quelle dei salmonidi;
- il collegamento tra i bacini avviene lasciando dei varchi di forma irregolare che permettono la risalita non solo delle specie che si muovono in superficie o saltano;
- le dimensioni dei bacini e delle fessure di collegamento sono sufficientemente grandi da consentire il passaggio di pesci di grossa taglia;
- le dimensioni dei singoli bacini e delle luci di collegamento tra gli stessi rispettano i vincoli consigliati dalla letteratura di settore per il funzionamento ottimale dei passaggi per pesci.
- la potenza specifica dissipata, significativamente inferiore a 150 W/m³, risulta compatibile anche con specie ittiche (Ciprinidi) con capacità natatorie più limitate.

Nelle pagine seguenti si riportano le tavole che illustrano i progetti e i rilievi effettuati.

FILAROLA A SERVIZIO DEL NAVIGLIO LANGOSCO - Planimetrie



TRACCIATO IPOTETICO DELLA RAPIDA
ARTIFICIALE DA ABBINARE ALL'EVENTUALE
REALIZZAZIONE DELLA GAVETA A SOGLIA FISSA

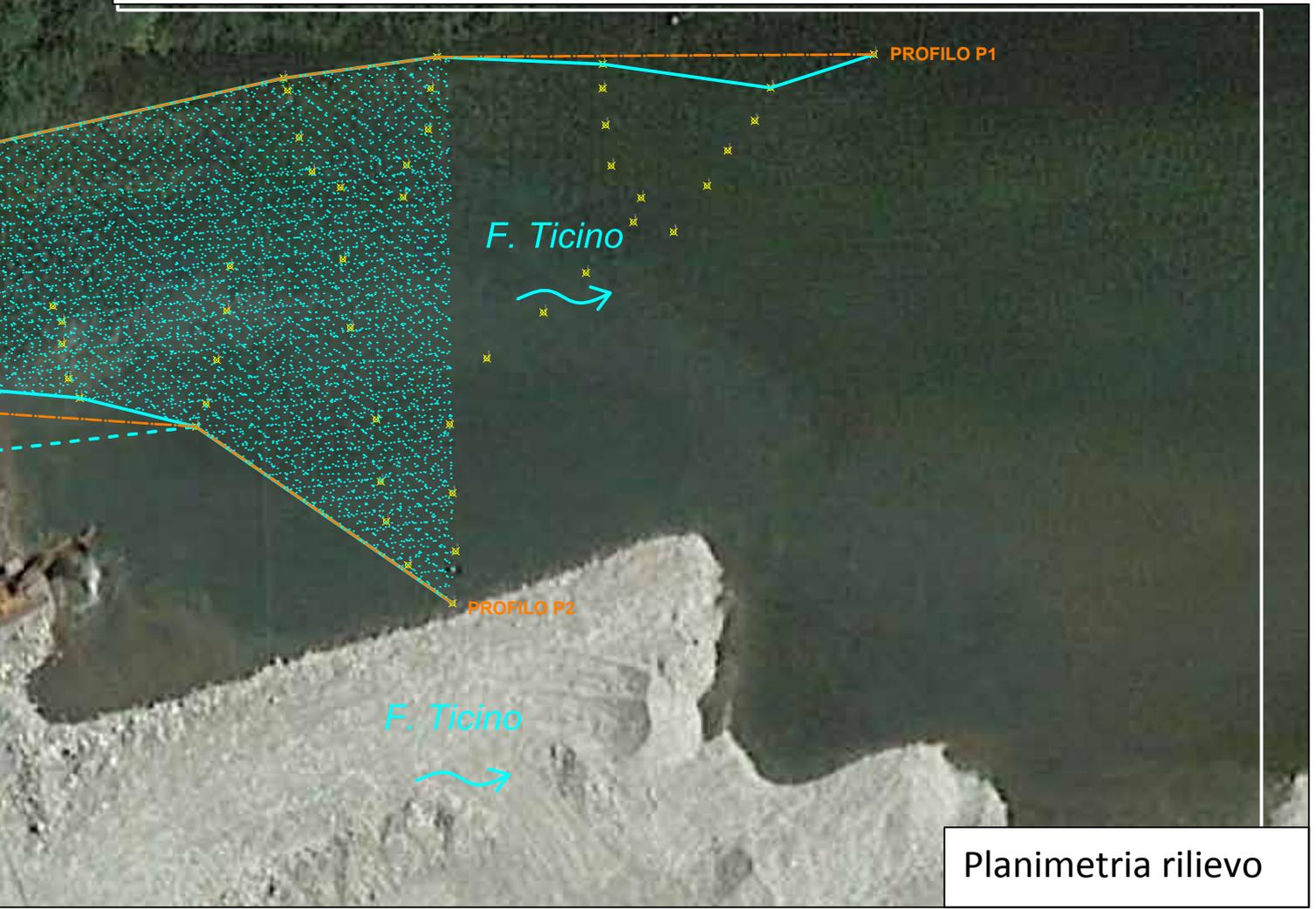


CIGLIO FILAROLA (11.08.2016)
LARGHEZZA LUCE: 20 M

CIGLIO FILAROLA (PROPOSTA)
LARGHEZZA LUCE: 40 M

AREA DA RIPROFILARE
MEDIANTE LA POSA DI MASSI
CICLOPICI (CIRCA 800-900 MQ)

Corografia



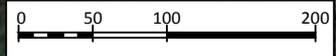
Planimetria rilievo

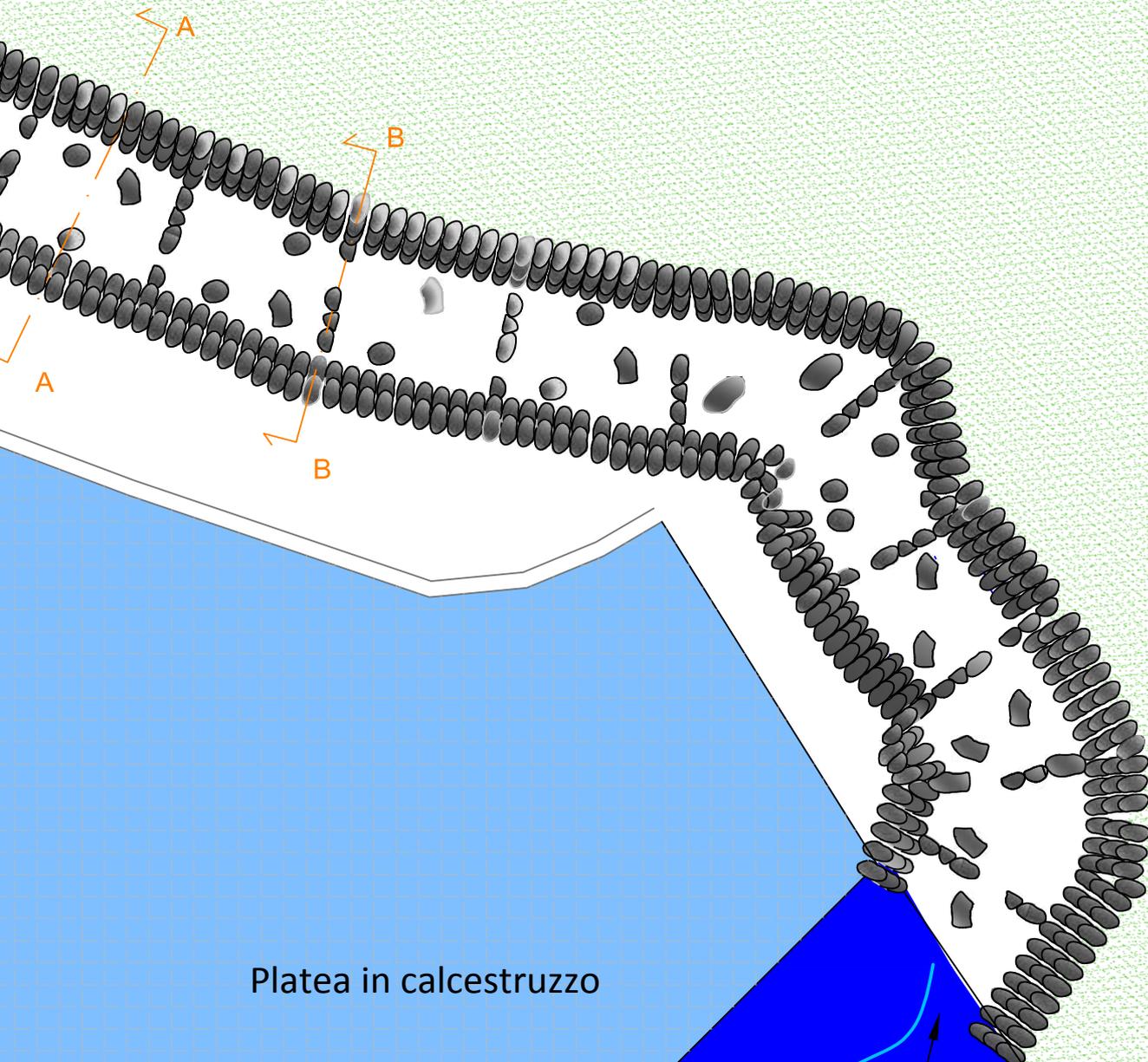
SBARRAMENTO IN TESTA AL CANALE TRECCIONE - Planimetrie

Paratoia di regolazione

Planimetria di progetto

Corografia





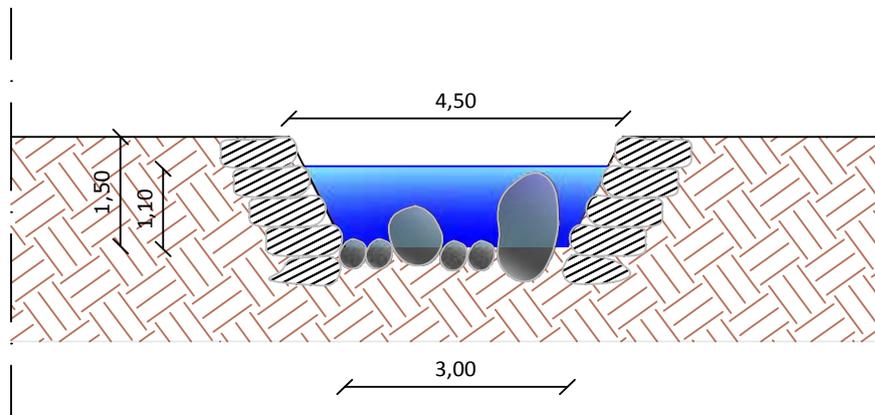
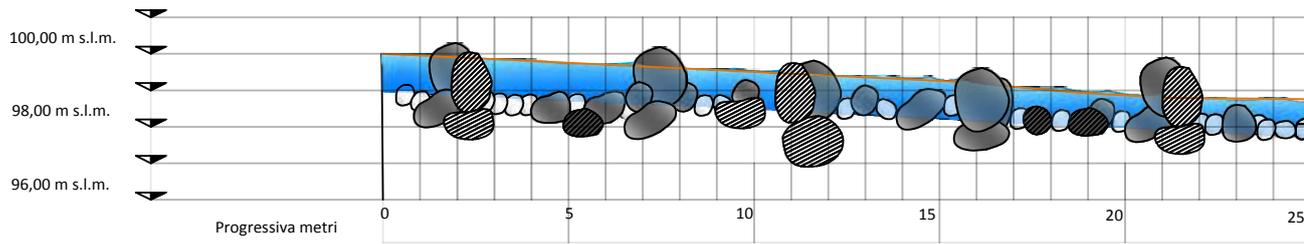
Platea in calcestruzzo

Imbocco rampa

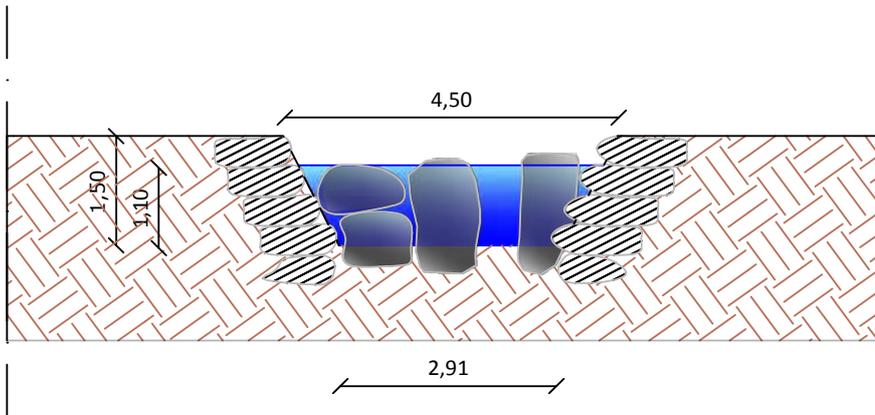
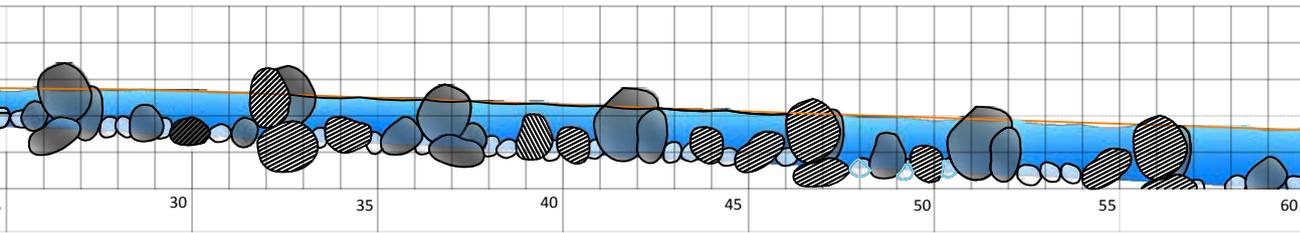


SBARRAMENTO IN TESTA AL CANALE TRECCIONE - Profilo e sezioni di progetto

PROFILO - CONFRONTO STATO ATTUALE E DI PROGETTO



SEZIONE TIPO A



SEZIONE TIPO B



3 Diversificazione degli habitat fluviali

Nei paragrafi successivi è riportata una caratterizzazione delle massicciate artificiali presenti lungo le sponde del Ticino nel tratto d'interesse, in relazione all'attività che ha riguardato l'individuazione e la progettazione di interventi di diversificazione degli habitat fluviali.

Le massicciate artificiali sono importanti strutture di difesa spondale che possono fungere anche da aree di rifugio per la fauna ittica, poiché tra i massi che le costituiscono si possono creare spazi adatti a ospitare pesci anche di grossa taglia. In questi spazi gli individui possono trovare riparo dalla corrente eccessiva e dai predatori come gli uccelli ittiofagi.

Tuttavia, trattandosi di strutture artificiali, la loro presenza all'interno di un tratto fluviale rende la funzionalità del tratto stesso ridotta rispetto a quella di un corso d'acqua con una struttura completamente naturale (Schmetterling et al., 2001; Stewart et al. 2009).

È quindi particolarmente importante che la loro struttura sia quanto più possibile diversificata e naturaliforme per aumentarne la funzionalità ecologica mantenendo quella di consolidamento. L'intento del lavoro qui presentato è quindi quello di descrivere le massicciate artificiali presenti nel tratto di interesse e di individuare eventuali interventi necessari al miglioramento della loro funzionalità ecologica.

3.1 Attività di caratterizzazione delle massicciate del Fiume Ticino

La raccolta dei dati relativi alla presenza e alla struttura delle massicciate presenti lungo il Fiume Ticino nel tratto compreso tra il lago e il ponte autostradale MI-TO ha previsto due fasi:

- l'individuazione su supporto cartografico delle massicciate;
- la realizzazione di sopralluoghi e rilievi per la definizione delle caratteristiche di ogni massicciata individuata cartograficamente.

I dati raccolti durante i rilievi hanno riguardato:

- la localizzazione e l'estensione longitudinale delle massicciate, rilevate tramite l'uso di un telemetro;
- la struttura della massicciata nella porzione che normalmente risulta bagnata (tipologia, dimensione e modalità di disposizione dei massi; inclinazione della massicciata; grado e tipologia di materiale di ostruzione degli spazi tra i massi; profondità dell'acqua);
- la struttura della massicciata nella porzione esterna all'alveo di morbida (tipologia, dimensione e modalità di disposizione dei massi; inclinazione della massicciata; grado e tipologia di materiale di ostruzione degli spazi tra i massi; presenza e tipologia di vegetazione).

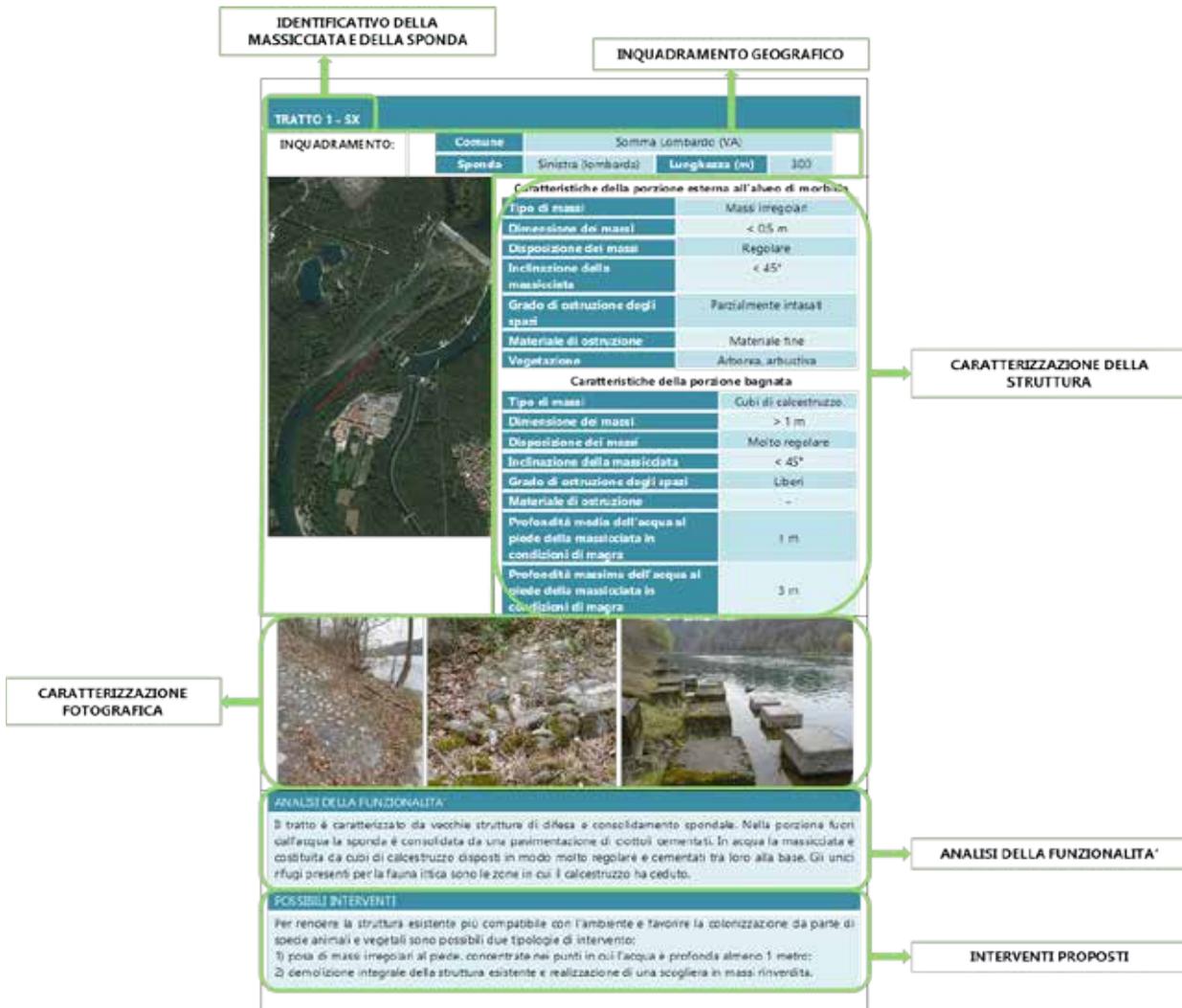
In seguito, i dati raccolti sono stati analizzati per definire la funzionalità di ogni massicciata in termini di creazione di rifugi per la fauna ittica. Quest'analisi ha permesso di individuare possibili interventi per migliorare o mantenere gli ambienti con queste caratteristiche.

Sulla base delle considerazioni appena esposte, è stata quindi compiuta, per le massicciate per

cui è stata ritenuta necessaria, una proposta d'intervento basata su specifici rilievi.

I dati sono stati sintetizzati in schede che riportano informazioni relative alla localizzazione, la struttura e un'analisi sintetica delle caratteristiche in termini di funzionalità oltre alle possibilità di intervento, come riportato nell'esempio seguente.

Figura 3.1: esempio di scheda di caratterizzazione delle scogliere presenti lungo il Fiume Ticino



3.2 Sintesi della caratterizzazione

Nel tratto d'interesse sono state censite nel complesso 25 scogliere, di cui 7 in sponda destra (piemontese) e 18 in sponda sinistra (lombarda). Queste massciate hanno mediamente un'estensione di circa 500 m. Per la loro costruzione sono stati usati perlopiù massi irregolari,

disposti in modo irregolare e generalmente senza materiale che ostruisca gli interstizi, soprattutto nella porzione che risulta normalmente al di sotto del livello dell'acqua. In base a queste caratteristiche, è possibile affermare che le massicciate presenti nel tratto d'interesse conferiscono alle rive, oltre alla stabilità, un discreto numero di rifugi per la fauna ittica.

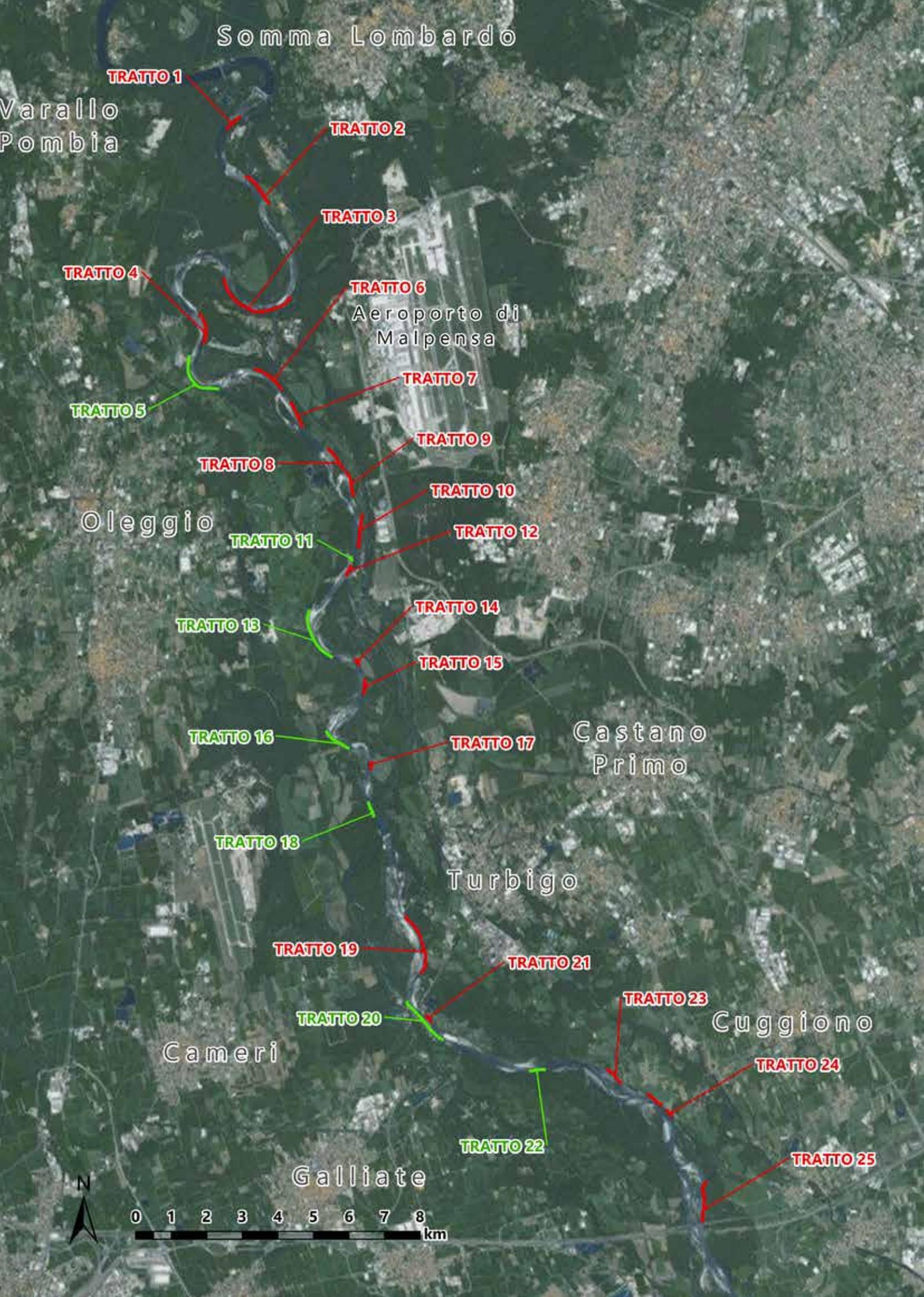
In alcuni casi, tuttavia, la disponibilità di rifugi potrebbe essere incrementata tramite piccoli interventi, brevemente proposti nei capitoli seguenti. In soli due casi sono state osservate massicciate completamente prive di funzionalità, per le quali è possibile prevedere interventi più importanti (1-sx e 3-sx).

Nella tabella 3.1 sono riportate le proposte di intervento avanzate per le opere di difesa spondale esaminate.

Tabella 3.1: risultato della caratterizzazione dei tratti spondali identificati e caratterizzati

	4.1 Scogliera in massi rinverdita	4.2 Posa di massi al piede	4.3 Posa di tronchi, ramaglia e/o interi alberi	4.4 Pennelli	4.5 Inserimento di talee
Tratto 1 - sx	X	X			
Tratto 2 - sx					
Tratto 3 - sx	X	X	X		X
Tratto 4 - sx					
Tratto 5 - dx					X
Tratto 6 - sx		X			
Tratto 7 - sx		X	X		X
Tratto 8 - sx					
Tratto 9 - sx					
Tratto 10 - sx					
Tratto 11 - dx					
Tratto 12 - sx					
Tratto 13 - dx					
Tratto 14 - sx	X				
Tratto 15 - sx		X			
Tratto 16 - dx			X		
Tratto 17 - sx	X				
Tratto 18 - dx					
Tratto 19 - sx					
Tratto 20 - dx					
Tratto 21 - sx					
Tratto 22 - dx					
Tratto 23 - sx			X		
Tratto 24 - sx					
Tratto 25 - sx					

Nella pagina seguente è riportata la localizzazione cartografica dei tratti spondali studiati.



Somma Lombardo

Varallo Pombia

TRATTO 1

TRATTO 2

TRATTO 3

TRATTO 4

TRATTO 6

Aeroporto di Malpensa

TRATTO 5

TRATTO 7

TRATTO 9

TRATTO 8

TRATTO 10

Oleggio

TRATTO 11

TRATTO 12

TRATTO 13

TRATTO 14

TRATTO 15

TRATTO 16

TRATTO 17

Castano Primo

TRATTO 18

Turbigo

TRATTO 19

TRATTO 21

TRATTO 23

Cameri

TRATTO 20

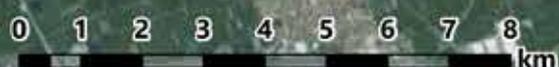
Cuggiono

TRATTO 24

Galliate

TRATTO 22

TRATTO 25



3.3 Tipologie di intervento proposte

Le tipologie di interventi proponibili, di cui di seguito si presentano delle descrizioni sintetiche, sono di quattro tipi:

1. la costruzione di scogliere in massi rinverdite, utile nei casi in cui le scogliere già presenti abbiano subito danneggiamenti da parte della corrente e risultino quindi non più funzionali, ma anche nei casi in cui le scogliere già presenti risultino eccessivamente regolari e quindi poco funzionali ai fini ecologici;
2. la posa di massi al piede delle massicciate, utile nei casi in cui le massicciate presenti ospitino scarsi rifugi per la fauna ittica, generalmente per via dell'ostruzione degli spazi tra un masso e l'altro, ma anche per la protezione delle sponde tramite la riduzione locale della velocità;
3. la posa di tronchi, ramaglia e/o alberi interi a ridosso delle sponde, utile nei casi in cui le massicciate presenti ospitino scarsi rifugi per la fauna ittica; questo intervento può essere considerato alternativo al precedente laddove l'azione erosiva del corso d'acqua sia limitata;
4. l'inserimento di talee negli interstizi di scogliere e gabbioni;
5. la costruzione di pennelli, interventi il cui effetto va ben oltre il miglioramento dell'habitat acquatico in corrispondenza delle massicciate, motivo per cui, in questa fase di studio preliminare delle massicciate, non sono stati inseriti in nessuno dei siti visitati.

3.3.1 Scogliera in massi rinverdita

La scogliera in massi è un'opera di difesa spondale longitudinale realizzata con grossi massi (circa 0,5-1 m³ ognuno) e disposta parallelamente al corso della corrente; questo tipo di opera è finalizzato alla difesa spondale e alla risagomatura dell'alveo ed è impiegata per proteggere le sponde dall'erosione della corrente e ridurre il rischio di esondazione.

L'intervento consiste nel posizionamento di una schiera di massi ciclopici lungo le rive, conferendo alle stesse una superficie inclinata, e nell'inserimento tra i massi di astoni di salice o altre specie con medesime capacità biotecniche che, una volta radicati, conferiscono stabilizzazione all'opera. La rivegetazione spondale con talee di salice sull'opera realizzata rappresenta un intervento volto al miglioramento e alla naturalizzazione di sponde artificiali/semi-artificiali o comunque con scarsa componente vegetale. Tra i massi bisogna collocare un misto di ghiaia e terreno vegetale ove inserire le talee e le piantine. L'inserimento delle talee e delle piantine deve essere fatto preferibilmente in corso d'opera (scogliera di tipo chiuso), in modo che l'apparato radicale raggiunga il terreno retrostante l'opera. In caso contrario (scogliera di tipo aperto) è maggiore la probabilità di sradicamento delle piante messe a dimora.

Questo tipo di intervento, quando correttamente progettato e realizzato, può contribuire a rendere nuovamente fruibile un habitat ripario instabile e non adeguatamente colonizzato dalla vegetazione, grazie alla prevenzione dell'erosione, limitando così l'apporto di materiale fine che genera torbidità e occlude gli spazi interstiziali del substrato fluviale, e all'incremento della disponibilità di rifugi lungo le sponde, che offrono riparo sia dai predatori sia nei confronti della velocità di corrente durante le piene. La vegetazione inoltre costituisce un ottimo substrato colonizzabile dai macroinvertebrati che rappresentano un'importante risorsa trofica per la fauna ittica.

3.3.2 Posa di massi al piede

L'opera consiste nel posizionare una schiera di massi ciclopici ai piedi di sponde e/o scogliere esistenti, con lo scopo di proteggere le sponde, aumentare la disponibilità di rifugi per la fauna ittica e creare ambienti idonei allo sviluppo di una comunità macrobentonica ben diversificata. Inoltre, i massi, se posizionati in modo opportuno, sono in grado di conferire anche maggior stabilità alla struttura già esistente.

Figura 3.2: sponda consolidata attraverso una scogliera in massi rinverdita (Fosson Morto, Morimondo - MI)



La presenza di rifugi contro la sponda contribuisce ad incrementare l'eterogeneità dell'alveo fluviale e quindi a diversificare gli habitat colonizzabili dalle specie ittiche; i ricoveri sottosponda sono zone protette, spesso ombreggiate e caratterizzate da velocità di corrente ridotta, in cui i pesci possono trovare riposo e protezione dall'attacco di predatori. La presenza di rifugi di dimensioni diverse contribuirà a determinare popolazioni più strutturate con individui di taglie ed età diverse.

In genere il periodo migliore per la realizzazione di questo intervento è nei mesi estivi o invernali, quando il corso d'acqua è in magra. Tale intervento può essere realizzato in qualsiasi corpo idrico in cui sia stata riscontrata una carenza di rifugi per la fauna ittica.

Per quanto riguarda la realizzazione, i massi devono essere posati su una sponda o un substrato adeguato (ad esempio una scogliera) contro il quale realizzare l'opera; se non è possibile sfruttare la fondazione della scogliera esistente, come prima cosa è necessario realizzare la fondazione e creare una base su cui posare i massi.

Se i massi non sono di dimensioni sufficienti per resistere alle piene è bene ancorarli mediante perforazione e posa di tasselli o barre con occhiello. I massi devono essere disposti in modo "disordinato", così da massimizzare il numero di rifugi e da creare rifugi di dimensioni il più possibile eterogenee.

Figura 3.3: esempio di posa di massi al piede di una scarpata (Fosson Morto, Morimondo - MI)



3.3.3 Posa di tronchi, ramaglia e alberi interi

L'intervento consiste nell'ancorare alle sponde elementi naturali, come tronchi con radici, alberi interi o semplicemente ramaglia. L'operazione è realizzabile a ridosso delle sponde, nei periodi di magra del fiume, in quei tratti dove risultano carenti siti idonei al rifugio delle specie ittiche (come ad esempio tratti rettilinei o con sponde artificializzate) ed ha lo scopo di creare siti idonei per i vari stadi di sviluppo dell'ittiofauna, nonché di diversificare le sponde e di offrire una protezione, seppur blanda, contro l'erosione. Gli elementi vanno disposti parallelamente alla corrente, mentre l'ancoraggio può essere effettuato con dei pali di legno infissi nella sponda, con cavi d'acciaio o, se le condizioni lo consentono, con le radici. Questo intervento, infatti, può essere realizzato anche con materiale vivo (ad esempio talee e astoni di salice).

L'intervento può essere realizzato con tronchi e radici combinati in modo diverso in base allo scopo dell'intervento, alla morfologia della sponda e al tipo di substrato. Con alberi interi si può ottenere (oltre al consolidamento spondale e la creazione di rifugi per pesci) un effetto "deflettore" sulle acque del corso d'acqua, che può essere modificato regolando l'inclinazione dell'albero rispetto alla direzione di deflusso. Con ramaglia viva e morta si ottiene una copertura spondale naturale, ma gli elementi vanno comunque trattenuti contro la sponda erosa attraverso una fila di pali in legno; nel caso si utilizzi ramaglia viva è opportuno intervenire nel periodo non vegetativo delle piante (autunno, inverno).

3.3.4 Pennelli

Si tratta di strutture trasversali rispetto alla direzione della corrente impiegate nell'ambito degli interventi di rinaturalizzazione fluviale allo scopo di diversificare l'habitat e particolarmente indicate nei corsi d'acqua con scarsa pendenza, sezione larga e poco profonda e ridotti tiranti idrici, nonché in tratti in cui risultano carenti buche e rifugi per pesci. L'impiego è finalizzato a restringere e approfondire l'alveo, creare delle barre che favoriscano lo sviluppo della vegetazione riparia, indirizzare la corrente in punti di particolare valore ecologico, indurre la formazione di meandri, mantenere pulito il substrato di fondo dal fango, favorire la colonizzazione di invertebrati e la deposizione delle uova da parte dei pesci.

A seconda dei materiali impiegati e delle modalità realizzative si possono ottenere risultati differenti; ad esempio il loro utilizzo consente di concentrare la corrente in una determinata zona dell'alveo originario o di deviarla in modo da ottenere un andamento meandriforme all'interno di argini di tratti canalizzati. I pennelli inducono una deviazione di flusso della corrente, limitando l'erosione spondale e creando delle zone di calma a valle delle strutture ad elevato valore ecologico. La finalità principale dell'impiego di pennelli è la protezione delle sponde dall'erosione, oppure la creazione di un restringimento dell'alveo fluviale. Come finalità secondaria, che può diventare anche preminente, svolgono anche un importante ruolo ai fini della diversificazione dell'habitat ripario.

Figura 3.4: esempio di posa di massi al piede di una scarpata (Fosson Morto, Milano)



Figura 3.5: pennelli spondali sul Fiume Ticino





4 Gli ambienti laterali del Fiume Ticino

In questo capitolo viene riportato il risultato dello studio dei principali ambienti acquatici laterali al Fiume Ticino presenti nell'area d'interesse del progetto, oltre alle indicazioni di intervento per il mantenimento della loro buona funzionalità ecologica.

Gli ambienti acquatici laterali rispetto all'asta principale dei corsi d'acqua di pianura sono entità importanti dal punto di vista ecologico: contribuiscono nel definire un mosaico variegato di habitat utili alla tutela delle biocenosi acquatiche, in particolare quando sono, almeno per parte dell'anno, idraulicamente connesse con l'asta principale. La connessione di questi ambienti con il fiume consente infatti l'accesso, da parte della fauna ittica presente nell'asta principale, a zone trofiche e aree che possono fungere da nursery o rifugio. Inoltre, il collegamento con il fiume è un importante veicolo di dispersione per le piante che crescono in questi ambienti. Infine, i momenti in cui tali ambienti entrano in connessione con il fiume sono importanti fasi di scambio di materia organica e nutrienti tra i due comparti.

L'alternanza tra momenti in cui la connessione è attiva e quelli in cui gli ambienti sono parzialmente o completamente isolati dal corso d'acqua principale garantisce proprio la loro struttura, differente dal corso d'acqua principale e per questo particolarmente importante (Junk et al., 1989). Per questa ragione non sono stati considerati come ambienti laterali rami fluviali costantemente in connessione con il canale principale.

L'intento del lavoro qui presentato è quello di descrivere i principali ambienti laterali, presenti nel tratto di interesse, e di comprenderne l'importanza ecologico-naturalistica per il Ticino. Per quegli ambienti che presentano caratteristiche ecologiche interessanti per il mantenimento di un corridoio fluviale diversificato, sono presentate alcune possibilità di intervento per il miglioramento/rispristino laddove necessario.

4.1 Caratterizzazione degli ambienti laterali del Fiume Ticino

L'attività di caratterizzazione degli ambienti laterali del Fiume Ticino nel tratto compreso fra il lago e il ponte autostradale MI-TO ha previsto le seguenti fasi:

- l'individuazione cartografica degli ambienti;
- la realizzazione di sopralluoghi e rilievi per la definizione delle caratteristiche di ogni ambiente individuato cartograficamente.

I rilievi sono stati condotti prevalentemente durante la stagione estiva, con l'intento di cogliere la situazione potenzialmente più critica dal punto di vista fisico (temperature elevate combinate con scarso apporto di acqua dal Ticino dovuto alle basse portate), ma anche il massimo sviluppo della vegetazione acquatica.

I dati raccolti durante i rilievi hanno riguardato:

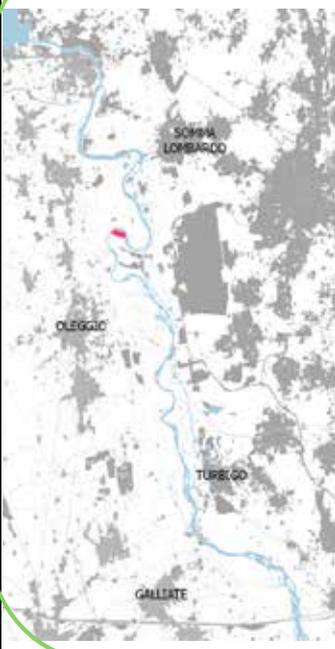
- la posizione e le dimensioni dell'ambiente, rilevati tramite l'uso di GPS e telemetro;
- la presenza/assenza di una connessione con il fiume a monte e a valle dell'ambiente al momento del rilievo, rilevata visivamente;
- la presenza/assenza, la copertura (% di area coperta sul totale dell'area bagnata) e la composizione della vegetazione acquatica, rilevate visivamente e, per quanto riguarda la composizione, con l'ausilio di manuali e microscopi per la determinazione delle specie in laboratorio;
- i parametri fisici delle acque (ossigeno disciolto, temperatura, pH, conducibilità elettrica specifica), misurati tramite una sonda portatile multiparametrica, ove possibile in diversi

IDENTIFICATIVO DELL'AMBIENTE

INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E MORFOLOGICO

Ambiente C

INQUADRAMENTO:	Comune	Vizzola Ticino (VA)	Sponda	sinistra (lombarda)
-----------------------	--------	---------------------	--------	---------------------



CARATTERIZZAZIONE MORFOLOGICA	
Connessione col fiume a monte	Subalveo
Connessione col fiume a valle	Sì
Lunghezza (m)	550
Lunghezza tot aree bagnate (m)	380
Larghezza max (m)	21
Larghezza min (m)	1.5









CARATTERIZZAZIONE FOTOGRAFICA

punti dell'ambiente e nel Fiume Ticino come metro di confronto.

L'analisi si è sviluppata attraverso un esame delle informazioni idro-morfologiche, chimico-fisiche e biologiche nel loro complesso. Quest'analisi ha permesso di individuare gli ambienti più interessanti da un punto di vista ecologico-naturalistico ed eventuali possibilità d'intervento per migliorare o mantenere gli ambienti con queste caratteristiche.

Sulla base delle considerazioni appena esposte, è stata quindi sviluppata, per gli ambienti selezionati, una proposta di intervento basata su specifici rilievi di campo.

I dati sono stati sintetizzati in schede che riportano informazioni relative alla localizzazione, la struttura e un'analisi sintetica delle caratteristiche in termini di funzionalità e le possibilità di intervento, come riportato nell'esempio.

IDENTIFICATIVO DELL'AMBIENTE
CARATTERISTICHE CHIMICO-FISICHE
CARATTERISTICHE BIOLOGICHE

Ambiente C

CARATTERIZZAZIONE CHIMICA



	O ₂ (%)	O ₂ (mg/l)	pH	Cond. (µS/cm)	T (°C)	ora
Punto A	87.6	7.37	8.09	143	22.73	10:40
Punto B	105	8.71	8.73	152	23.65	12:25
Punto C	67	5.47	8.54	155	24.37	12:30
Punto D	33	2.8	7.32	153	22.3	12:00
Punto E	72.9	6.11	7.58	158	23.4	11:55
Punto F	30.2	2.62	7.36	153	20.96	11:50
Punto G	33.7	2.84	7.57	157	22.54	11:25
Punto H	88.4	7.38	7.61	161	23.2	11:10
Punto I	101	8.5	7.78	159	23.2	11:00

CARATTERIZZAZIONE BIOLOGICA

Macrofite acquatiche. In scuro le specie alloctone.

Gruppo	Genere / specie
ALGHE	<i>Cladophora</i> sp.
ALGHE	<i>Spirogyra</i> sp.
ALGHE	<i>Zygnema</i> sp.
FANEROGAME	<i>Elodea densa</i>
FANEROGAME	<i>Cyperus microiria</i>
FANEROGAME	<i>Lythrum salicaria</i>
FANEROGAME	<i>Nasturtium officinale</i>
FANEROGAME	<i>Polygonum persicaria</i>
FANEROGAME	<i>Ranunculus fluitans</i>
FANEROGAME	<i>Reynoutria japonica</i>
FANEROGAME	<i>Rorippa amphibia</i>
FANEROGAME	<i>Solanum nigrum</i>
FANEROGAME	<i>Vallisneria spiralis</i>
FANEROGAME	<i>Veronica anagallis-aquatica</i>

La vegetazione acquatica è composta da un buon numero di *taxa*, anche se la copertura dell'alveo bagnato (circa 20%) è quasi completamente ascrivibile ad alghe del genere *Spirogyra*.
L'ambiente è circondato da vegetazione riparia rada, in quanto collocato all'interno dell'alveo di morbida del fiume. Le specie prevalenti sono salici, ontani e pioppi. Nonostante la temperatura relativamente elevata e il deficit di ossigeno, nell'ambiente (soprattutto nelle pozze più a monte) sono stati osservati avannotti e giovani di cavedano, oltre ad un'abbondante comunità di invertebrati (soprattutto gasteropodi del genere *Physa*). L'area ospita inoltre numerosi anfibi.

ORIGINI, TIPOLOGIA E IMPORTANZA ECOLOGICA DELL'AMBIENTE

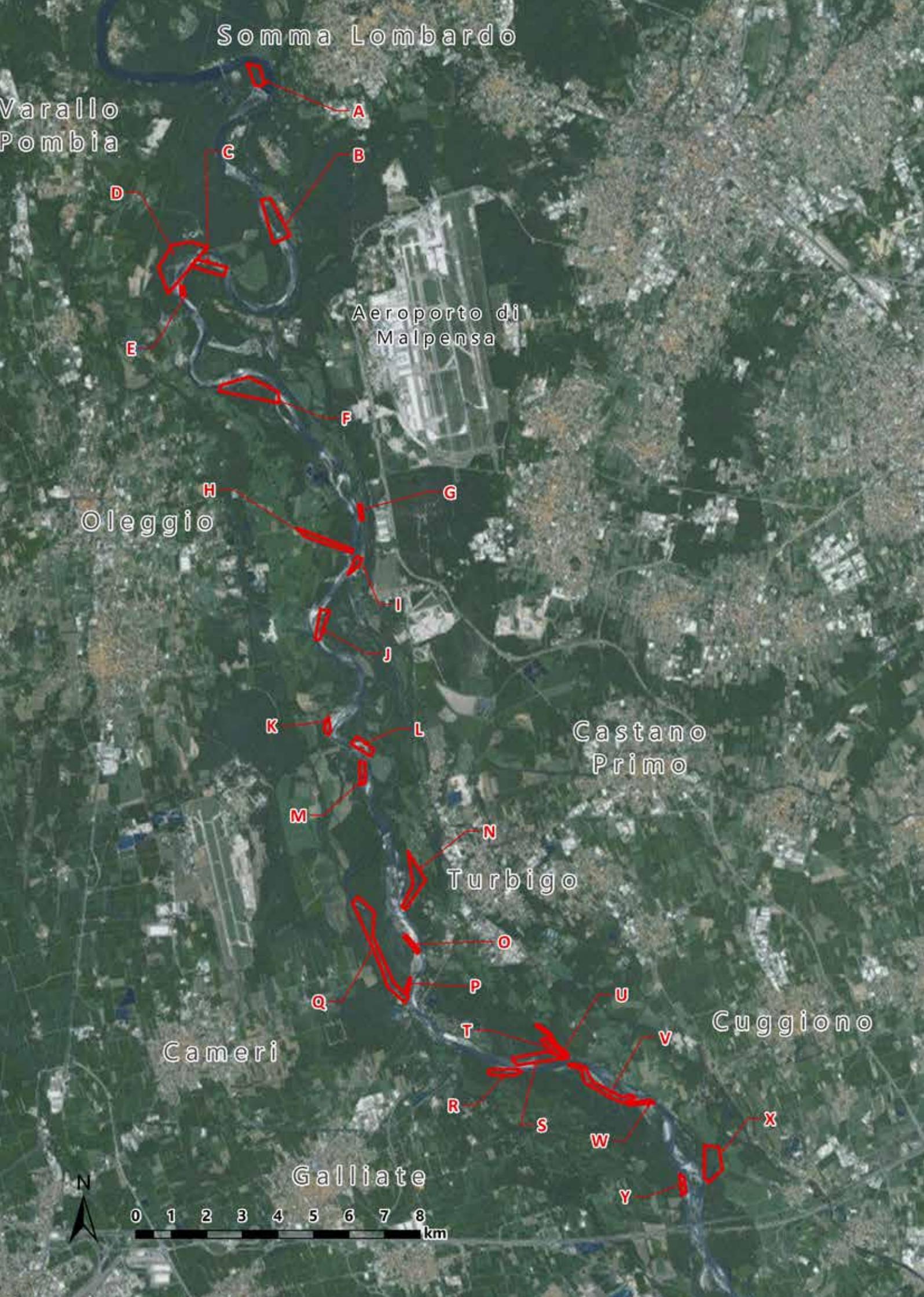
L'ambiente è un ramo secondario del Ticino, che, al momento del rilievo, era alimentato dalle acque del fiume per filtrazione attraverso l'alveo ciottoloso. A livello superficiale, l'ambiente aveva un aspetto discontinuo, con più tratti a profondità limitata e acqua corrente, probabilmente in connessione tra loro nel subalveo. Dal punto di vista ecologico l'ambiente è un'area di rifugio per la fauna acquatica.

POSSIBILI CRITICITÀ E PROPOSTE DI INTERVENTO

È possibile prevedere un intervento di rimozione del materiale accumulato alla testa dell'ambiente (Interventi tipo 4.1). L'efficacia dell'intervento è da considerarsi però temporanea. In alternativa è possibile studiare la realizzazione di un campo di pennelli sulla sponda destra del Ticino con lo scopo di contrastare la progressiva sedimentazione in atto, favorendo l'ingresso di acqua nell'ambiente laterale, in particolare durante morbidie e piene. Si tratta di un intervento delicato che con molta probabilità andrebbe ad interferire con la naturale evoluzione morfologica del fiume.

ANALISI COMPLESSIVA

CRITICITÀ E INTERVENTI PROPOSTI



Somma Lombardo

Varallo Pombia

Aeroporto di Malpensa

Oleggio

Castano Primo

Turbigo

Cameri

Cuggiono

Galliate



0 1 2 3 4 5 6 7 8 km

A

B

C

D

E

F

H

G

I

J

K

L

M

N

O

Q

P

U

T

V

R

S

W

Y

X

4.2 Sintesi della caratterizzazione

In totale sono stati individuati e caratterizzati 25 ambienti laterali. Alcuni di questi sono risultati particolarmente estesi, in quanto originano da zone all'esterno dell'area di bankfull. In questi casi il rilievo è stato eseguito solo sulla porzione terminale dell'ambiente.

Di questi:

- cinque ambienti (H, I, N, U e X) sono originati, direttamente o indirettamente, dal sistema irriguo superficiale o comunque hanno origine artificiale. Questi ambienti sono risultati interessanti in quanto ampi e stabili e quindi in grado di ospitare ricche biocenosi acquatiche. Le condizioni idrauliche all'interno di questi ambienti, normalmente, non possono essere influenzate direttamente dalla portata presente nel fiume;
- cinque ambienti (B, G, M, P, e S) sono alimentati esclusivamente o principalmente da acque di falda. Questa caratteristica li rende particolarmente interessanti dal punto di vista ecologico, sia perché sono ambienti indipendenti dalla portata presente nel fiume, sia perché sono in grado di ospitare una ricca e abbondante vegetazione acquatica. Inoltre, fungono da rifugio per la fauna ittica del fiume in quanto connessi con esso durante tutto l'anno, almeno verso valle. Infine, nella parte terminale degli ambienti, dove le loro acque si mescolano con l'acqua del fiume, si creano localmente aree con acque fresche, ma comunque abbastanza ben ossigenate. Queste aree costituiscono habitat estremamente interessanti per la fauna ittica presente e possono, in condizioni di portate del Ticino molto elevate, entrare temporaneamente in connessione completa con il fiume;
- quattordici ambienti (A, C, D, E, F, J, L, O, Q, R, T, V, W e Y) sono alimentati esclusivamente o principalmente per infiltrazione di acqua dal Ticino. Questi ambienti rappresentano rami secondari del Ticino posti generalmente all'interno di curve, che, per la naturale evoluzione del fiume, risultano in progressivo abbandono e allo stato attuale sono in grado di connettersi con il corso d'acqua solo in presenza di portate molto elevate. Sono ambienti interessanti anche se, durante i periodi di magra estiva, le loro acque possono scaldarsi e perdere ossigeno;
- un ambiente (K) è alimentato principalmente da acque di scarico del depuratore di Bellinzago Novarese. Questo ambiente è caratterizzato da biocenosi tipiche di ambienti altamente degradati.

Nella seguente tabella sono riportate le proposte di intervento avanzate per gli ambienti indagati.

	4.1 approfondimento del canale di alimentazione e stabilizzazione della sezione di imbocco	4.3 impianto di vegetazione palustre, arbustiva e arborea	4.4 ecosistemi filtro	4.5 posa di massi in alveo	4.6 posa di ceppaie, tronchi, ramaglia
Ambiente A					X
Ambiente B					
Ambiente C	X				
Ambiente D	X	X			
Ambiente E					
Ambiente F					
Ambiente G					
Ambiente H					
Ambiente I		X			
Ambiente J					
Ambiente K		X	X		
Ambiente L	X	X			
Ambiente M					
Ambiente N		X			
Ambiente O		X			
Ambiente P					
Ambiente Q		X			
Ambiente R					
Ambiente S					
Ambiente T		X		X	X
Ambiente U					
Ambiente V	X	X			
Ambiente W					
Ambiente X					
Ambiente Y					

4.3 Tipologie di intervento proposte

Le tipologie di interventi proponibili, di cui di seguito si presentano delle descrizioni sintetiche, sono di cinque tipi:

1. l'approfondimento del canale di alimentazione e la stabilizzazione della sezione di imbocco, utile per favorire il ripristino dell'alimentazione idraulica dell'ambiente laterale ;
2. l'impianto di vegetazione palustre, arbustiva e arborea;
3. la realizzazione di ecosistemi filtro per affinare il carico inquinante derivante da sorgenti puntiformi, come impianti di trattamento delle acque reflue;
4. la posa di massi all'interno degli ambienti, utile nel caso di ambienti con morfologia poco eterogenea e carente di rifugi per la fauna ittica;
5. la posa di ceppaie, tronchi, ramaglia all'interno degli ambienti, utile nel caso di ambienti con morfologia poco eterogenea e carente di rifugi per la fauna ittica.

4.3.1 Approfondimento del canale di alimentazione e stabilizzazione della sezione di imbocco

La riapertura del canale di alimentazione è forse l'intervento più efficace per apportare acqua ad un corpo idrico a rischio interrimento come può essere una lanca. Tale operazione non interferisce con il regime idrico del fiume, in quanto il sistema restituisce a valle tutto il volume d'acqua captato per l'alimentazione dello specchio d'acqua recettore.

I canali di alimentazione derivano in genere dal corso d'acqua principale e devono idealmente avere una portata costante durante l'anno, anche minima, in grado di garantire la presenza di acqua ed un minimo ricambio idrico, mantenendo il carattere di area umida degli ambienti laterali.

Normalmente tale intervento viene effettuato per migliorare l'alimentazione idrica di una lanca, i cui apporti provengono essenzialmente dalle acque di subalveo e/o dalle piene del corso d'acqua principale.

Figura 4.1: approfondimento e rivitalizzazione del canale di alimentazione di una lanca (Pumenengo, Parco Oglia Nord)



L'escavazione ex-novo (o l'approfondimento) di un canale di entrata garantisce un regolare afflusso di acqua ad una lanca, nonché un ricambio idrico all'interno dello specchio d'acqua limitando eventuali problemi legati all'eutrofizzazione.

Le operazioni di ripristino dei collegamenti idraulici consistono sia nella rimozione di eventuali ostacoli accumulati nel canale stesso, come ad esempio vegetazione, rami, sterpaglie o pietre, sia nell'abbassamento del canale tramite scavo. La lavorazione implica movimenti terra e/o risagomature dell'alveo del canale al fine di approfondire il fondo e convogliare una portata maggiore dal corso d'acqua principale alla lanca.

In un ambiente fluviale raramente è necessario impermeabilizzare il fondo: lo strato saturo di solito si trova a poche decine di centimetri di profondità. Spesso l'allargamento e l'abbassamento dei canali di imbocco hanno proprio un effetto di canale drenante, andando ad aumentare anche in modo significativo la quantità di acqua trasferita all'ambiente laterale. In caso di impermeabilizzazione devono essere utilizzati materiali fini come argilla o limo, o ancora il fango reperito in cantiere che, se compattato, solitamente risulta efficace per una buona impermeabilizzazione.

In alcuni casi l'intervento di scavo può essere accompagnato da opere complementari il cui scopo è di aumentare l'effetto dello scavo, di limitare o prevenire l'interrimento del canale di alimentazione o semplicemente di stabilizzare la bocca del canale scavato.

In linea generale possono essere identificate due categorie di opere ausiliarie:

- pennelli spondali, realizzati sulla sponda opposta a quello del canale da aprire, con lo scopo di deviare il flusso verso il canale di imbocco;
- manufatti ripartitori, realizzati in corrispondenza del canale di imbocco, con lo scopo di mantenere alta la velocità della corrente e evitare fenomeni di erosione delle sponde.

In entrambi i casi si tratta di opere che vanno ad interferire con l'assetto idraulico e con i processi di evoluzione morfologica del corso d'acqua principale e che pertanto devono essere progettate in modo accurato, valutando attentamente i possibili effetti anche su larga scala.

Pennelli spondali (o repellenti)

Si tratta di una tipologia di opere idrauliche che da un punto di vista strettamente geometrico sono opere ibride tra quelle longitudinali e quelle trasversali, mentre da un punto di vista funzionale, in base al contesto e al modo in cui vengono realizzate, possono avere differenti funzioni.

In ogni caso sono strutture che inducono una deviazione di flusso della corrente, limitando l'erosione spondale e creando delle zone di calma a valle delle strutture ad elevato valore ecologico.

Le finalità più comuni di questo tipo di opere sono la protezione delle sponde dall'erosione e la creazione di un restringimento dell'alveo fluviale. Come finalità secondaria, che può diventare

anche preminente, svolgono anche un importante ruolo ai fini della diversificazione dell'habitat ripario. Le modalità costruttive sono molteplici e dipendono dall'effetto desiderato e dalle caratteristiche del corpo idrico.

A seconda della loro inclinazione si distinguono:

- pennelli ad angolo retto;
- pennelli inclinati verso monte (divergenti), soluzione che ha dimostrato di essere molto efficace per il consolidamento delle sponde, poiché in questo modo l'acqua viene deviata verso il centro del corso d'acqua;
- pennelli inclinati verso valle (convergenti). Questo tipo di repellenti devono essere ben protetti contro l'erosione lungo l'intero corpo dell'opera, a causa delle turbolenze idrauliche provocate (la tipologia realizzata più idonea è rappresentata da repellenti di massi).

Come intervento per favorire l'ingresso dell'acqua nei canali laterali si utilizzano normalmente i pennelli del terzo tipo (pennelli convergenti).

Figura 4.2: pennello spondale realizzato a protezione di una lanca, Parco Oglio Nord (comune di Soncino - CR)



A seconda delle tipologie di costruzione si distinguono principalmente:

- repellenti di massi/pietrame (vegetati);
- repellenti di gabbioni vegetati;
- repellenti a graticciata di ramaglia;
- repellenti di alberi grezzi;
- repellenti di fascine;
- repellenti con palizzata.

Manufatti ripartitori

Solitamente si tratta di manufatti ripartitori in contesti di reti irrigue artificiali, in riferimento ad opere idrauliche il cui scopo è proprio quello di suddividere le acque provenienti da un canale in due flussi distinti, secondo esigenze specifiche. Quando la suddivisione dei flussi deve essere percentualmente uguale indipendentemente dalla portata in ingresso, questi manufatti sono di solito costituiti da una soglia comune ai due rami, da un cuneo centrale che suddivide il flusso e da due luci di dimensioni tali da dividere la portata tra i due canali. In altri casi il ripartitore può invece avere lo scopo di limitare la portata che transita in un ramo del corso d'acqua; in questo caso il manufatto ripartitore assume la forma di uno scolmatore e viene invece realizzato abbinando uno sfioratore che devia l'acqua verso il canale secondario (diversivo) ed eventualmente da una luce ridotta che limita il flusso diretto verso il ramo principale.

Nel caso in esame, avendo evidentemente a che fare con corpi idrici naturali, i manufatti ripartitori sono solitamente realizzati in pietrame.

Essi sono di solito costituiti da una soglia di fondo realizzata trasversalmente su entrambi i rami, da un cuneo centrale in massi sciolti ed eventualmente da scogliere (preferibilmente alla rinfusa) sui lati esterni. Nel caso del Fiume Ticino, la soglia trasversale e la scogliera esterna possono essere evitate e l'intervento è quindi limitato alla realizzazione di una soglia di imbocco sul canale laterale, dal cuneo in pietrame sciolto ed eventualmente dalla scogliera sulla sponda di monte del canale laterale.

4.3.2 Impianto di vegetazione palustre, arbustiva e arborea

La messa a dimora lungo le sponde di un ambiente acquatico di vegetazione igrofila consente il miglioramento della qualità delle acque, in quanto la vegetazione può fungere da filtro per i nutrienti e per gli altri potenziali inquinanti contenuti nelle acque di dilavamento che afferiscono al corpo idrico. La vegetazione spondale svolge, inoltre, un ruolo fondamentale per la prevenzione e riduzione dell'erosione naturale delle sponde, grazie alla stabilizzazione dovuta

alle radici. Infine, svolge svariate funzioni tra cui quella di produzione primaria (fornendo cibo a invertebrati, pesci e uccelli acquatici), di habitat idoneo alla deposizione delle uova di alcune specie ittiche e anfibie, nonché alla nidificazione di numerosi uccelli acquatici, e di substrato per la colonizzazione da parte dei macroinvertebrati.

La rivegetazione delle sponde con essenze palustri può essere effettuata tramite la posa di rulli spondali (con funzione di stabilizzazione), costituiti da rotoli di biostuoia in fibra naturale (come cocco e juta) riempiti con terra e rizomi di elofite, oltre a materiale lapideo. I rizomi, sviluppandosi, formano un canneto a ridosso delle sponde in grado di svilupparsi autonomamente, senza alcun intervento successivo. La piantumazione di specie arboree ed arbustive rappresenta un'ulteriore soluzione per il miglioramento ambientale e paesaggistico. L'intervento prevede la piantumazione non tanto in corrispondenza del limite dell'acqua, dove è più adatta la messa a dimora di essenze palustri, quanto nelle fasce ad esso adiacenti, ossia quelle zone che fungono da filtro tra lo specchio d'acqua e gli ambienti circostanti, spesso di tipo agricolo. I terreni agricoli costituiscono infatti una potenziale fonte diffusa di nutrienti (azoto e fosforo in particolare) che, giungendo alle acque, possono causare eutrofizzazione.

Figura 4.3: esempio di colonizzazione da parte della vegetazione palustre e riparia (Fosson Morto, Morimondo - MI)



L'intervento prevede la messa a dimora di essenze arboree ed arbustive autoctone e tipiche delle zone umide, ecologicamente compatibili con le aree litorali d'impianto. A titolo esemplificativo, le essenze arboree da considerare che rispettano tali condizioni sono, nella prima fascia meso-igrofila, il salice bianco (*Salix alba*), il pioppo bianco (*Populus alba*) e il pioppo nero (*Populus nigra*), insieme ad un corredo di arbusti come la frangola (*Frangula alnus*); nella fascia riparia più esterna (mesofila) si possono invece introdurre la farnia (*Quercus robur*), l'olmo minore (*Ulmus minor*) e il frassino maggiore (*Fraxinus excelsior*), insieme ad un corredo di arbusti quali il sambuco (*Sambucus nigra*), la sanguinella (*Cornus sanguinea*), il biancospino (*Crataegus monogyna*) e il viburno (*Viburnum lantana*).

Figura 4.4: esempio realizzato di piantumazione delle sponde fluviali (Parco Oglio Nord, Soncino - CR)



Il materiale, se proveniente da vivaio, deve essere trasportato in vaso o con pane di terra, mentre, se reperito in loco, deve comprendere la zolla di impianto.

Se ben insediato, il sistema della piantumazione della fascia riparia è in grado di svilupparsi ed assolvere alle funzioni di stabilizzazione delle sponde, di ecofiltro e di ombreggiatura. Una corretta ed accurata manutenzione dell'intervento nei primi 3-5 anni successivi all'impianto aumenta considerevolmente la garanzia di attecchimento e l'efficacia dell'intervento.

Solitamente la piantumazione avviene tramite la tecnica dell'impianto in buche strettamente legate alla natura del suolo e alle dimensioni dell'apparato radicale degli alberi/arbusti (siano essi esemplari già sviluppati o piantine di altezza inferiore al metro). L'operazione di scavo si esegue a mano con pale o con piccole trivelle. Il materiale detritico di scavo va conservato per le operazioni successive come ad esempio drenaggi, riempimenti, ecc. Si pongono quindi le piante all'interno delle buche, avendo cura di non danneggiarne le radici.

In linea generale, è consigliabile l'utilizzo di shelter al fine di garantire un certo grado di protezione durante le prime fasi di sviluppo. Gli alberi e gli arbusti messi a dimora costituiranno un nucleo verde che potrà fornire sostentamento e rifugio a molte specie animali, specialmente avicole, rappresentando di fatto un vero e proprio elemento della rete ecologica. Inoltre, serviranno da connessione tra corpo idrico e habitat terrestri, svolgendo anche funzione di miglioramento paesaggistico e di consolidamento spondale.

4.3.3 Ecosistemi filtro

La realizzazione di particolari ambienti umidi in grado di affinare il carico inquinante in entrata nel corpo idrico può determinare un miglioramento significativo dal punto di vista ambientale, specialmente in termini di qualità delle acque.

Questi ambienti, indicati genericamente come ecosistemi-filtro, sono tipicamente costituiti da unità ecosistemiche differenti (specchi lentici, unità palustri, unità di prato umido, tratti lotici a corrente lenta di corpi idrici), organizzate secondo mosaici funzionali in grado di sviluppare capacità autodepurative particolarmente elevate. In alcuni casi si possono invece utilizzare corpi idrici esistenti ed adattarli in base alle esigenze e agli obiettivi fissati.

Figura 4.5: ecosistema filtro a flusso subsuperficiale



Anche l'inquinamento di tipo diffuso veicolato dalla rete idrografica minore (rogge e fossi di scolo agricoli), oppure proveniente dal dilavamento superficiale, può essere ridotto attraverso la realizzazione di ecosistemi filtro, mediante la sistemazione, il modellamento e la diversificazione degli alvei dei canali irrigui, oppure mediante la realizzazione di bacini naturaliformi colonizzati da vegetazione acquatica.

Passando attraverso tali sistemi, le acque vengono filtrate e affinate attraverso le diverse componenti (dal substrato, alla vegetazione, alle comunità batteriche) che partecipano, in diverso modo, a svolgere la rimozione del carico inquinante.

La funzione di ecofiltro si realizza attraverso i processi di fitodepurazione, un processo di depurazione che avviene nelle aree umide naturali dove, ad opera di organismi animali e/o vegetali presenti nel suolo e nelle acque che costituiscono il filtro biologico, si attuano meccanismi di depurazione naturale attraverso processi di filtrazione, assorbimento, assimilazione e degradazione batterica. E' dunque una capacità intrinseca di tutti gli ecosistemi acquatici, i quali, attraverso le proprie componenti, svolgono in modo naturale la depurazione delle acque.

Negli ecosistemi filtro, le varie componenti costitutive quali, ad esempio, il substrato, le piante acquatiche, le zone con più elevati battenti idrici, assumono importanti compiti nella trasformazione e rimozione del carico inquinante residuo presente nelle acque che vi vengono recapitate. I sistemi filtro, adattandosi e inserendosi in modo naturale in contesti anche di pregio ambientale, costituiscono veri e propri habitat e ambienti acquatici e palustri.

4.3.4 Posa di massi in alveo

La posa di massi all'interno dell'alveo degli ambienti laterali è un intervento di diversificazione morfologica finalizzato al miglioramento della qualità dell'habitat. L'introduzione di massi, singoli o in gruppi, è infatti uno dei metodi più semplici e più largamente utilizzati per fornire ai pesci ricoveri e habitat addizionali, aumentando il rapporto buche/raschi, creando quindi nuove buche.

Figura 4.6: esempio realizzato di massi in alveo (Fosson Morto, Morimondo - MI)



A valle dei massi, il substrato viene "spazzato" dalla corrente e si forma una buca, che, protetta dal masso stesso, costituirà un prezioso riparo dalla corrente per i pesci, soprattutto in occasione delle piene. L'utilizzo di massi di dimensioni diverse determina la formazione di rifugi adatti ad esemplari di taglia variabile e contribuisce così a produrre popolazioni ittiche più strutturate. Questo tipo di intervento permette inoltre di ricreare ambienti fondamentali per la deposizione delle uova e la crescita degli avannotti.

I massi che saranno impiegati dovranno avere preferibilmente caratteristiche analoghe a quelli presenti nel Fiume Ticino e dovranno essere collocati in cluster (ovvero gruppi di massi).

4.3.5 Posa di ceppaie, tronchi, ramaglia

Il principale obiettivo di questi interventi è quello di ricreare o incrementare il numero di rifugi per la fauna ittica, intervento che può avere effetti positivi in termini di diversità dell'habitat e di colonizzazione da parte dei pesci. La creazione di rifugi per la fauna ittica può avvenire nei seguenti modi:

- mediante la posa di gruppi di ceppaie sul fondo, ancorate a pali infissi sul fondo dell'alveo mediante cavo d'acciaio;
- attraverso la realizzazione di rifugi sottosponda da realizzarsi mediante la messa in opera di pali in legno, infissi ogni 2 metri lungo una linea parallela alla sponda, ai quali vengono ancorati, con cavi d'acciaio, alberi morti, ramaglia e frasche, in modo da lasciare un'intercapedine tra la ramaglia ed il fondo dell'alveo che svolga la funzione di rifugio per i pesci oltre a rappresentare un ambiente che può essere facilmente colonizzato dagli invertebrati.

Figura 4.7: esempio realizzato di rifugi spondali con tronchi e ramaglia (Fiume Lambro, Merone - CO)





5 Interventi di conservazione faunistica

In questo capitolo, viene presentato il risultato dell'analisi faunistica dell'area di Ticino di interesse, in relazione all'azione di progetto dedicata all'individuazione degli interventi di conservazione faunistica. L'azione è finalizzata al potenziamento del corridoio ecologico lungo il Fiume Ticino mediante interventi di valorizzazione del patrimonio faunistico di maggiore pregio e della sua biodiversità.

Il progetto prevede la predisposizione di progetti di gestione e conservazione faunistica rivolti alle principali specie di interesse comunitario o di elevato pregio naturalistico che presentano popolazioni alterate o minacciate.

Le criticità che attualmente insistono a livello del corridoio ecologico del Fiume Ticino hanno determinato, per alcune specie legate all'ambiente fluviale, una minore disponibilità di habitat idonei allo svolgimento delle diverse fasi del ciclo biologico, un parziale isolamento spaziale, in via di progressivo superamento, un effetto negativo legato all'invasività di specie esotiche competitori. Come ampiamente descritto nel capitolo primo, particolare attenzione merita la componente ittica del fiume in relazione alla sua importanza e al fatto che è direttamente in grado di fornire lo stato qualitativo e di benessere dell'intero ecosistema.

In relazione alla localizzazione delle criticità individuate anche dalle azioni complementari di progetto, e all'importanza della componente, gli interventi di conservazione si sono concentrati sulla risoluzione delle problematiche legate alla predisposizione di progetti di conservazione della fauna ittica.

5.1 Individuazione delle specie target

La predisposizione di azioni di salvaguardia e gestione faunistica è finalizzata al sostegno di quelle popolazioni che risultano particolarmente vulnerabili, in relazione alla loro estrema sensibilità ambientale e al precario stato di conservazione e diffusione nel territorio di interesse. Queste presentano un grado di compromissione tale da non consentirne un recupero spontaneo anche a seguito degli interventi di miglioramento ambientale previsti e attuati nell'ambito delle altre azioni di progetto, tra cui la riqualificazione idro-morfologica dell'asta fluviale e delle lanche e la deframmentazione della percorribilità fluviale.

Le specie per le quali si ritiene opportuno individuare interventi di salvaguardia sono le seguenti:

Storione cobice (*Acipenser naccarii*)

Storione ladano (*Huso huso*)

Trota marmorata (*Salmo marmoratus*)

Luccio italico (*Esox cisalpinus*)

Pigo (*Rutilus pigus*)

Barbo italico (*Barbus plebejus*)

Barbo canino (*Barbus caninus*)

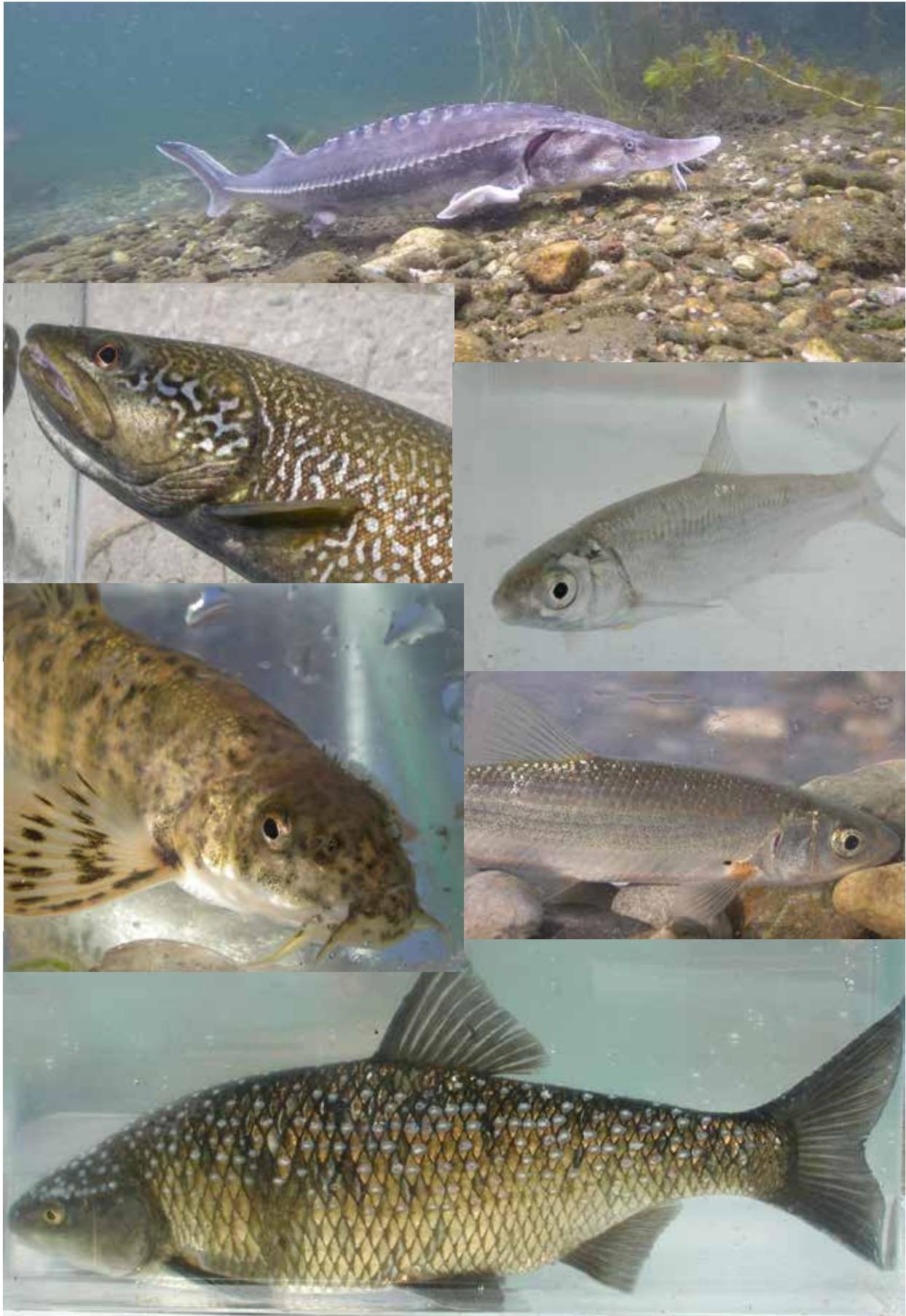
Savetta (*Chondrostoma soetta*)

Lasca (*Protochondrostoma genei*)

Delle specie citate alcune sono già oggetto di programmi di conservazione: lo storione ladano e lo storione cobice. Lo storione cobice è protagonista del Progetto LIFE+ 11/NAT/IT/188 "Ripristino della connettività del bacino del Po per la libera migrazione di *A. naccarii* e altre 10 specie in all. II" - ConfluPo (2013-2017). Il progetto renderà nuovamente possibile la libera migrazione dei pesci dal mare oltre la diga di Isola Serafini a Piacenza, unica barriera artificiale presente sul fiume fino a Torino. Inoltre, in questo progetto, è prevista la riproduzione artificiale e il ripopolamento in fiume anche del pigo, della savetta, della lasca e del barbo comune. Entrambi gli storioni sono oggetto del programma LIFE+15/NAT/IT/000989 "Enhancing biodiversity by restoring source areas for priority and other species of Community interest in Ticino Park" - Biosource. Il progetto Life Biosource rappresenta la prima esperienza di reintroduzione di *H. huso* in Italia dalla sua scomparsa avvenuta oltre 40 anni fa.

Una specie che invece non è ancora oggetto di azioni di ripopolamento a lungo medio termine, ma che si ritiene importante recuperare è il barbo canino, specie storicamente presente nel tratto di fiume interessato ma che risulta attualmente localmente estinto.





Gli interventi di conservazione individuati per le specie sopracitate vengono descritti nei paragrafi seguenti.

5.2 Individuazione degli interventi di conservazione della fauna ittica

Tra gli interventi di conservazione della fauna ittica sono stati individuati i seguenti:

- progettazione di interventi di ripopolamento con esemplari provenienti da incubatoi e allevamenti ittici delle specie storione cobice, storione ladano, trota marmorata, luccio, pigo, barbo comune, savetta, lasca, che garantiscano la conservazione delle caratteristiche di purezza genetica e selvaticità proprie di ciascuna specie; l'intervento è finalizzato alla salvaguardia di tali specie autoctone e a favorire la ripresa di popolazioni vitali in grado di auto-mantenersi;
- azioni di contenimento di specie ittiche alloctone dannose per l'equilibrio della comunità ittica. Nell'ambito del corso di Ticino d'interesse per il progetto si ritiene che tali attività debbano essere indirizzate verso il siluro che, a causa delle sue caratteristiche autoecologiche, è considerato una delle principali minacce per la fauna ittica dell'intero bacino del Fiume Po. Il siluro può essere considerato responsabile del declino demografico di alcune popolazioni di Ciprinidi delle quali si nutre, e verso altre specie e popolazioni poichè in grado di occuparne la nicchia trofica. Esso è specie opportunistica prevalentemente ittiofaga al vertice della piramide alimentare acquatica;
- interventi di dissuasione del cormorano.

Nei capitoli che seguono saranno definiti nel dettaglio i singoli interventi previsti.

5.2.1 Interventi di ripopolamento della fauna ittica

L'intervento è finalizzato alla salvaguardia delle specie autoctone e a favorire la ripresa di popolazioni vitali in grado di auto-mantenersi mediante la predisposizione di piani di ripopolamento che prevedono generalmente le seguenti fasi:

- stabulazione di riproduttori prossimi alla completa maturazione sessuale;
- riproduzione artificiale;
- incubazione delle uova;
- nascita degli avannotti e riassorbimento del sacco vitellino;
- primo allevamento degli avannotti;
- semina degli avannotti in ambiente naturale.

L'allevamento viene effettuato in impianti ittiogenici che possono essere distinti in relazione al ciclo di allevamento che può essere di tipo aperto oppure di tipo chiuso. Nelle strutture cosiddette a ciclo aperto il ciclo di allevamento è basato su riproduttori che non sono allevati all'interno della struttura stessa ma che vivono in natura, e quindi in questo caso la riproduzione artificiale è legata alla disponibilità di soggetti sessualmente maturi e alla loro cattura negli ambienti naturali, oppure provenienti da ambienti semi-naturali di stabulazione, come le vasche di stabulazione di un altro incubatoio; in alternativa si può procedere con l'acquisto sul mercato nazionale di uova embrionate fatte poi schiudere presso l'incubatoio.

Nella struttura a ciclo chiuso vengono invece allevati anche gli individui adulti; l'impianto, dunque, ospita in apposite vasche o bacini, i riproduttori con i quali si effettua la riproduzione artificiale. In generale, quindi, come prima fase del processo di ripopolamento è necessaria la cattura in ambiente naturale o in ambiente controllato di riproduttori delle specie obiettivo in periodo di frega, per avviare conseguentemente la successiva riproduzione artificiale e l'incubazione e schiusa delle uova. Ciò permette anche di avere la certezza della provenienza delle uova, selezionando i riproduttori che maggiormente rappresentano le popolazioni e i ceppi locali, che sono il risultato di una lunghissima selezione genetica. I caratteri genetici, che costituiscono il pregio delle popolazioni autoctone, saranno in tal modo conservati e perpetrati dalla discendenza, senza il rischio di diluizione di tale patrimonio ad opera di popolazioni provenienti da ambienti e bacini completamente diversi. È possibile inoltre effettuare un controllo sanitario che può essere effettuato sui riproduttori e proseguito per tutta la durata dell'incubazione delle uova e della loro schiusa.

Figura 5.1: esemplari di riproduttori maschi di pigo utilizzati per la fecondazione, 2013 Fiume Ticino



Negli impianti a ciclo aperto, i riproduttori devono essere catturati in ambiente naturale, tramite attività di pesca elettrica svolta nel periodo riproduttivo della specie target, oppure recuperati presso altri incubatoi che attuano il ciclo chiuso.

Poiché al momento della verifica del grado di maturazione sessuale i soggetti potrebbero mostrarsi non ancora perfettamente pronti alla riproduzione, per ottimizzare le operazioni e minimizzare lo stress della cattura, i pesci possono essere stabulati per alcuni giorni nelle vasche esterne, che devono disporre di un volume d'acqua sufficiente; essi potranno quindi essere testati periodicamente, a cadenza di alcuni giorni, verificando il raggiungimento della maturità sessuale.

Figura 5.2: a sinistra attività di spremitura di esemplari di pigo maschio, Fiume Ticino; a destra spremitura e fecondazione di uova di barbo comune, Fiume Ticino



Le uova fecondate, ottenute a seguito della riproduzione artificiale, devono essere sistemate nelle rispettive strutture di incubazione, differenti a seconda della specie target e quindi delle caratteristiche di adesività o meno delle uova.

Nelle bottiglie di Zug le uova che si schiudono, per effetto del trascinamento esercitato dal flusso idrico, si riversano nelle vaschette di contenimento sottostanti le bottiglie stesse. Le bottiglie consentono lo sviluppo embrionale delle uova "adesive"; sono costituite da un cilindro, in genere trasparente di vetro o materiale plastico, posto verticalmente, in cui il flusso dell'acqua avviene dal basso verso l'alto. Sono disponibili diversi volumi a seconda delle esigenze di spazio e di numero di uova da produrre, e vanno dai 3 agli 8 litri. La parte superiore è aperta per permettere

lo sfioro dell'acqua. La bottiglia è sostenuta da un castello in metallo sul quale sono fissati i tubi flessibili di carico e scarico delle acque. Lo scarico delle acque dalla bottiglia, prima di giungere alla tubazione di scarico, viene convogliato in una vaschetta in metallo o in materiale plastico che serve per la raccolta delle larve ecclose. Il sistema ha la funzione di mantenere costantemente in sospensione e in movimento l'intera massa delle uova che in questo modo non hanno la possibilità di incollarsi le une alle altre, cosa che ne pregiudicherebbe il corretto sviluppo. Il flusso idrico in ogni singola bottiglia viene regolato per mezzo di una valvola a sfera posta all'ingresso.

Figura 5.3: uova fecondate di storione (a sinistra) in bottiglie di Zug, incubatoio la Fagiana, Parco Ticino; a destra uova fecondate di pigo in bottiglie di Zug, incubatoio FIPSAS Porto Torre (VA)



Nelle vasche rettangolari o californiane, le uova giungono a schiusa appoggiate sui telaini metallici, dopodichè possono rimanere nelle vasche stesse, previa asportazione dei telaini e dei gusci, anche per alcune settimane qualora si decidesse di provare a nutrire con mangime gli avannotti ed accrescerli in cattività. Le vasche sono idonee allo sviluppo di uova non adesive come quelle delle trote, che quindi non necessitano di una continua agitazione e sospensione e anzi, dopo poche ore dalla fecondazione risultano suscettibili ai traumi dovuti al movimento. Il cestello superiore, dove vengono ospitate le uova appena fecondate, possiede un fondo in lamiera traforato con feritoie lunghe circa 2 – 3 centimetri e aventi una larghezza di circa 3 mm, leggermente inferiore al diametro delle uova (circa 4-5 mm). In questo modo la circolazione dell'acqua avviene uniformemente e lentamente su tutta la superficie della vaschetta, dal basso

verso l'alto e senza che le uova si muovano. Una volta che gli avannotti sono ecclosi, passano attraverso le feritoie e cadono nel cestello sottostante, con un fondo di lamiera finemente forata (diametro di circa 1 – 2 mm), ove vi rimangono sino al completo riassorbimento del sacco vitellino; i gusci vuoti invece rimangono sulla griglia sovrastante e possono essere facilmente rimossi asportando il cestello superiore. La circolazione dell'acqua avviene sempre dal basso verso l'alto. La distribuzione dell'acqua avviene in testa al castello e per caduta passa in sequenza nei cestelli sottostanti fino allo scarico finale. Gli avannotti, una volta riassorbito il sacco vitellino, possono essere spostati in vasche in vetroresina di maggiori dimensioni dove può avere inizio lo svezzamento tramite mangime.

In alternativa alle vasche californiane possono essere utilizzate, solo per il periodo dell'embrionatura, gli embrionatori verticali, strumenti simili alle bottiglie di Zug, ma nelle quali il flusso dell'acqua, dal basso verso l'alto, attraversa molto lentamente il letto di uova, senza muoverle. Possono essere costituiti da tubi in plastica sia trasparenti che opachi, di diverso diametro e altezza, posti verticalmente, dove un sifone, alimentato per caduta, fa affluire l'acqua dal basso verso l'alto. La regolazione dell'afflusso è consentita da una valvola o da un rubinetto all'imbocco del sifone stesso, mentre l'acqua in uscita sfiora liberamente. In ogni caso quando le uova sono giunte a maturazione completa (nelle quali è possibile intravedere gli occhi dell'embrione e cogliere piccoli movimenti), qualche giorno prima della schiusa è necessario prelevare le uova dall'embrionatore e depositarle su un cestello di una californiana per favorirne la schiusa e permettere la divisione dei gusci dalle larve. Per questo sistema è indispensabile prevedere la disinfezione periodica delle uova in quanto non è possibile intervenire con la rimozione delle uova morte o non fecondate che possono far insorgere infezioni batteriche e fungine, aggressive per le uova rimanenti.

Il periodo d'incubazione delle uova è dipendente dalla temperatura dell'acqua, entro i limiti fisiologici di ogni specie interessata; ovviamente esiste un range termico entro cui deve mantenersi la temperatura e al di fuori del quale si verifica la morte delle uova. Dopo la schiusa, gli avannotti per alcuni giorni non si alimentano e si accrescono utilizzando il sacco vitellino; una volta riassorbito il sacco, quando le larve iniziano a ricercare attivamente il cibo, si passa alla delicata fase dello svezzamento.

L'eventuale primo allevamento degli avannotti in incubatoio può essere realizzato nelle vasche poste all'interno dell'incubatoio, diradando progressivamente i pesci per evitare fenomeni di sovradensità, oppure, in un momento successivo, nelle vasche poste all'esterno. Qui si possono spostare soggetti (ad esempio trotelle di qualche centimetro) già svezzati per un ulteriore accrescimento in cattività.

Più complesso è un eventuale allevamento d'avannotti di alcune specie ittiche, non essendo disponibili al momento idonei mangimi commerciali. Possono però essere testati protocolli sperimentali di svezzamento utilizzando diverse fonti alimentari: plancton congelato, *Artemia* allevata in loco o altro.

Le attività dell'incubatoio si concludono con la reintroduzione in ambiente naturale dei pesci prodotti; i siti di rilascio dovranno essere preventivamente individuati, sulla base dell'idoneità delle caratteristiche ambientali per ciascuna specie target.

Figura 5.4: avannotti di storione di 3-4 cm, allevati con Artemia salina, incubatoio La Fagiana Parco Ticino



Figura 5.5: larve di lasca a sacco vitellino riassorbito, presso incubatoio FIPSAS Porto Torre (VA)



Figura 5.6: attività di semina di avannotti di pigo, barbo e savetta nel Ramo Delizia (Fiume Ticino)



5.2.2 Contenimento del siluro

Tra le specie ittiche esotiche segnalate lungo il corso del Ticino e, in particolare, nel tratto di interesse, certamente occorre evidenziare la crescente diffusione del siluro.

Il siluro, a causa delle sue caratteristiche autoecologiche, è considerato una delle principali minacce per la fauna ittica dell'intero bacino del Fiume Po, responsabile del declino demografico di alcune popolazioni di Ciprinidi delle quali si nutre. Specie originaria dell'Europa centro-orientale, mostra un'ampia adattabilità ambientale e un notevole potenziale di colonizzazione; rappresenta, in termini trofici, un opportunisto prevalentemente ittiofago che si pone al vertice della piramide alimentare acquatica e, viste le dimensioni che può raggiungere, è in grado di predare anche soggetti di grande taglia; inoltre, il siluro ha una velocità di crescita abbastanza elevata, un periodo riproduttivo lungo che riduce notevolmente i rischi dovuti a eventi climatici o idrologici per la prole, ed entra in competizione con altri predatori come il luccio per i rifugi. L'indole aggressiva e la forte pressione predatoria che esercita sulle specie autoctone, unitamente alla sua elevata prolificità, fanno dunque del siluro uno degli elementi maggiormente impattanti sulla fauna ittica autoctona, determinando, nelle aree di maggiore concentrazione della specie, una rarefazione e un impoverimento della comunità ittica tali da rendere necessari interventi di contenimento tramite prelievi selettivi finalizzati all'eradicazione di questa specie.

Per questa specie ittica alloctona si prevedono dunque interventi di contenimento numerico di tipo selettivo volti a contrastarne la diffusione lungo il tratto di Ticino di interesse.

L'attività di contenimento numerico ha lo scopo di contrastare la diffusione delle specie esotiche e invasive lungo il fiume, nel tratto di interesse e, in particolare, nei tratti a maggior valenza naturalistico-ambientale e di maggior pregio ittico.

In generale, tali interventi sono finalizzati al ripristino degli equilibri all'interno della comunità ittica e alla conservazione del patrimonio ittico autoctono.

Lo svolgimento delle attività di contenimento selettivo presuppone le seguenti fasi:

- individuazione dei siti di intervento;
- programmazione delle attività di contenimento (siti di intervento, tempistiche, frequenza delle campagne);
- campagne di elettropesca nei tratti fluviali individuati;
- soppressione dei soggetti catturati e successivo smaltimento delle carcasse secondo quanto stabilito dalla normativa vigente.

In termini operativi, l'attività di contenimento viene effettuata mediante la tecnica dell'elettropesca. Il sistema della pesca elettrica si basa sull'effetto che un campo elettrico produce sul pesce: mediante un elettrostorditore alimentato da un motore a scoppio viene, infatti, generato un campo elettrico tra due elettrodi, lancia (anodo) e massa (catodo), tra i quali si stabilisce una corrente elettrica nell'acqua.

Nel caso di un fiume di grandi dimensioni come il Ticino, l'elettropesca potrà essere effettuata da imbarcazione, mediante utilizzo di elettrostorditore barellabile.

Figura 5.7: esemplari adulti di siluro, Fiume Ticino



L'azione di contenimento prevede lo svolgimento di campagne periodiche di elettropesca compiute sia di giorno sia di notte volte alla rimozione dei soggetti di tale specie.

L'elettropesca diurna risulta una tecnica efficace per la cattura, a parità di sforzo, di un consistente numero di esemplari di tutte le taglie; la strategia di elettropesca notturna si rivela invece particolarmente efficace in estate per la cattura dei soggetti adulti impegnati nell'attività alimentare.

Figura 5.8: attività di contenimento del siluro



5.2.3 Interventi di dissuasione del cormorano

Il cormorano (*Phalacrocorax carbo*) è un uccello che si nutre quasi esclusivamente di pesci, che cattura prevalentemente durante il giorno mediante immersioni, spingendosi anche a diversi metri di profondità. Le abitudini alimentari di questi uccelli, strettamente piscivori anche in inverno, comportano spostamenti di oltre 50 km tra i dormitori notturni e le zone di pesca. Le battute di pesca avvengono in acque medio-basse e possono essere effettuate singolarmente o in gruppo; sono frequenti situazioni di commensalismo tra cormorani, gabbiani e aironi cenerini (Fornasari et al., 1992 in Tosi et al., 2003).

È specie politipica a distribuzione cosmopolita, con ampio areale di distribuzione che, dalla Groenlandia e dalle coste atlantiche settentrionali del Nord America, si estende attraverso l'Europa e l'Asia fino all'Australia e alla Nuova Zelanda e verso sud raggiunge il Sud Africa. La

sottospecie *P. c. sinensis* è distribuita in Europa centro-meridionale, sulle coste baltiche e in Asia, fino al Giappone e Ceylon. In Europa la specie è distribuita omogeneamente lungo le coste marine e nelle zone umide. Migratore parziale, sverna lungo le coste atlantiche e mediterranee e negli ambienti acquatici continentali, mentre la maggior parte della popolazione nidifica nel nord Europa.

Figura 5.9: esemplari di cormorano, Lago Maggiore



In Italia il cormorano è presente sia come nidificante sia come svernante; mentre in passato la specie era prevalentemente costiera, risulta ormai presente con continuità lungo le coste e su buona parte della rete idrografica interna (Baccetti et al., 2002).

In Lombardia la specie è sedentaria parziale. La frazione maggiore della popolazione è migratrice regolare e svernante; la migrazione primaverile si svolge indicativamente da metà febbraio ad aprile, quella autunnale da agosto a dicembre (Vigorita & Cucè, 2008).

La criticità legata al fenomeno di espansione demografica di queste popolazioni ornitiche a livello provinciale è rappresentata dall'impatto predatorio che tali uccelli esercitano sulla fauna ittica. In generale, la predazione da parte degli uccelli ittiofagi non soltanto determina un prelievo diretto di pesci, con riduzione di densità e biomassa delle popolazioni predate, ma comporta anche numerosi effetti secondari, che si ripercuotono sul patrimonio ittico.

Per quanto riguarda il cormorano in particolare, diversi studi documentano una serie di effetti

indiretti, conseguenti alla predazione da parte di questa specie sui popolamenti ittici, che possono incidere sulla struttura di popolazione quali:

- il ferimento dei soggetti che sfuggono alla cattura, in grado di condizionare lo stato sanitario e renderli maggiormente suscettibili alle malattie; il cormorano produce sui pesci predati una ferita caratteristica, più profonda e di forma triangolare su un lato del corpo (la tipica lesione da "beccata"), e l'impronta della mandibola inferiore sull'altro lato; tale lesione è peraltro ben distinguibile da quella prodotta dagli altri uccelli ittiofagi;
- una possibile alterazione del comportamento dei pesci, che vengono spaventati e spesso indotti ad abbandonare il loro habitat naturale frequentato dai cormorani, anche in momenti strategici quali la riproduzione o il periodo di rifugio invernale, e a localizzarsi in aree scarsamente idonee in termini di autoecologia delle specie, determinando una distribuzione innaturale dei soggetti con possibili conseguenze negative sulla demografia delle popolazioni; gli effetti a lungo termine di tali modificazioni comportamentali non sono facilmente prevedibili in termini quantitativi ma risultano certamente negativi.

Tali effetti negativi possono comportare dunque un danno non soltanto sul patrimonio ittico, ma anche sulle attività di pesca professionale e sportiva e di piscicoltura.

Per meglio comprendere gli effetti della presenza dei cormorani sul popolamento ittico di un grande fiume come il Ticino, in provincia di Varese, nell'ambito delle attività di censimento dell'ittiofauna del Fiume Ticino, sono state condotte nel 2004 specifiche indagini di campo, attraverso il supporto di subacquei della Federazione Italiana Pesca Sportiva ed Attività Subacquee, al fine di verificare la presenza e l'abbondanza delle diverse specie ittiche in tratti con differenti caratteristiche morfologiche e di naturalità. Dalle osservazioni effettuate è emerso come la presenza e l'abbondanza di fauna ittica nel periodo invernale sia strettamente legata alla possibilità per i pesci di trovare rifugi ove nascondersi; tale indicazione deriva dal fatto che le maggiori concentrazioni sono state rinvenute in presenza di ostacoli naturali o artificiali (alberi, massi, ecc.) che consentivano ai pesci di ripararsi, mentre si è potuta notare la quasi totale assenza di pesci in tutti quei tratti a minore profondità, con fondale e sponde regolari che non offrono riparo alcuno ai pesci rispetto all'attività predatrice degli uccelli ittiofagi. Sono state a tal proposito evidenziate zone completamente coperte dalla vegetazione, come rami laterali o piccoli affluenti, con grande abbondanza di fauna ittica e con densità immotivate se non per il livello di protezione offerto dalla vegetazione e, di contro, assenze di pesci in tratti "aperti". Tale assenza non è necessariamente da spiegare attraverso una totale predazione del pesce presente, ma più probabilmente come uno spostamento dei pesci presenti verso zone che offrono maggiore protezione. Tali modificazioni comportamentali, come sopra anticipato, possono comportare gravi, anche se non quantificabili, conseguenze legate all'abbandono forzato di alcuni habitat a scapito di altri, dove si registrano concentrazioni anormali, con insufficienti risorse alimentari e

rischi sanitari.

Lo studio condotto dall'Università dell'Insubria (Tosi et al., 2003) sempre in provincia di Varese, relativamente al Fiume Ticino, dove sono emerse, nei tratti indagati, alterazioni della composizione in specie e dell'abbondanza dei popolamenti ittici rispetto ad alcuni anni precedenti alle indagini, rileva inoltre come una intensa attività di predazione da parte dell'avifauna ittiofaga, sebbene non selettiva, possa rappresentare un fattore di condizionamento aggiuntivo sulle specie ittiche più pregiate e rare, tra cui la trota marmorata, il temolo e la lasca.

Conclusioni del tutto analoghe a quelle sopra illustrate sono emerse dallo studio condotto in provincia di Milano (Galli, Angeli & Crosa, 1999), nell'ambito del quale è stato osservato come l'azione di disturbo dei cormorani sul Ticino e sull'Adda si manifesti con un'alterazione del comportamento delle specie ittiche predate, prevalentemente cavedani e savette, che tendono a spostarsi dall'asta principale e a rifugiarsi negli ambienti laterali, in zone con maggiore disponibilità di rifugi quali rami e tronchi che limitano la possibilità di caccia del cormorano.

La predazione del cormorano può dunque costituire un fattore limitante per i popolamenti ittici e, in particolare, per le comunità pregiate a salmonidi; questi ultimi, infatti, sia dal punto di vista quantitativo sia in termini di capacità di riproduzione, non sono in grado di sostenere elevati tassi di predazione come quelli cui possono sottoporli grosse colonie di cormorani e aironi. Nel caso del temolo, inoltre, che, a differenza della trota vive in branchi, non fa uso abituale di rifugi e frequenta tratti di fiume aperto (Gandolfi et al., 1991), la vulnerabilità alla predazione degli uccelli ittiofagi può risultare particolarmente elevata, soprattutto nel periodo invernale, con portate di magra.

In relazione a quanto esposto in precedenza, l'obiettivo degli interventi proposti è la riduzione dell'impatto creato dalla predazione del cormorano sulla fauna ittica del Fiume Ticino.

Le modalità di intervento, finalizzate alla mitigazione degli effetti derivanti dall'attività del cormorano sui popolamenti ittici, consistono principalmente in attività di dissuasione che possono essere di tipo incruento e cruento.

5.2.3.1 Metodi dissuasivi incruenti

Attività dissuasive dirette

Questa tipologia di interventi nel complesso è finalizzata ad allontanare in modo incruento i cormorani dalle aree di alimentazione o ad impedire loro di raggiungere in modo proficuo tali aree. Per loro natura tali attività possono essere di tipo diretto sugli animali piuttosto che di tipo indiretto sull'habitat mediante mezzi che impediscono la predazione. Trattandosi di interventi che potrebbero arrecare disturbo ad altre specie presenti, essi richiedono l'adozione di tutti gli accorgimenti possibili per rendere gli interventi estremamente selettivi e minimizzare quindi tali eventuali potenziali disturbi.

Gli interventi dissuasivi indiretti possono consistere in:

- dissuasione mediante spari di fucile: questa attività prevede lo sparo verso i cormorani con cartucce caricate con pallini di gomma o di mais o di altro materiale che non uccide l'uccello ma lo disturba in modo più efficace del semplice sparo a salve. Tale attività prevede la presenza di operatori specializzati con interventi continuativi fino a che gli animali disturbati con continuità non sono spinti a cambiare area di alimentazione;
- dissuasione mediante fucile laser: questo intervento prevede l'utilizzo di un fucile laser, in grado di proiettare un fascio luminoso di luce rossa che disturba gli animali e li allontana. Questa metodica è particolarmente efficace nelle ore con assenza di luce, quindi sugli animali sul posatoio;
- dissuasione mediante raudi: questa tecnica prevede lo sparo di petardi lungo il fiume in presenza dei principali gruppi di cormorani durante l'alimentazione. Non è prevista particolare preparazione per gli operatori impegnati (possono quindi essere coinvolti anche pescatori, volontari), ma una notevole continuità nell'intervento. Questo tipo di attività deve essere svolto in modo estremamente selettivo, avendo cura di non arrecare disturbo ad altre specie presenti quali gli Anatidi. Inoltre, è molto importante valutare dopo lo sparo, o più spari se necessario, la reazione degli animali: se fuggono, in quale direzione o per quale distanza (si tratta cioè di capire se prendono il volo e si allontanano scomparendo dalla vista degli operatori oppure se si spostano di poche decine o centinaia di metri); se ritornano e con quali tempi (pochi minuti, alcune ore, fino al giorno successivo); l'effetto ottenuto in giorni successivi (si tratta di capire se la reazione è sempre la stessa, oppure è maggiore o minore) anche quantificando il tempo di ritorno (es. il primo giorno non ritornano più, poi dopo alcune ore, quindi dopo pochi minuti). Complessivamente l'attività dovrebbe essere quotidiana e durare almeno un mese.

Attività dissuasive indirette

Con questa definizione si intendono attività che rendono difficoltosa o nulla l'attività predatoria degli uccelli ittiofagi non disturbandoli direttamente ma "proteggendo i siti" in cui questi si alimentano. Questa attività costituisce la prima opzione per tutti quegli ambienti contenuti e con grande concentrazione di pesce come gli allevamenti o le pesche sportive. In ambiente naturale l'applicabilità di tali metodiche si complica notevolmente sebbene in alcune zone particolari dove sono concentrate popolazioni ittiche di pregio e dove la loro realizzazione sia possibile, possono costituire un valido approccio sperimentale.

Questa modalità di intervento prevede il posizionamento di nastri sui fiumi, stendendo, da riva a riva, attraverso il fiume sopra l'acqua, una serie di nastri colorati sopra i tratti dove è nota la presenza di banchi di pesci sensibili alla predazione dei cormorani. L'effetto è quello di rappresentare un disturbo al volo (in particolare all'atterraggio e alla ripartenza) e quindi di impedire che gli stessi cormorani si fermino in questi tratti di particolare pregio. Tale attività può

essere effettuata e monitorata da personale non specializzato e risulta idonea nei tratti montani dei corsi d'acqua dove le dimensioni dell'alveo consentono di operare in tal senso.

5.3.3.2 Metodi dissuasivi cruenti

I metodi di tipo cruento consistono nell'abbattimento, effettuato ai sensi dell'art.19-bis della Legge 157/92 e dell'art. 41 della L.R. 26/93 e s.m.i. Tali attività, sebbene definite cruento, sono considerate di tipo "dissuasivo" poiché si intende raggiungere l'effetto desiderato non attraverso un abbattimento della maggior parte dei cormorani presenti nell'area di intervento, bensì, attraverso l'abbattimento di pochi esemplari per intervento, inducendo gli altri a trasferirsi in altre aree, anche con interventi ripetuti nel tempo. La finalità degli interventi consiste nell'indirizzare l'attività alimentare dei cormorani verso ambienti con maggiore capacità portante, in modo da tutelare in particolare i siti di frega delle specie ittiche di particolare valore conservazionistico.

BIBLIOGRAFIA

- Baccetti N., Dall'Antona P., Magagnoli P., Melega L., Serra L., Soldatini C., Zenatello M., 2002.** Risultati dei censimenti degli uccelli acquatici svernanti in Italia: distribuzione, stima e trend delle popolazioni nel 1991-2000. Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica "Alessandro Ghigi". Volume 111.
- Galli P., Angeli L. & Crosa G., 1999.** Effetti della predazione del cormorano sulla fauna ittica in provincia di Milano. Provincia di Milano. Direzione Centrale Ambiente. Settore Caccia e Pesca.
- Gandolfi G., Zerunian S., Torricelli P. & Marconato A., 1991.** I pesci delle acque interne italiane. Ist. Poligr. E Zecca dello Stato, Roma, XVI + 617 pp.
- Ghetti P.F. & Bonazzi G., 1981.** I macroinvertebrati nella sorveglianza ecologica dei corsi d'acqua. Manuali di utilizzazione degli indicatori biologici di qualità delle acque, AQ/1/27, C.N.R., Roma, 181 pp.
- Ghetti P.F., 1986.** Manuale di applicazione. I macroinvertebrati nell'analisi di qualità dei corsi d'acqua. Indice Biotico E.B.I., modif. Ghetti. Ed. Provincia Autonoma di Trento - Stazione Sperimentale Agraria Forestale - Servizio Protezione Ambiente, Trento, 111 pp.
- Junk, W. J., Bayley P. B., Sparks R. E., 1989.** The flood pulse concept in river-floodplain systems. P. 110-127. In D. P. Dodge (ed.) Proceeding of the International Large River Symposium. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 106.
- Karr J.R. & Dudley D.R., 1981.** Ecological perspective on water quality goals. Environmental Management 5: 55-68.
- Karr J.R., Fausch K. D., Angermeier P. L., Yant P. R., Schlosser I. J., 1986.** Assessing Biological Integrity in Running Waters. A Methods and Its Rationale. Illinois Natural History Survey, Special Publication 5, 28 pp.
- Larinier M., Travade F., 1992.** Les techniques de contrôle des passes à poissons. Bull. Fr Pêche Piscic., 326 - 327 suppl.: 151 - 164.
- Larinier M., Travade F., Porcher J.P., 2002.** Fishways: biological basis, design criteria and monitoring. Bull. Fr. Pêche Piscic., 364 suppl.: pp 208.
- Madoni P. & Ghetti P.F., 1985.** Micro e macroinvertebrati degli ambienti di acque correnti, in Seminario di aggiornamento ECOLOGIA DELL'AMBIENTE FLUVIALE. Amministrazione Provinciale - Unità Sanitaria Locale N.9 - Reggio Emilia, Centro Italiano Studi di Biologia Ambientale. pp. 171-189.

Metcalf-Smith J.L., 1994. Biological Water-Quality Assessment. The Rivers Handbook. Hydrological and Ecological Principles, Vol.2. Calows P. & Petts G. Eds., Blackwell Scientific Publications, Oxford, pp 144-170.

Ravera O., 1975. Gli indicatori ambientali: il punto di vista dell'ecologo, in Gli indicatori ambientali: valori, metri e strumenti nello studio di impatto ambientale. FAST - SITE, Milano, pp.43-54.

Riservato E., Fabbri R., Festi A., Grieco C., Hardersen S., Landi F., Utzeri C., Rondinini C., Battistoni A. & Teofili C. (compilatori), 2014. Lista Rossa IUCN delle libellule Italiane. Comitato Italiano IUCN e Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Roma.

Rosemberg D.M. & Resh V.H., 1993. Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates. Rosemberg D.M. & Resh V.H Eds., Chapman & Hall Inc., London, 488 pp.

Schmetterling D.A., Clancy, C.G. & Brandt T.M., 2001. Effects of riprap bank reinforcement on stream salmonids in the western United States. Fisheries, 26(7): 6-23.

Stewart G.B., Bayliss H.R., Showler D.A., Sutherland W.J., Pullin A.S., 2009. Effectiveness of engineered in-stream structure mitigation measures to increase salmonid abundance: A systematic review, 2009. Ecological applications 19(4): 931-41.

Tosi G., Martinoli A., Gagliardi A., Puzzi C., Viganò A., Wauters L. & Bianchi A., 2003. Caratterizzazione delle popolazioni di alcune componenti dell'avifauna acquatica e loro potenziale influenza sull'ittiofauna presente nei principali corpi idrici della provincia di Varese. Università degli Studi dell'Insubria. Provincia di Varese, Settore Politiche per l'Agricoltura e Gestione Faunistica.

Vigorita V. & Cucè L. (a cura di), 2008. La fauna selvatica in Lombardia. Rapporto 2008 su distribuzione, abbondanza e stato di conservazione di uccelli e mammiferi. Regione Lombardia – DG Agricoltura. Università degli Studi di Pavia.

