



STRATEGIE DI RIQUALIFICAZIONE AMBIENTALE DEL FIUME OGLIO SUBACUALE

(dal lago d'Iseo al Po)



parco
oglio sud



fondazione
cariplo



PARCO OGLIO NORD



provincia
di mantova

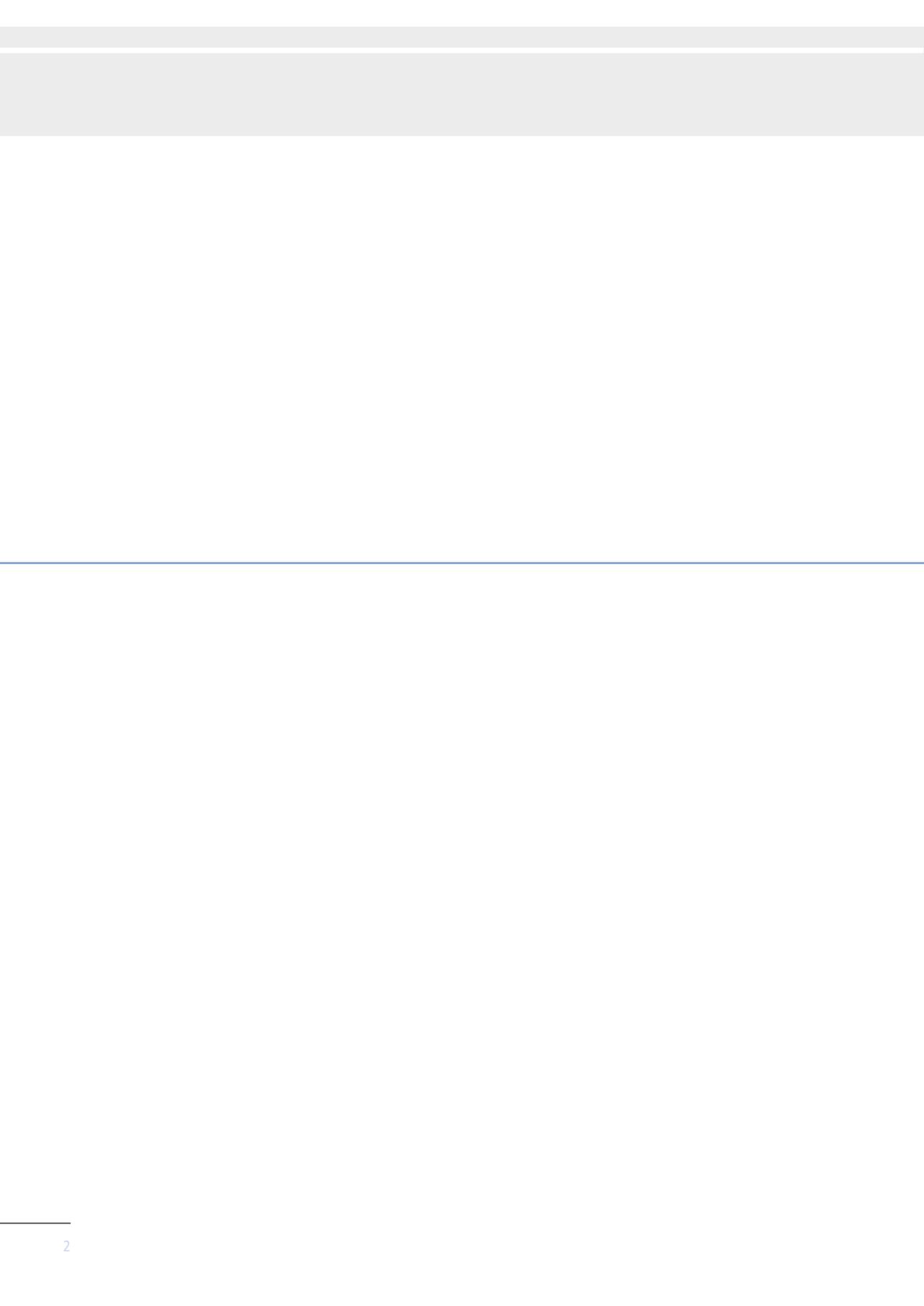


provincia di
Cremona



ARPA







**fondazione
cariplo**



provincia di
Cremona



STRATEGIE DI RIQUALIFICAZIONE AMBIENTALE DEL FIUME OGLIO SUBLACUALE (dal Lago d'Iseo al Po)

A cura di Davide Malavasi e Susanna Perlini

Unità di progetto:



Parco Regionale Oglio Sud: Susanna Perlini, Davide Malvasi



Parco Oglio Nord: Greta Delfini



Provincia di Mantova: Lucio Andreoli, Sandro Bellini, Paola Marazzoli



Provincia di Cremona: Mara Pesaro, Massimo Cremonini Bianchi



ARPA: Elisabetta Galli, Federico Cerra

Comitato Scientifico

Caratterizzazione ambientale



Centro Italiano per la Riquilificazione Fluviale C.I.R.F.: Giulio Conte, Marco Monaci, Bruno Boz, Andrea Goltara, Giuseppe Baldo, Andrea Nardini, Anna Polazzo, Simone Bizzi, Bruna Gumiero, Floriana Romagnolli



Dipartimento Scienze Ambientali dell'Università di Parma: Marco Bartoli, Erica Racchetti, Elisa Soana, Daniele Longhi, Ulisse Appiani, Monica Pinardi, Rossano Bolpagni, Ciro Gardi, Pierluigi Viaroli

Percorso partecipato piano d'azione condiviso



Ecoazioni s.n.c.: Massimo Bastiani, Marco Mirabile, Virna Venerucci, Gerardo de Luzemberger, Olga Chitotti, Monia Taraschi

Hanno contribuito:

Fondazione Cariplo

Amministrazione provinciale di Mantova - Amministrazione provinciale di Cremona

ARPA Lombardia - Parco Regionale Oglio Nord

Consorzio di Bonifica Alta e Media Pianura Mantovana - Consorzio di Bonifica Dugali

Consorzio di Bonifica Navarolo - Consorzio di Bonifica Sud Ovest Mantova

Comuni di Acquanegra sul Chiese, Bozzolo, Calvatone, Canneto sull'Oglio, Casalromano, Comessaggio, Drizzona, Gazzuolo, Isola Dovarese, Marcaria, Ostiano, Pessina Cremonese, Piacena, San Martino dall'Argine, Viadana, Volongo

Strategie di riqualificazione ambientale del fiume Oglio sublacuale (dal lago d'Iseo al Po)

Indice

Introduzione

Prefazione	Alessandro Bignotti
Introduzione al libro	Davide Malavasi
Il Progetto STRA.RI.FLU.	Davide Malavasi
Criticità del bacino sublacuale dell'Oglio	Davide Malavasi
I parchi dell'Oglio.....	Davide Malavasi
SIC e ZPS dell'Oglio sublacuale.....	Davide Malavasi

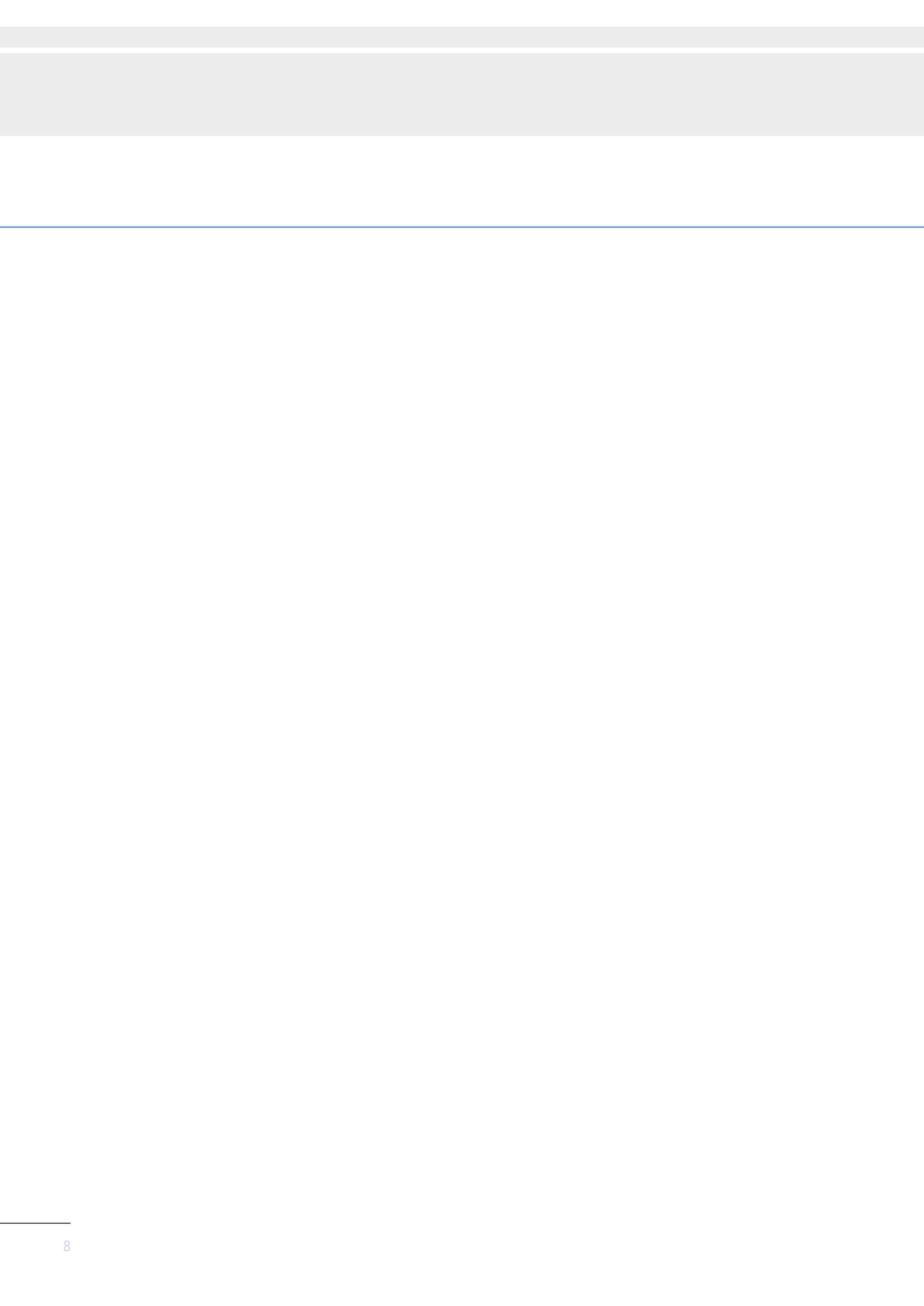
Caratterizzazione del bacino

Perché l'agricoltura inquina?	Davide Malavasi
Il fiume e i pesci.....	Davide Malavasi
Metodologia di lavoro	Marco Monaci
Qualità dell'acqua	
Campagna di monitoraggio	Erica Racchetti, Daniele Longhi, Marco Bartoli, Pierluigi Viaroli
Analisi dei carichi azotati diffusi e puntiformi generati nel bacino dell'Oglio sublacuale	Elisa Soana, Erica Racchetti, Marco Bartoli
Qualità biologica.....	Bruno Boz
Box: Le Diatomee come indicatori.....	Davide Malavasi
Qualità idromorfologica.....	Marco Monaci
Fruizione e sviluppo economico	Davide Malavasi
Il processo partecipativo.....	Massimo Bastiani, Marco Mirabile

Il piano d'azione

Piano d'azione del bacino sublacuale.....	Davide Malavasi
Le azioni prioritarie	Davide Malavasi
Indicazioni per il miglioramento ambientale del bacino:	
Cosa possono fare gli enti locali	Davide Malavasi
Scenari futuri: il Contratto di fiume	Davide Malavasi
Glossario	Davide Malavasi
Bibliografia	

Introduzione



Prefazione

Alessandro Bignotti, Presidente del Parco Regionale Oglio Sud

Questo volume è la sintesi di un importante lavoro che ha coinvolto enti, cittadini, associazioni e consorzi e che basandosi sulla raccolta di dati elementari ha ottenuto un quadro d'insieme della realtà del fiume Oglio e del suo territorio. Il progetto che raccoglie le STRATEGIE DI RIQUALIFICAZIONE FLUVIALE, in acronimo STRARIFLU, porta all'attenzione di tutti le problematiche ambientali, economiche e culturali del nostro territorio e del nostro fiume.

Oltre a descrivere la nostra realtà quotidiana, il progetto raccoglie le proposte operative che hanno lo scopo di indirizzare verso la fondazione di uno spazio futuro dove vivere in condizioni di maggiore serenità. L'ambizione del miglioramento del nostro ambiente si lega con la fattibilità realizzativa, la massima serietà e autorevolezza.

Quest'opera che ci riempie di orgoglio è stata realizzata con il contributo di molti soggetti che a vario titolo hanno partecipato a tutte le fasi del progetto.

Vorrei quindi ringraziare.

- La Regione Lombardia e i Parchi regionali che hanno fatto da ambiente sedimentativo per le nostre idee. I veri protagonisti del progetto e cioè il Parco Oglio Sud e il Parco Oglio Nord, i loro presidenti, e i consigli di amministrazione che tanto hanno lavorato per il successo di questo lavoro. Ricordo a tutti con un particolare ringraziamento il Dott. Franza per il Parco Oglio Nord, ed Enrico Tavoni per Oglio Sud;
- La fondazione Cariplo che ha creduto e finanziato il nostro progetto. Senza il loro contributo non avremmo mai potuto ottenere questi importanti risultati;
- Le Province di Mantova e Cremona che si sono molto impegnate sia sul lato tecnico che politico;
- I 50 comuni del territorio dei 2 Parchi;
- ARPA Lombardia che ha denotato di autorevolezza i temi legati alla salute dei cittadini;
- l'Autorità del Bacino del Po che ci ha aiutato nell'espletamento del nostro lavoro;
- Il Dipartimento delle Scienze Ambientali dell'Università di Parma che è stato fondamentale per la ricerca e per l'elaborazione dei dati idrochimici, base di tutto il lavoro svolto;
- I tecnici del Centro Italiano per la Riqualificazione Fluviale e i tecnici della società ECOAZIONI;
- Gli amici dei Consorzi di Bonifica con i quali abbiamo iniziato a collaborare in modo estremamente positivo;
- Susanna Perlini Direttore del Parco Oglio Sud, il dott. Davide Malavasi e la dott.sa Greta Delfini vere anime che tanto hanno lavorato per coordinare tutto il progetto;

- tutte le decine di persone che hanno partecipato attivamente al Forum dell'Oglio e hanno collaborato fattivamente con domande, richieste e proposte alla stesura del Piano di Azione dell'Oglio, obiettivo prioritario dello STRARIFLU e al tempo stesso punto di partenza per il miglioramento ambientale del bacino sublacuale del fiume.

L'attività dei Parchi non si ferma con il raggiungimento degli obiettivi di questo progetto ma prosegue, sempre ispirata dalle finalità istitutive, con crescente entusiasmo certi dell'importanza del lavoro da fare. Il Parco Oglio Sud sta facendo partire a scopo sperimentale alcune attività di riqualificazione ambientale, sarà fondamentale studiarne gli effetti.

Introduzione

Davide Malavasi

Il Progetto “Strategia di Riqualficazione Fluviale (STRA.RI.FLU.) Partecipata nel Parco Oglio” è nato con l’obiettivo generale di apportare un miglioramento delle condizioni ambientali del fiume e del bacino sublacuale, da Sarnico alla foce nel Po.

La STRAtegia di Rlqualificazione FLUviale è, secondo la definizione progettuale, uno strumento conoscitivo e pianificatorio in grado di caratterizzare in modo integrato lo stato dell’Oglio, dei suoi affluenti e dei maggiori canali di bonifica, di evidenziarne le criticità, di fornire un piano generale complessivo di intervento e di individuare sinergie e antagonismi con gli strumenti pianificatori esistenti.

Si tratta di uno strumento decisamente innovativo, in linea con quanto richiesto dalla Direttiva Quadro sulle Acque (Direttiva UE 2000/60), che entro il 2015, prevede il raggiungimento degli obiettivi ambientali (Art.4 “Protezione, miglioramento e ripristino di tutti i corpi idrici superficiali al fine di raggiungere il buono stato delle acque superficiali”) e di notevole potenzialità a supporto del Programma di Tutela e Uso delle acque (L.R. 26/2003, art. 45; D. Lgs. 152/99 art. 44) e, più in generale, di quelli di bacino (L. 183/89).

Nell’ambito di STRARIFLU è stato messo a punto un sistema di caratterizzazione integrata del fiume a scala regionale il quale, attraverso l’utilizzo di indici che misurano lo stato dei diversi attributi-componenti fluviali, quali ad esempio lo stato della qualità delle acque, sia dal punto di vista chimico-fisico che biologico, lo stato della fauna ittica, lo stato della vegetazione ripariale, e lo stato idrogeomorfologico del fiume, permette di definire il grado di salute generale del fiume e di ipotizzare quali siano le linee di azione ottimali per la sua riqualficazione.

Le ragioni per cui è nato ed è stato realizzato il progetto risiedono comunque nel fatto che, purtroppo, il bacino dell’Oglio presenta, come del resto tutti i bacini idrografici italiani, una situazione pianificatoria e gestionale molto caotica che conduce nella maggior parte dei casi ad una frammentazione delle competenze e delle conoscenze relative al corso d’acqua.

L’Acqua, infatti, purtroppo è ancora considerata *res nullius*, una risorsa vitale e importantissima ma senza valore e senza prezzo, nonostante le recenti siccità estive e i problemi di dissesto idrogeologici a livello nazionale e mondiale abbiano generato in una piccola porzione della popolazione una maggiore attenzione al risparmio idrico: il prezzo e il valore dell’acqua *cominciano* solo quando ci si accorge che la risorsa è in esaurimento.

Il quotidiano governo delle acque provoca un enorme impatto sugli ecosistemi acquatici (fiumi, laghi, acque sotterranee, ecc.), a causa dei notevoli quantitativi di acqua utilizzati per l’uso irriguo, potabile, civile, industriale e ricreativo.

La risorsa acqua in generale non manca nel nostro paese ma esiste, invece, piuttosto un cattivo uso dell’acqua, costituita principalmente da coltivazioni anti-economiche (acque disperse in quantità su coltivazioni a scarso reddito o destinate al macero per sovrapproduzione) e da usi industriali obsoleti ed inutili.

Inoltre l'obiettivo politico tradizionale si traduce nel mero censimento delle disponibilità e degli usi dell'acqua attuali: *tale concezione si è rivelata riduttiva e distruttiva* per gli equilibri ecologici naturali, poichè l'attenzione posta a garantire gli usi attuali *ha fatto perdere di vista* qualunque necessità di garantire gli usi futuri.

Le gestione dei fiumi, da oltre un secolo, è basata sulle indicazioni prettamente idrauliche che hanno bonificato tutta quanta la Pianura Padana: l'ingegneria idraulica degli ultimi decenni ha poi completamente cambiato, spesso arrestandolo del tutto, il processo di modellamento superficiale operato dai fiumi, restringendo o impedendo l'evoluzione del reticolo sia in verticale (profilo di fondo) che in orizzontale dell'alveo, senza considerare la dissennata escavazione in alveo ed in aree golenali esterne all'alveo.

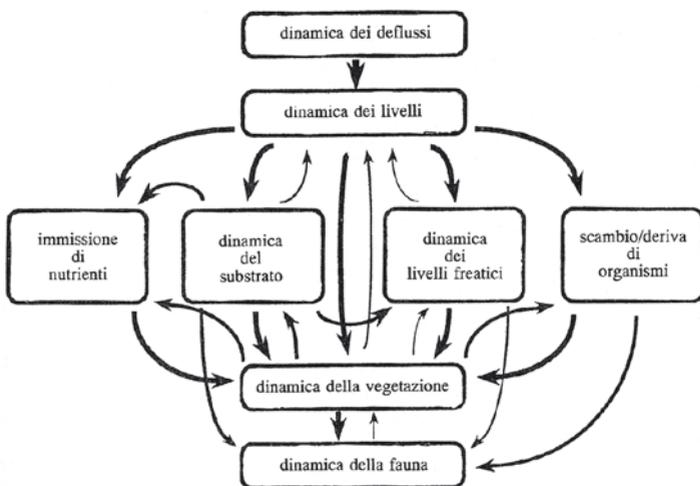
Si possono distinguere tre fasi storiche (Di Fidio, 1995): fino alla metà del XIX° secolo la maggior parte dei bacini fluviali erano ancora in condizioni prossime a quelle naturali, con alvei secondari accanto a quelli principali, grandi processi dinamici di erosione e sedimentazione, eventi di piena in grado di provocare lo spostamento dell'alveo principale, e le arginature, se esistevano, erano comunque basse.

Dalla seconda metà dell'ottocento sino all'inizio del novecento vennero eseguite le prime regimazioni moderne, costruendo estese regolazioni del letto di magra, eliminando i rami secondari ed aumentando il battente d'acqua, oltre ad estese arginature che ridussero le aree naturali di esondazione del fiume.

La terza fase, che giunge ai giorni nostri, è costituita dal potenziamento delle arginature per la difesa del territorio dalle piene attraverso la realizzazione di invasi per le centrali idroelettriche e per la navigazione e gli interventi prima effettuati solo sulle aste principali dei fiumi si estesero capillarmente anche ai corsi d'acqua minori.

Il passaggio fra la prima e la seconda fase storica produsse già innegabili impatti idrologici ed ecologici negativi, accentuati ulteriormente nella terza fase, come ad esempio la riduzione della frequenza di esondazione e del tempo di permanenza delle acque alte nelle lanche, escludendo la maggior parte delle pianure alluvionali dal ciclo idrodinamico del fiume e accelerando l'interramento delle zone umide limitrofe al fiume.

Gli interventi sui corsi d'acqua minori, determinati dall'espansione dell'urbanizzazione e della modernizzazione dell'agricoltura, hanno condotto quasi sempre alla canalizzazione del corpo idrico e alla distruzione degli habitat naturali.



Effetti della dinamica dei deflussi fluviali sugli ecosistemi delle aree alluvionali periodicamente inondate (ripreso da Di Fidio, 1995).

Occorre comprendere che i corsi d'acqua non possono essere considerati quali semplici manifestazioni idrauliche: il fiume è un ecosistema molto complesso ed un efficiente laboratorio biologico che lavora alla depurazione delle acque.

I termini più usati per definire i lavori pubblici nei fiumi e sui fiumi (cementificazioni degli argini, inalveamenti, ricalibrature, riprofilature, rettifiche dell'alveo, realizzazione di arginature, briglie, primate, difese spondali longitudinali e trasversali) danno un'idea dell'impatto che tali infrastrutture hanno determinato sugli equilibri ecologici dell'ecosistema acquatico.

La Legge 183 del 1989, ormai "vecchia" di vent'anni eppure sempre attuale nella discussione, ha introdotto finalmente un concetto fondamentale, in uso ormai in tutto il mondo, determinando uno storico salto di qualità in Italia: la pianificazione e la gestione integrata dell'acqua e dell'uso del suolo insieme, a livello di bacino idrografico, alla luce di tutti i possibili effetti idrologici, geomorfologici, ambientali ed economici che le attività umane comportano. (Cannata, 1994)

L'impatto delle opere sopramenzionate è divenuto allora evidente: le canalizzazioni hanno provocato una drastica riduzione della morfologia dell'alveo, una drastica riduzione dei microambienti adatti alla fauna, una banalizzazione delle biocenosi acquatiche; i cambiamenti della dinamica fluviale hanno determinato un aggravamento delle magre sia nella durata che nella portata ed un aumento del volume delle piene e concentrazioni delle stesse in tempi più ristretti, con conseguente aumento delle portate istantanee, dei livelli e della velocità delle acque, conducendo ad una torrentizzazione spinta dei fiumi italiani.

Purtroppo, nonostante i notevoli passi avanti compiuti nell'ultimo decennio, esiste ancora un quadro di grave e complessa disarticolazione nella gestione degli ambienti fluviali e degli ambienti acquatici in genere, parcellizzati tra i compiti di diversi ministeri, delle regioni, dei consorzi di bonifica, e delle aziende municipalizzate che gestiscono porzioni del ciclo dell'acqua: una sorta di paralisi cronica causata dalla gestione legata alla divisione delle competenze settoriali territoriali.

Prevale purtroppo ancora in molti enti delegati alla gestione fluviale una logica ancorata al passato che privilegia l'intervento puntuale senza considerare i retroeffetti e le implicazioni sia a valle che a monte dell'intervento stesso, con poco chiare giustificazioni progettuali.

Buona parte degli interventi idraulici (rettifiche, arginature, risagomature, ecc.) sono, infatti, volti a consolidare la sottrazione di spazio al fiume ed ad accelerare il deflusso delle acque: aumentare l'alveo in altezza anziché in larghezza crea livelli idraulici più elevati e più pericolosi.

Occorre inoltre sfatare il luogo comune che attribuisce le inondazioni all'insufficienza di argini (nel bacino sublacuale dell'Oglio ad esempio la situazione della sicurezza idraulica è insufficiente solo su circa 60 ha, ossia lo 0,2% del territorio): la causa va invece ricercata nel malgoverno del territorio con incremento inutile dell'urbanizzazione e dell'impermeabilizzazione del suolo, in molti casi con l'aumento dell'edificazione dei terreni perifluviali e pertanto con un restringimento del territorio dei fiumi.

Fra il 1976 e il 1988, non un secolo fa, in alcuni tratti del Po le naturali aree di espansione del fiume, ossia le golene, sono state ridotte del 60% (Agapito Ludovici, 1997).

L'Italia spende annualmente centinaia di milioni di euro per interventi straordinari per fronteggiare il dissesto idrogeologico, provocato dalla stessa gestione volta all'intervento puntuale piuttosto che ad una visione globale di bacino.

Per ogni intervento idraulico sui fiumi occorrerebbe porsi alcune domande prima di intervenire: *quali sono le finalità? L'obiettivo è coerente con le misure del buongoverno dei fiumi? L'intervento è efficace nella soluzione del problema?*

Quali ripercussioni ha l'intervento? Altera la qualità naturalistica, paesaggistica e la capacità autodepurante del fiume? Esistono alternative migliori?

Dal punto di vista della qualità idrica dei fiumi e dei canali non è mai stata superata, almeno concettualmente, anche dagli organi di controllo, il concetto fissato dalla Legge Merli (319/76) che fissava gli standard di qualità degli effluenti senza definire il livello di inquinamento "sostenibile" per un corso d'acqua, mentre in un contesto di corretta gestione ecologica un piano di risanamento efficace, per avere senso, dovrebbe fissare anche la portata minima da far corrispondere agli scarichi, in funzione di un'ipotesi di diluizione e di autodepurazione coerente. La capacità di rigenerazione delle acque è legata alla naturalità e all'integrità degli ambienti acquatici.

Se si investe in tecnologia per la depurazione occorre poi non privare i corsi d'acqua delle portate idriche, artificializzandoli e privandoli della propria capacità autodepurativa.

Inoltre bisogna rammentare che la Pianura Padana è una delle regioni europee a maggiore antropizzazione, con un livello di urbanizzazione che è passato dall'8% al 22% in 40 anni, anche se l'aumento maggiore si è avuto dagli anni '70 agli anni '90: oggi una piena del Po come quella disastrosa del 1951 avrebbe una portata di colmo di 15.000 e non di 12.000 metri cubi al secondo.

L'espansione delle aree urbanizzate in Europa non ha avuto negli ultimi decenni e non ha

attualmente una reale giustificazione economica né sociale (le aree edificate in Europa negli ultimi venti anni sono aumentate del 20% con un incremento della popolazione del 6%) a causa della popolazione in calo, del patrimonio edilizio già eccedente, del patrimonio edilizio produttivo (i cosiddetti "capannoni") già sovrabbondante, un patrimonio infrastrutturale, considerato insufficiente ma che è costituito da 1,6 km di strade per ogni kmq di territorio non urbano e che sicuramente aumenterà nei prossimi anni.

Le colture agricole irrigue sono aumentate notevolmente quasi triplicando *in 30 anni, passando da circa 2 milioni a 5-5,5 milioni e di conseguenza il prelievo d'acqua è passato da 12 miliardi di metri cubi nel 1970 a 30 nel 1990 (il consumo reale di luglio da circa 2 miliardi nel 1970 a 6-7 nel 1990)*: nel prossimo futuro le esigenze idrologiche dovranno diventare primarie nella definizione degli incentivi che decidono le scelte colturali agricole. (Cannata, 1994)

Inoltre il ruolo delle aree coltivate dovrà divenire strategico nella gestione del deflusso delle acque: a novembre i terreni attualmente sono quasi tutti non coperti da vegetazione e a novembre il rischio di piena è maggiore.

Incrementando le colture autunno-vernine si può aumentare mediamente la capacità di trattenere la pioggia (infiltrazione + intercettazione) da parte del territorio di 5-10 mm per abbassare i sempre più frequenti elevatissimi picchi di piena.

Inoltre si dovrà aumentare l'efficienza idrologica dei boschi ed incrementare l'infiltrazione nelle aree urbanizzate (separazione acque nere/acque bianche, ripristino e miglioramento reticolo idrografico urbano, aree di accumulo per precipitazioni eccezionali).

Quali potrebbero essere le indicazioni per una migliore gestione idraulico-naturalistica dei fiumi, domanda a cui il progetto STRA.RI.FLU. ha tentato di rispondere con la redazione del piano di azione del bacino sublacuale?

Innanzitutto una pianificazione cogente e una progettazione unitaria a livello di bacino, poi il superamento della separazione fra governo del territorio, delegato alle amministrazioni locali, e il governo dei fiumi, delegato agli enti idraulici attraverso corretta destinazione d'uso del suolo per il futuro e realizzazione di interventi idraulici corretti per rimediare agli errori passati e superare la contrapposizione artificiosa fra ambiente e sicurezza attraverso una progettazione integrata idraulico-naturalistica che persegua tutti questi obiettivi.

Fermare o ridurre l'impermeabilizzazione del suolo: evitare l'incremento delle punte di piena riducendo la frazione di acque meteoriche che raggiunge i fiumi e ritardando la corrivazione, puntando sul recupero del patrimonio edilizio esistente piuttosto che estendendo l'urbanizzazione.

Rendere le aree periferiali inedificabili, riducendo i danni di eventuali esondazioni ed incrementare la forestazione del bacino, con il logico aumento dell'infiltrazione delle acque meteoriche, la riduzione dell'erosione e un miglioramento delle capacità autodepuranti dei corsi d'acqua.

Aumentare le superfici urbane drenanti, incrementando le vasche private per le acque meteoriche.

Ampliare gli alvei e le golene e creare casse di espansione plurifunzionali, con l'obiettivo di

laminare le punte di piena, immagazzinando le acque eccedenti una soglia di portata, ricaricando le falde, creando habitat naturalistici ed aree ricreative.

Creare bacini di ritenzione delle acque meteoriche urbane, che possano rilasciare le acque dopo il passaggio della piena.

Rimuovere le strozzature idrauliche, consentendo il mantenimento delle vegetazione alveare e ripariale lungo le intere aste fluviali.

Restituire al fiume la sinuosità del tracciato, allungando pertanto il percorso e riducendo la pendenza e la velocità.

Ridiamo al fiume il suo **“spazio di libertà”**, cioè lo sviluppo minimo per preservare e garantire al corso d’acqua il suo potenziale adattamento nella piana alluvionale e in lunghezza, in modo tale da permettere la naturale ricarica dei sedimenti.

Questo spazio è pertanto un sviluppo in cui il fiume avrà il “diritto” di erodere le rive, depositare i sedimenti, ringiovanendo così in modo permanente gli ecosistemi acquatici e ripariali.

La conservazione, o la rinaturazione dello spazio di libertà è una misura per garantire nel lungo termine, una gestione idraulica di tipo ambientale, al contrario di quanto avviene attualmente dove la difesa di aree agricole private viene supportato molto spesso da finanziamenti pubblici.

Il Progetto Stra.Ri.Flu



Progetto strategia di riqualificazione fluviale partecipazione (stra.Ri.Flu.)

Davide Malvasi

L'obiettivo principale del progetto è costituito dal miglioramento della qualità ambientale del Fiume Oglio sviluppando ed incrementando condizioni di maggiore naturalità, affrontando secondo un approccio integrato i molteplici aspetti in gioco (ambientali, riduzione del rischio idraulico, gestione della risorsa idrica, obiettivi socio-economici, fruibilità).

Per raggiungere questo obiettivo il progetto si è proposto di affrontare i conflitti legati alle problematiche differenziate e spesso contrapposte che interessano il fiume e individuare per essi soluzioni condivise, di elaborare un Piano d'Azione condiviso e partecipato per la riqualificazione dell'Oglio sublacuale che costituisca un documento di indirizzo per la stesura di un Contratto di Fiume, di avviare azioni pilota con valore dimostrativo e sperimentale e di accrescere la disponibilità e la condivisione dei dati e delle informazioni relativi allo stato ambientale del bacino dell'Oglio sub-lacuale.

Al fine di assicurare un efficace perseguimento di questi obiettivi il progetto è stato articolato secondo due percorsi che si sviluppano in modo parallelo e strettamente sinergico tra loro: il primo è costituito da un percorso tecnico per la valutazione dello "stato ambientale" del fiume Oglio sub-lacuale e la predisposizione tecnica di idee progettuali, mentre il secondo percorso decisionale partecipato, inteso a coinvolgere in modo attivo e informato, i diversi e molteplici portatori di interesse presenti sul territorio, nell'elaborazione del Piano d'Azione.

È stato pertanto istituito un Forum le cui attività sono strutturate secondo un programma di incontri funzionale per assicurare la piena condivisione delle informazioni e facilitare la "costruzione" di soluzioni partecipate in grado di mediare in modo efficiente tra i diversi interessi in gioco.

Il Progetto StraRiFlu è stato finanziato dalla Fondazione Cariplo su una proposta elaborata congiuntamente da: Parco Oglio Sud, Centro Italiano per la Riqualificazione Fluviale (C.I.R.F.), Provincia di Mantova, Provincia di Cremona, Parco Oglio Nord, ARPA Lombardia.

Sono inoltre partner i Consorzi di Bonifica Navarolo, Alta e Media Pianura Mantovana, Dugali e Sud Ovest Mantova, oltre ai 16 Comuni del Parco Oglio Sud.

L'area interessata dal progetto riguarda il bacino sublacuale del fiume Oglio, dal Lago d'Iseo alla foce in Po, coinvolgendo 2 Parchi regionali, 50 Comuni e 4 Province.

Uno degli obiettivi principali del progetto riguardava il coinvolgimento di tutti gli "attori" del bacino fluviale, dagli enti pubblici all'associazione locale di pesca al semplice cittadino interessato ai problemi dell'Oglio.

La partecipazione è molto importante poiché utilizzare una strategia partecipata per decidere permette di ampliare le informazioni a disposizione del processo decisionale e di aumentare il consenso rispetto agli esiti del processo, prevenendo e/o riducendo eventuali conflitti.

Il forum è articolato in 3 incontri plenari, costituiti da momenti di condivisione e di sintesi delle

indicazioni emerse dai Forum Tematici e da 16 tavoli tematici, suddivisi a loro volta in 4 argomenti differenti.

Nella prima fase i Tavoli Tematici hanno avuto l'obiettivo di definire il livello strategico del Piano d'Azione, mentre nella seconda i Tavoli si propongono di mettere a fuoco le azioni a livello progettuale.

Gli argomenti trattati dai Tavoli Tematici sono la qualità dell'acqua (1), la qualità dell'ecosistema fluviale (re-habitat, rivegetazione, ecc.) (2), la fruizione e sviluppo economico del territorio fluviale (3), il rischio idraulico e geomorfologia (Tavolo Tecnico) (4).

Al termine del progetto, la naturale prosecuzione del Piano d'azione è la realizzazione del Contratto di Fiume, che è uno strumento di programmazione negoziata per la promozione della concertazione e l'integrazione delle politiche a livello di bacino e sottobacino idrografico, con la partecipazione dei soggetti pubblici e privati, per la tutela e la valorizzazione delle risorse idriche e degli ambienti connessi e la salvaguardia dal rischio idraulico", come previsto dal Programma di Tutela e Uso delle Acque della Regione Lombardia (Legge Regionale 02/2003 Programmazione Negoziata Regionale).

Esso dovrebbe portare alla sottoscrizione di un accordo in cui sia individuata una vasta serie di azioni che, agendo sulle "cause strutturali" del degrado dei fiumi, siano volte al miglioramento delle caratteristiche qualitative delle acque, alla prevenzione e controllo delle piene, alla sistemazione delle sponde e alla valorizzazione e fruizione degli ambienti fluviali.

Opportunità

Nonostante le criticità presenti nel bacino, si può però affermare che la situazione dell'Oglio offre notevoli opportunità in termini di recupero del sistema fluviale, sia dal punto di vista ambientale, che delle potenzialità degli attori in gioco.

Si può affermare che l'Oglio, nonostante gli ampi tratti pesantemente artificializzati, non appare compromesso in maniera irreversibile, ma al contrario possiede enormi potenzialità in termini di riqualificazione.

Tuttavia, ancora oggi, una delle principali difficoltà riguarda il coordinamento di quattro province, Brescia, Bergamo, Cremona e Mantova, due Parchi, Parco Oglio Sud e Parco Oglio Nord, e cinquanta comuni.

Fino ad ora si sono approfondite le conoscenze dei singoli ambienti naturali considerandone gli aspetti idrochimici, vegetazionali e faunistici, senza affrontare studi sistematici sull'intero corso del fiume e senza sfruttare adeguatamente le opportunità di un'azione sinergica e pianificata in modo corretto.

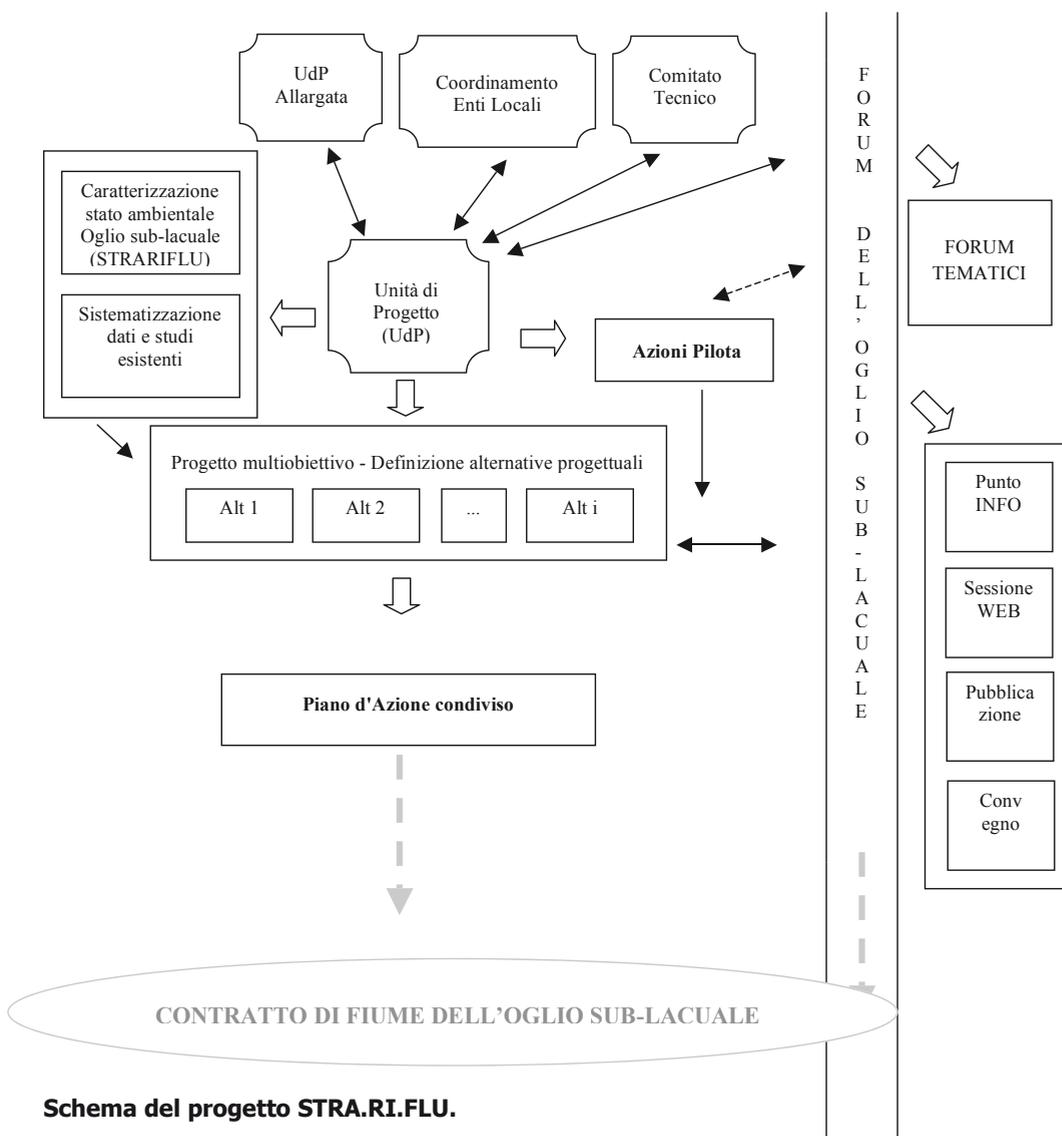
Il Progetto offre, quindi, l'opportunità di avere un approccio partecipato, indispensabile per una moderna pianificazione e gestione delle risorse idriche e dei corsi d'acqua, in linea con quanto avviene in molte parti del mondo nell'ambito della tutela dei grandi fiumi (Wong et al., 2007).

Inoltre il progetto coinvolge tutti i soggetti competenti e i portatori di interessi così da individuare le modalità di gestione, fornire le stesse informazioni a tutti gli enti coinvolti e proporre interventi di riqualificazione ambientale efficaci e condivisi fin dalla fase pianificatoria.

Nonostante gli evidenti conflitti sull'uso della risorsa acqua e in particolare sull'uso del suolo nelle fasce fluviali, va però sottolineato in vasta parte dell'opinione pubblica (Cittadini, Associazioni, Istituzioni pubbliche e private) soprattutto negli ultimi anni, vi è una crescente consapevolezza delle problematiche ambientali esistenti nel bacino dell'Oglio sub-lacuale, e allo stesso tempo una crescente domanda di fruibilità di un ambiente fluviale in buone condizioni.

Testimonianze in questo senso derivano, ad esempio, dal mondo della scuola che da subito ha dimostrato un profondo ed attento interesse verso la conoscenza del proprio territorio e anche direttamente verso i Parchi attraverso un importante mezzo quale l'educazione ambientale.

Inoltre è particolarmente significativa l'adesione al presente progetto dei Consorzi di Bonifica e dei Comuni consorziati.



Schema del progetto STRA.RI.FLU.

Criticità del bacino sublacuale dell'Oglio

Criticità del bacino sublacuale

Davide Malavasi

Il fiume Oglio non è soltanto uno dei maggiori fiumi della pianura padana ma uno straordinario elemento del paesaggio lombardo, in alcune zone ancora ricco di elementi tipici delle campagne con filari alberati e siepi interpoderali in cui abbondano piante ed animali, ricco di vecchi borghi caratteristici e di testimonianze delle culture che si sono avvicendate sul territorio negli ultimi millenni, fulcro di un'agricoltura assai produttiva e allo stesso tempo laboratorio all'aperto per ricerche di ecologia fluviale.

Gli ultimi decenni di industrializzazione ed urbanizzazione non ne hanno scalfito l'importante valore di elemento centrale e fondante di un'agroecosistema di cui tutti noi siamo parte integrante.

La consapevolezza dei numerosi problemi che i corsi d'acqua presentano hanno portato il Parco Regionale Oglio Sud ad intraprendere iniziative ed interventi, culminati nella realizzazione del Progetto "Strategie di Riqualificazione Fluviale (STRA.RI.FLU.) partecipata nel Parco Oglio" per cercare di migliorare l'attuale situazione ambientale del fiume e di garantire per il bacino fluviale delle future generazioni un domani più ecologicamente sostenibile del presente.

È ormai indubbio che gli ecosistemi fluviali di tutto il mondo siano al collasso, a causa dei pesantissimi impatti derivanti dalle attività umane.

Inquadramento territoriale

Il fiume Oglio con i suoi 280 km di lunghezza è il quinto fiume d'Italia ed il suo bacino imbrifero ha una superficie complessiva di circa 6.360 chilometri quadrati, che costituiscono il 9% della superficie del bacino del fiume Po ed oltre il 50 % del bacino si trova in ambito montano.

Il bacino del fiume Oglio si estende dal Gavia e Tonale sino alla confluenza del fiume Po, originandosi a Ponte di Legno ed immettendosi, dopo un percorso di circa 130 chilometri, nel Lago d'Iseo (Oglio sopra-lacuale): esce poi dal Lago in località Sarnico e confluisce nel fiume Po poco a monte di Borgoforte (Oglio sub-lacuale) dopo aver percorso oltre 150 chilometri.

Tutto il fiume sublacuale è tutelato da due parchi regionali, il Parco Regionale Oglio Nord, da Sarnico a Gabbioneta Binanuova, che comprende 34 comuni, e il Parco Regionale Oglio Sud, da Ostiano a Viadana, che comprende 16 comuni.

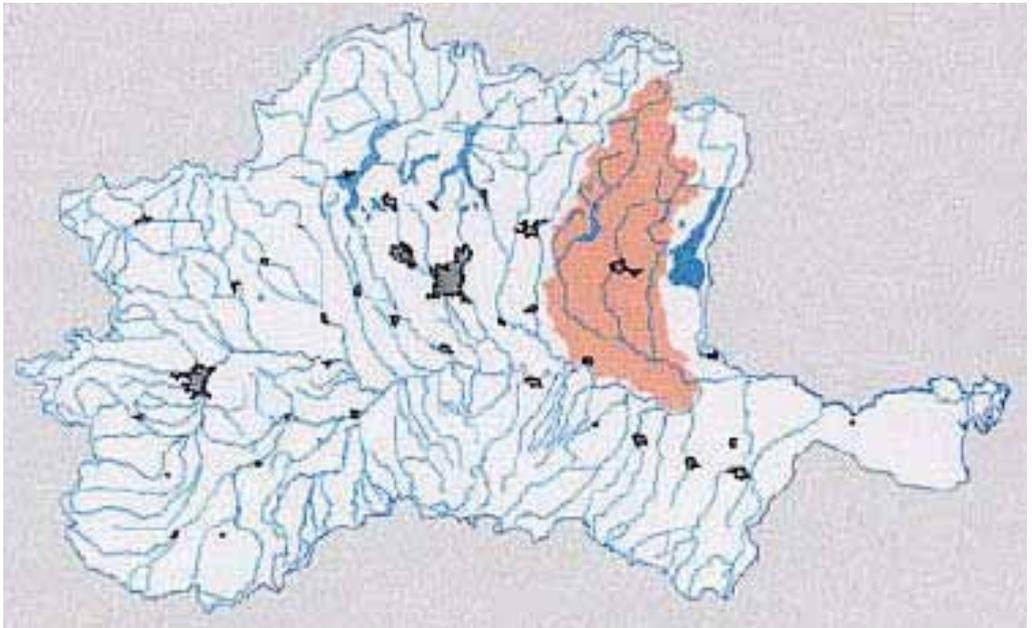


Figura 1
Sotto bacino del fiume Oglio (FONTE PAI - AdbPo)

I più importanti affluenti dell'Oglio sottolacuale sono i fiumi Cherio, Strone, Mella e Chiese, purtroppo caratterizzati da una scarsa o scarsissima qualità dell'acqua.

Il fiume nel sottobacino meridionale è suddivisibile in tre diversi tronchi ben differenziati per caratteristiche morfologiche ed idrauliche.

Il primo tratto, originatosi all'uscita del lago d'Iseo, è caratterizzato da un alveo poco inciso, con fondo ciottoloso, con scarsa presenza di vegetazione golenale e flusso della corrente concentrato in un unico filone.

Dall'uscita dal lago a Palazzolo sull'Oglio il fiume scorre con andamento sinuoso in un fondovalle piuttosto stretto tra alte scarpate di erosione che delimitano varie superfici terrazzate, che si ampliano progressivamente verso valle, giungendo una fascia di divagazione dell'alveo di circa 2.5 km all'altezza di Soncino.

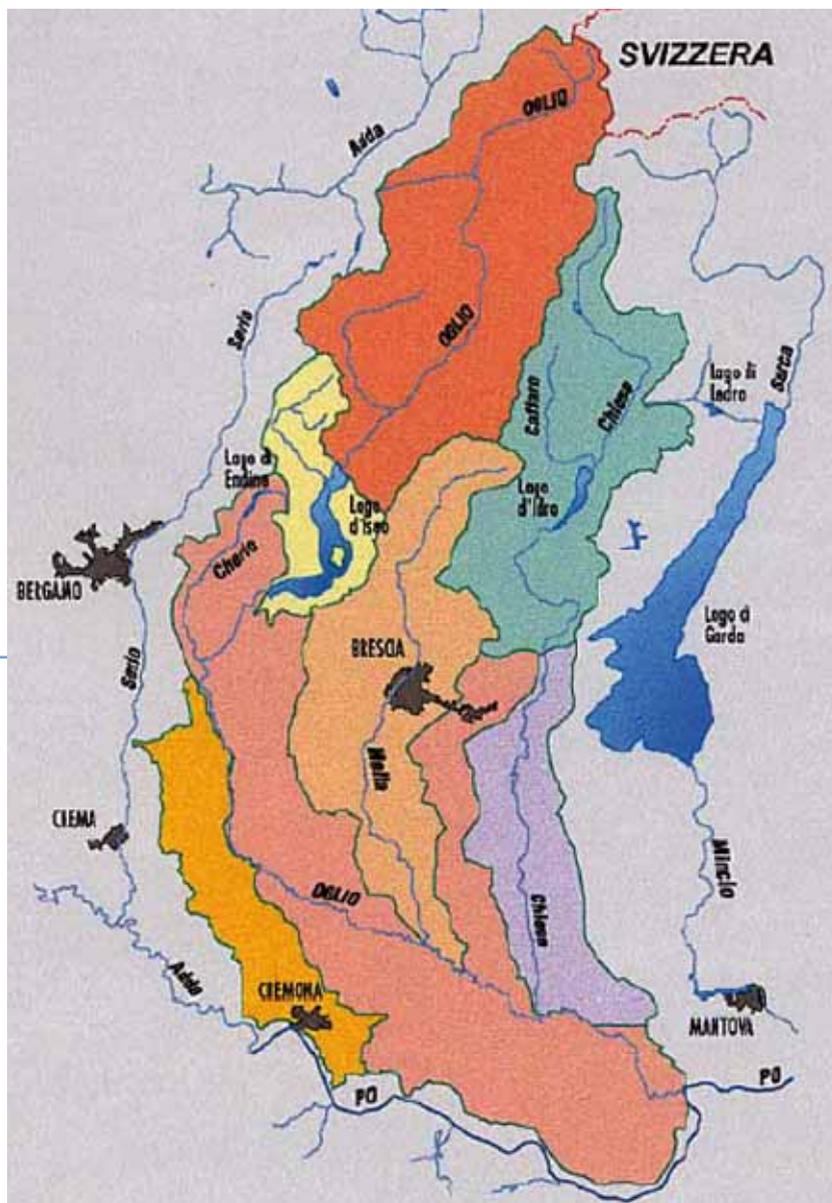


Figura 2
Sotto bacini degli affluenti
del fiume Oglio

- | | | | |
|--|--|---|---|
|  | Sottobacino del Borlezza
Lago di Iseo |  | Sottobacino dell'Alto Chiese
e del Caffaro |
|  | Sottobacino del Basso Chiese |  | Sottobacino del Mella |
|  | Sottobacino dell'Oglio inferiore |  | Interbacino di Cremona |

L'alveo ha struttura monocursale, con frequenti depositi di barra laterale e longitudinale: la presenza di numerose lanche e le tracce di meandri tagliati testimoniano passati fenomeni di instabilità morfologica, che non paiono più attuali.

Nel tratto le variazioni del livello idrometrico, anche in caso di grandi alluvioni, sono modeste per effetto della laminazione provocata dal Lago d'Iseo e non presentano rischi elevati nei confronti delle abitazioni prossime all'alveo, ad eccezione della zona di Sarnico, dove in occasione di eccezionali piene lacustri è possibile che le acque raggiungano le case del lungolago.

Il corso d'acqua presenta numerosi attraversamenti, alcuni dei quali non sono completamente adeguati al deflusso della portata di riferimento, e molto numerose sono le opere in alveo, costituite principalmente da traverse di derivazione, in massima parte irrigue.

La regolazione del lago è entrata in funzione nel 1933, con le stesse caratteristiche attuali, anche se l'uso irriguo delle acque del fiume sublacuale risale all'XI° secolo, sviluppandosi gradualmente fino a raggiungere la conformazione attuale circa 400 anni dopo, già nel XVI° secolo, quando sicuramente esistevano le attuali derivazioni.

Gli antichi testi non riportano dati certi sulle portate derivate, ma essendo le dimensioni delle opere di presa non diverse dalle attuali, si può ragionevolmente ritenere che tali portate fossero soltanto leggermente inferiori a quelle attuali.

Pertanto il concetto di naturalità del fiume Oglio, almeno in questo tratto, deve comprendere situazioni di estrema carenza di portata, senza per questo raggiungere una situazione compromessa dell'ambiente fluviale.



Il secondo tratto, intermedio tra il lago e la confluenza in Po, presenta un andamento irregolare, con presenza di difese spondali abbastanza numerose tra la foce del Cherio e la foce del Mella: le caratteristiche morfologiche dell'alveo inciso sono caratterizzate da una larghezza media di 150-200 metri, continuamente variabile, da un'altezza media di sponda di 2,5 metri, con sedimenti a granulometria molto variabile, compresa tra i ciottoli ghiaiosi e le sabbie più o meno fini, con una pendenza di fondo elevata.

Da Soncino alla confluenza del fiume Mella l'alveo diventa prevalentemente monocursale meandriforme, con tratti interessati da lanche e paleoalvei che testimoniano una certa instabilità morfologica pregressa.

I centri abitati in prossimità del corso d'acqua si trovano generalmente a quota superiore rispetto agli ambiti golenali o sono protetti da opere di difesa.

Tra le infrastrutture presenti alcune sono di rilevante importanza, quali l'autostrada A21, la linea ferroviaria Brescia-Cremona e la Strada Statale 45 bis.



Fiume Oglio a sud di Palazzolo

Derivazioni ad uso irriguo nella parte settentrionale del bacino sublacuale

Roggia Fusia	8,0 mc/s	sinistra idrografica
Roggia Franciacorta	2,7 mc/s	sinistra idrografica
Roggia Vetra	11,5 mc/s	sinistra idrografica
Media Pianura Bergamasca	0,5 mc/s	destra idrografica
Roggia Castrina	5,0 mc/s	sinistra idrografica
Roggia Trenzana	7,0 mc/s	sinistra idrografica
Roggia Sale	4,7 mc/s	destra idrografica
Roggia Bajona	3,3 mc/s	sinistra idrografica
Roggia Rudiana	3,3 mc/s	sinistra idrografica
Roggia Castellana	5,0 mc/s	sinistra idrografica
Roggia Donna	3,2 mc/s	destra idrografica
Naviglio Civico di Cremona	10,5 mc/s	destra idrografica
Roggia Antegnata	1,0 mc/s	destra idrografica
Roggia Molina	0,6 mc/s	sinistra idrografica
Naviglio grande	10,2 mc/s	destra idrografica

Derivazioni ad uso idroelettrico nella parte settentrionale del bacino sublacuale

Niggeler & Kupfer Castelmontecchio	salto	5,34 m	Hp nominali	2.976,16
ENEL Tagliuno	salto	8,07 m	Hp nominali	3.080,12
Niggeler & Kupfer Capriolo	salto	6,03 m	Hp nominali	40.057,20
Italcementi Palazzolo	salto	10,22 m	Hp nominali	4.905,60
Manifattura Pontoglio	salto	4,05 m	Hp nominali	669,60
Palosco	salto	6,38 m	Hp nominali	2.084,00
Urago	salto	8,84 m	Hp nominali	1.945,00
TOTALE		45,53 m		55.650,36

Il terzo tratto, nella parte terminale di confluenza in Po, presenta caratteristiche potamali di pianura, con un andamento meandriforme, con argini continui pensili ed una larghezza media dell'alveo di 50-70 m, una profondità media di 2-3 metri ed un fondo sabbioso e limoso.

Dalla confluenza del Mella all'immissione in Po l'alveo mantiene la tendenza meandriforme, anche se a tratti è rettificato, come immediatamente a valle della confluenza del Chiese.

Le golene, circonscritte dagli argini esistenti, che sono generalmente abbastanza ampie, si presentano invece molto modeste nel tratto compreso tra la confluenza del Chiese e la località Bocca Chiavica.

Tra le principali infrastrutture interferenti si segnalano gli attraversamenti della Strada Statale 343, Strada Statale 10 e delle linee ferroviarie Parma-Brescia e Cremona-Mantova.



Fig. 1 - Schema delle derivazioni a uso idroelettrico e irriguo



Fiume Oglio dopo Marcaria



Fiume Oglio dopo Calvatone

Criticità

Dall'analisi del bacino si evince che il regime idrologico, l'assenza con scarsità di vegetazione ripariale e il rapporto del fiume con la piana alluvionale sono i componenti del sistema fluviale più problematici, oltre ad una scarsa qualità idrica da imputare principalmente all'inquinamento di origine diffusa e civile.

Oltre a ripristinare, dove possibile, un contatto tra il fiume e la sua piana alluvionale, attraverso una riduzione o sostituzione di opere artificializzanti, sarebbe opportuno e auspicabile potenziare gli habitat naturali ripariali, come ad esempio le lanche.

Tab. 1. PRINCIPALI IMPATTI ANTROPICI

TIPOLOGIA	IMPATTO/EFFETTO	CAUSA	AREA DI INTERESSE
Modifica regime idrico	Ambiente artificializzato	Creazione opere di difesa, regimazione artificiale	Corso del fiume e affluenti
Derivazioni per uso idroelettrico e agricolo	Scarsità di acqua a valle delle derivazioni	Realizzazione derivazioni	Area settentrionale del bacino sublacuale
Scarsa presenza o assenza di vegetazione ripariale	Biodiversità non elevata Scarso valore paesaggistico	Coltivazioni terreni golenali	Aree golenali
Agricoltura industriale a grande impatto ambientale	Uniformità ecologica e scarsa diversità ambientale e biologica	Colture intensive	Tutto il bacino sublacuale
Inquinamento di origine diffusa	Eutrofizzazione delle acque, degrado qualitativo degli ambienti acquatici	Elevata concentrazione di azoto e fosforo nelle concimazioni agricole	Tutto il bacino sublacuale
Inquinamento da scarichi civili	Presenza elevata di coliformi e degrado della qualità delle acque dal punto di vista ambientale ed igienico-sanitario	Scarsa efficienza dei depuratori comunali	Tutto il bacino sublacuale
Immissione affluenti Cherio, Strone e Mella	Degrado della qualità delle acque dell'Oglio	Sottobacini affluenti molto inquinati da scarichi civili ed industriali	Bacino a valle delle immissioni
Immissione di grandi canali di bonifica	Degrado della qualità delle acque dell'Oglio	Canali inquinati da scarichi civili	Bacino a valle delle immissioni

I Parchi dell'Oglio

I Parchi come oasi di biodiversità

Davide Malavasi

I fiumi sin dall'antichità sono stati il fulcro delle attività umane e costituiscono un'eredità storica e etnologica, oltre che naturalistica ed ambientale.

Negli ultimi 50-100 anni il rapporto delle persone con i corsi d'acqua ha subito un notevole mutamento: il fiume è percepito essenzialmente come un pericolo da mantenere costantemente lontano dalla vita quotidiana e da gestire in maniera attiva, come il sistema fognario di un agglomerato urbano.

Il pericolo è effettivamente aumentato, non a causa di variazioni nella dinamica fluviale o di cambiamenti climatici, ma, come già ricordato, a causa delle opere che l'Uomo stesso ha costruito sui corsi d'acqua, riducendo gli alvei di circa il 70-90% della loro naturale ampiezza, a causa dell'aumento della popolazione e delle conseguenti necessità di coltivare più terra e di produrre più cibo.

Molti degli ecosistemi fluviali italiani, proprio per la loro importanza naturalistica, ambientale e sociale sono attualmente tutelati da parchi e riserve, nella speranza che un rapporto migliore uomo-fiume si possa instaurare nei prossimi decenni.

I parchi sono un vero e proprio caposaldo della conservazione della natura e del territorio oltre che un presidio territoriale contro il consumo del suolo e la banalizzazione paesaggistica.



Bosco sull'Oglio a Palazzolo



Saliceto presso le Bine

Inoltre sono un laboratorio per la pianificazione territoriale che nei prossimi decenni dovrà essere realizzata al di là dei confini di un parco: norme in vigore adesso nel parco si dovranno applicare su tutto quanto il territorio per poter sviluppare un futuro sostenibile per le generazioni future. I parchi sono, in sintesi, una garanzia per il benessere e per lo sviluppo "ecosostenibile" del mondo di domani, dei nostri figli e dei nostri nipoti.

I parchi sono oasi di biodiversità, isole in un mare di città, paesi, aree industriali, strade, e tutelano l'eredità biologica del nostro territorio, conservando le numerose specie vegetali ed animali che un tempo popolavano la pianura padana.

I due parchi dell'Oglio hanno un'estensione complessiva di circa ventisette ettari, da Sarnico, all'uscita del fiume dal Lago d'Iseo sino alla confluenza nel Po e all'interno dei due parchi sono presenti ben 14 siti di importanza comunitaria e/o zone di protezione speciale, alcuni dei quali sono anche riserve regionali.

Gli ambienti acquatici ospitano una varietà enorme di piante ed animali, paragonabile alla ricchezza di specie presente nelle foreste tropicali.

Questa abbondanza ovviamente si è ridotta, soprattutto negli ultimi decenni, ad opera delle numerose attività umane sui corsi d'acqua, ma la capacità di reagire a queste sollecitazioni, ossia la resilienza ecologica di questi ecosistemi è assai elevata e, dove sono stati realizzati interventi di rinaturalizzazione, piante acquatiche ed animali non hanno tardato a ricolonizzare l'area in tempi brevi.



Le Bine con garzaia

I principali ambienti presenti all'interno dei due parchi sono:

Zone umide perifluviali e torbiere

Sono zone umide e paludi limitrofi al fiume che forniscono un habitat importantissimo per la conservazione delle specie animali e vegetali, come ad esempio l'Erba scopina (*Hottonia palustris*) o la Rana di Lataste (*Rana latastei*).



Rana di lataste

I principali valori naturalistici sono:

- presenza di associazioni vegetali di importanza nazionale e regionale e di specie floristiche in forte regresso a causa dell'antropizzazione del territorio;
- habitat di rifugio, alimentazione e riproduzione per specie faunistiche di interesse internazionale, nazionale e regionale.

Le principali problematiche sono costituite da:

- conservazione delle specificità ambientali, contenendo la naturale dinamica ecologica;
- mantenimento e creazione di habitat adatti a specie faunistiche di importanza comunitaria;
- contenimento dell'espansione delle specie esotiche alloctone (Gamberi extra-europei, Siluro, Nutria);
- garanzia di alimentazione degli ambienti con acque di caratteristiche qualitative compatibili con l'habitat.

Boschi igrofili

Ambienti anticamente diffusi su tutta la pianura padana, oggi limitati a pochi relitti.

I principali valori naturalistici sono:

- valore storico-paesaggistico;
- presenza di vegetazione con specie ormai rare;
- presenza di specie faunistiche di sicuro interesse conservazionistico.

Le principali problematiche sono costituite da:

- gestione continua dell'habitat;
- estrema frammentazione degli habitat;
- esigue dimensioni degli habitat forestali.



Campanellino

Paesaggio agricolo tradizionale ed aree ecotonali

La pianura del bacino sublacuale dell'Oglio mantiene in gran parte del suo territorio ancora un carattere agricolo di indubbio valore paesaggistico, oltre che ecologico in quanto sono ancora diffusi siepi e filari alberati, fontanili, piccoli stagni e macchie boscate, che fungono da aree ecotonali e ospitano numerose specie vegetali ed animali.

I principali valori naturalistici sono:

- valore storico-paesaggistico;
- aree utili come habitat di sosta ed alimentazione;
- aree di riproduzione per specie tipiche dell'agroecosistema
- presenza di specie faunistiche di sicuro interesse conservazionistico.

Le principali problematiche sono costituite da:

- pratiche colturali in contrasto con le esigenze ecologiche;
- gestione meramente idraulica del reticolo idrografico minore;
- gestione continua dell'habitat.

Oltre ai SIC e alle ZPS vi sono nel Parco Oglio Sud altre aree ad elevata biodiversità come il Canale Bogina, le Torbiere di Belforte, le Lanche di Castelfranco e la foce del fiume Gambara ed aree di notevole pregio paesaggistico come gli agroecosistemi di Ostiano, Volongo, Pessina Cremonese, Isola Dovarese e Drizzona o la valle della Luna a Calvatone.



Canale Bogina

Quali sono le specie più interessanti dal punto di vista conservazionistico che i due parchi dell'Oglio proteggono?

Innanzitutto, occorre premettere che il Fiume Oglio costituisce, naturalmente, un importante corridoio biologico che permette il collegamento fra le numerose aree naturali presenti lungo le sue sponde.

Il gruppo di vertebrati che è stato più studiato, e che generalmente interessa maggiormente anche la gente comune, è quello degli Uccelli, che all'interno delle aree protette vanta un numero molto elevato di specie.

In particolare nel Parco Oglio Sud sono presenti popolazioni importanti di Ardeidi (Aironi), dato che la garzaia della Riserva delle Torbiere di Marcaria ospita centinaia di nidi, oltre 430, di Nitticora (*Nycticorax nycticorax*), Garzetta (*Egretta garzetta*), Airone cenerino (*Ardea cinerea*), Airone rosso (*Ardea purpurea*), in minor misura di Sgarza ciuffetto (*Ardeola ralloides*) e di Airone guardabuoi (*Bubulcus ibis*) (Maffezzoli, 2005), mentre la garzaia della Riserva Le Bine è costituita solo da Airone cenerino con oltre 130 nidi, mentre l'Airone rosso ha nidificato in maniera irregolare e saltuaria (Cecere, ex verbis, 2007; Cecere e Ravara, 2008).



Germani reali

Inoltre nell'ambito dei censimenti invernali effettuati nel Parco Oglio Sud si rileva ogni anno la presenza di centinaia di uccelli acquatici di molte specie: i più numerosi sono i Germani reali (*Anas platyrhynchos*) con quasi 3500 individui, poi gli Ardeidi, con circa 200 Aironi cenerini, quasi 300 Aironi bianchi maggiori, oltre 250 Garzette fino al 2007 e in sensibile calo nel 2008, ed oltre 400 Aironi guardabuoi, seguiti dai Cormorani con quasi 800 esemplari, poi le Gallinelle d'acqua (*Gallinula chloropus*) con circa 370 esemplari, le Pavoncelle (*Vanellus vanellus*) con quasi 670 individui, i Gabbiani comuni (*Larus ridibundus*) con diverse centinaia di individui.

Da evidenziare anche la presenza di specie rare come l'Oca lombardella (*Anas albifrons*) e il Porciglione (*Rallus aquaticus*).

Il Parco dell'Oglio nell'ambito della pianura padana senza dubbio costituisce un'area importante per la conservazione delle popolazioni svernanti di molte specie come il Germano reale e le diverse specie di Ardeidi.

Altri vertebrati di sicuro interesse sono tra i pesci lo Storione cobice, oggetto di ripopolamenti effettuati, nell'ambito del Progetto Life Natura "Storione cobice - un progetto per restituire la specie al suo ambiente", dal Parco Oglio Sud e dall'ERSAF negli ultimi anni, o il Progetto per la reintroduzione del Temolo e della Trota marmorata nel Parco Oglio Nord.

Fra gli anfibi occorre segnalare la presenza di alcune popolazioni di Rana di Lataste (*Rana latastei*), presenti nelle Riserve regionali e in alcuni siti rilevanti dal punto di vista conservazionistico, come ad esempio i parchi di alcune ville padronali.

Fra i mammiferi meritano un'adeguata tutela alcune specie fra cui il Tasso (*Meles meles*), il Moscardino (*Muscardinus avellanarius*), presente anch'esso con piccole popolazioni frammentate.



Pavoncelle

Da studi effettuati negli ultimi sono emersi dati assai interessanti anche sulle comunità degli invertebrati.

Sono stati effettuati, ad esempio, alcuni importanti studi sui Coleotteri acquatici, importanti indicatori ambientali, nelle principali zone umide del Parco Oglio Sud, e tali studi hanno evidenziato la presenza di numerose specie di indubbio interesse conservazionistico: ad esempio, presso le Torbiere di Marcara sono stati trovati fra i Coleotteri Idradefagi (coleotteri acquatici di colore scuro) *Bidessus gossepunctatus*, specie molto rara in Italia settentrionale mai segnalata

prima per il fiume Oglio, e *Hygrotus decoratus*, *Agabus undulatus* e *Rhantus grapii*, specie "relette fredde", ossia specie che sopravvivono in un'area ristretta rispetto ad epoche precedenti a causa delle variazioni climatiche che si sono verificate negli ultimi millenni dell'epoca post-glaciale, e pertanto di sicuro interesse biogeografico e conservazionistico, *Suphrodites dorsalis*, molto rara e forse in estinzione presso le Torbiere, *Hydrovatus cuspidatus*, rara, trovato solo a Marcaria, *Ilybius ater*, molto rara, anch'esso trovato solo a Marcaria, *Dytiscus mutinensis*, molto raro, tipico delle aree paludose, Marcaria.

In altre zone umide del parco sono state trovate altre specie assai notevoli come *Hydroporus springeri*, rarissimo, legato a paludi mature con canneto o con vegetazione acquatica e detrito, uno dei pochissimi Idroadeologi endemici della pianura padano-veneta, trovato nelle Lanche di Gerre Gavazzi e Runate, *Hydaticus grammicus*, raro e sporadico in Nord Italia, trovato presso la Lanca di S. Alberto e presso Le Bine, *Hygrotus impressopunctatus*, *Copelatus haemorrhoidalis*, *Ilybius quadriguttatus* e *Colymbetes fuscus*, specie rare o molto rare, trovata a Marcaria e presso le Lanche di Gerre Gavazzi e Runate (Mazzoldi, 1986; Toledo, 2003).

Nell'ambito di altre ricerche entomologiche effettuate presso la Riserva Le Bine (Rancati, 2000) sono state trovate alcune specie molto interessanti dal punto di vista conservazionistico, come i Coleotteri Carabidi *Chlaeniellus tristis*, indicatore di elevata qualità ambientale, l'endemita *Platysma anthracinum hespericum*, *Chlaenius spoliatus*, *Agonum marginatum*, *Ocydromus tetracolum*, *Omophron limbatum*, *Odontium striatum*, *Chlaeniellus vestitus*, tipici di margini sabbiosi golenali, e *Asaphidion flavipes*, tipico di boschi golenali.



Suphrodites dorsalis ripreso da Francisco M. 1979 Vol. XIV Fauna d'Italia



Bidessus grossepunctatus ripreso da www.kerbtier.de

Sempre presso la Riserva Le Bine nell'ambito di ricerche ormai trentennali effettuate dal WWF (I Quaderni del Parco n. 3 - febbraio 2003 "La conservazione di una zona umida. La Riserva Naturale Le Bine: trent'anni di gestione (1972-2002)" sono state censite numerose specie interessanti dal punto di vista conservazionistico come *Carichium minimum*, *Segmentina nitida*, *Ferrissia autieri*,

Vertigo antivertigo, *Punctum pygmaeum*, *Paralaoma caputspinulae* fra i Molluschi (*Lumache e limacce*), *Ophiogomphus cecilia* e *Somatochlora metallica* fra gli Odonati (Libellule), *Pieris edusa*, *Colias hyale*, *Leptotes pirithous*, fra i Lepidotteri Ropaloceri (Farfalle diurne).

Interessanti anche gli studi sulla qualità dell'acqua del fiume effettuati con i macroinvertebrati acquatici negli ultimi anni, che ha portato al ritrovamento presso le stazioni di campionamento di Azzanello, Isola Dovarese e Tezzoglio dell'efemerottero *Potamanthus luteus* (Bonali e Impieri, 2000), fino al 1974 mai segnalato in Italia e successivamente ritrovato solo in alcune località dell'Appennino ligure.



Potamanthus luteus

Cosa sono i Macroinvertebrati?

Insetti: Plecotteri, Efemerotteri, Coleotteri, Odonati, Eterotteri, Ditteri

Crostacei: Anfipodi, isopodi e Decapodi

Molluschi: Gasteropodi e Bivalvi

Anellid: Tricladi, Irudinei e Oligocheti

MONITORAGGIO MACRO INVERTEBRATI ACQUATICI CON METODO IBE (INDICE BIOTICO ESTESO)

Il progetto è iniziato durante l'anno scolastico 1998-1999, coinvolgendo numerose classi di scuole medie e superiori delle province di Cremona e Mantova, ed è proseguito sino al 2008.

Le stazioni campionate sono 8, quasi tutte ubicate nel territorio del Parco Oglio Sud, ad eccezione della stazione di Azzanello-Castelvisconti situata nel Parco Oglio Nord: le altre si trovano ad Ostiano, Isola Dovarese, Canneto sull'Oglio, presso la Riserva le Bine a Calvatone, a Tezzoglio in comune di Bozzolo, a Campitello e a Torre Oglio nel comune di Marcaria.

Nel corso degli ultimi anni le classi di qualità delle stazioni sono costituite in generale dalla II° e dalla III° classe, corrispondenti rispettivamente ad "ambiente in cui sono evidenti alcuni effetti dell'inquinamento" e ad "ambiente inquinato", con uno scadimento della qualità sino alla classe IV°, ossia "ambiente molto inquinato", presso le stazioni della porzione meridionale del bacino.

Come in tutta quanta la pianura padana le zoocenosi autoctone sono minacciate dalla invasiva presenza di un numero sempre maggiore di specie di provenienza americana o asiatica, come la Vongola asiatica (*Corbicula fluminea*), l'Ostrica di fiume americana (*Anodonta woodiana*) o il Mitilo zebra (*Dreissena polymorpha*) fra i molluschi, i voracissimi gamberi di acqua dolce *Procambarus clarki*, di origine americana, e *Orconectes limosus*, di provenienza asiatica, fra i crostacei, l'abbondantissimo Siluro (*Silurus glanis*), Aspido (*Aspius aspius*) o il Gobione giallo (*Pseudorasbora parva*) fra i pesci.

Ormai possiamo considerare naturalizzata "padana" anche la Nutria (*Myocastor coypu*).



Procambarus clarkii resti



Aspido

SIC e ZPS presenti all'interno dei due parchi regionali dell'Oglio

BOSCHETTO DELLA CASCINA CAMPAGNA SIC IT2060014

Comune: Pumenengo (BG)

Superficie: 5,33 ha

Specie tutelate di interesse conservazionistico:

Piante: *Anemone ranunculoides*, *Cyclamen purpuraceus*, *Galanthus nivalis*, *Saxifraga bulbifera*,
Crescione d'acqua

Insetti: Licena delle paludi

Pesci: Pigo, Vairone, Lasca, Barbo comune, Barbo meridionale, Savetta, Gobione

Anfibi: Tritone crestato, Rana di Lataste

Uccelli: Silvidi, Averla piccola

Riserva Naturale Regionale Parziale botanica, si trova nel versante idrografico di destra del fiume Oglio: dal punto di vista botanico l'interesse maggiore è costituito dal "boschetto", un relitto di quercu-carpineto, la foresta planiziale a Farnia e Carpino bianco, che ancora presenta un discreto stato di conservazione e costituisce uno degli ultimi esempi dell'antica copertura forestale che copriva tutta la pianura padana, mentre sotto l'aspetto geomorfologico è da rilevare la presenza del fontanile chiamato "Fontana Vecchia".

BOSCHETTO DE L'ISOLA SIC e ZPS IT2060015

Comune: Orzinuovi (BS), Roccafranca (BS), Soncino (CR), Torre Pallavicina (CR)

Superficie: 91,62 ha

Specie tutelate di interesse conservazionistico:

Piante: *Anemone nemorosa*, *Campanula trachelium*, *Ceratofillo* comune, *Groenlandia densa*,
Rhamnus saxatilis, Campanellino, Leucojum vernum Pungitopo

Insetti: Coleotteri idroadefagi, Licena delle paludi

Pesci: Pigo, Vairone, Lasca, Barbo comune, Barbo meridionale, Savetta, Gobione, Cobite

Anfibi: Tritone crestato, Rana di Lataste

Rettili: Natrice tessellata

Uccelli: Aironi, Rallidi, Falco pescatore, Albanella reale, Falco di palude, Martin pescatore, Passeriformi di palude, Averla piccola.

Riserva Naturale Regionale; L'area protetta interessa una superficie di 42 ettari nei comuni di Torre Pallavicina (BG), Orzinuovi e Roccafranca (BS), e Soncino (CR). La Riserva interessa una fascia perfluviale dell'Oglio caratterizzata da diverse lanche generate dal corso instabile del fiume, dove sono presenti diversi tipi di associazioni vegetali: dai giuncheti e canneti delle acque più ferme alla vegetazione (anche sommersa) meglio adatta alle zone con acqua semiferma (presente nelle lanche più grandi); dai saliceti delle sponde alle essenze tipiche del bosco e sottobosco di ripa.

BOSCHETTO DI BARCO SIC e ZPS IT20A0009

Comune: Orzinuovi (BS), Soncino (CR),

Superficie: 66,51 ha

Specie tutelate di interesse conservazionistico:

Pesci: Trota marmorata, Pigo, Barbo comune, Barbo meridionale, Lasca, Savetta, Vairone, Cobite, Cobite mascherato, Gobione

Anfibi: Tritone crestato, Rana di Lataste

Uccelli: Aironi, Albanella reale, Falco pescatore, Allocco, Upupa, Torcicollo, Smeriglio, Succiacapre, Martin pescatore, passeriformi di bosco

Riserva Naturale Regionale Orientata; istituita con D.C.R. 20 dicembre 1989 n. 1804. La Riserva interessa un'area di 30 ettari, nei comuni di Orzinuovi (BS) e Soncino (CR). Il Bosco di Barco è situato sulla sponda sinistra del fiume Oglio, su un terreno molto sconnesso a causa delle piene del fiume che danno origine alla formazione di diverse lanche stagionali. La vegetazione dalla presenza di specie forestali quali il pioppo nero, il pioppo ibrido, la farnia e lolmo campestre. Ricca è anche la vegetazione erbacea con centinaia di specie censite.

BOSCO DELLA MARISCA SIC IT20A0007

Comune: Villachiarà (BS), Genivolta (CR)

Superficie: 27,44 ha

Specie tutelate di interesse conservazionistico:

Piante: Porracchia dei fossi, Miriofillo verticillato, Crescione d'acqua

Insetti: Coleotteri Idroadefagi, Cerambice, *Potamonectes depressus elegans*

Pesci: Pigo, Barbo comune, Barbo meridionale, Lasca, Savetta, Vairone

Anfibi: Tritone crestato, Rana di Lataste

Rettili: Testuggine palustre

Uccelli: Tarabuso, Smeriglio, Succiacapre, Martin pescatore, Bigia padovana

Mammiferi: Toporagno d'acqua, Moscardino

Riserva Naturale Regionale Parziale Botanica; istituita con D.C.R. 31 maggio 1989 n. 138. L'area è costituita da una fascia boscata che si estende lungo la riva destra del fiume Oglio. La parte più pregevole della riserva è costituita da una lunga lanca fluviale. Interessa una superficie di 25 ettari, nei territori comunali di Genivolta (CR) e Villachiarà (BS).

ISOLA DELL'UCCELLANDA SIC e ZPS IT20A0008

Comune: Azzanello (CR), Genivolta (CR), Villachiarà (BS), Borgo San Giacomo (BS)

Superficie: 76,26 ha

Specie tutelate di interesse conservazionistico:

Piante: Gamberaia maggiore, Calta palustre, *Chamaecytisus hirsutus*, *Galanthus nivalis*, Porracchia dei fossi, Finocchio acquatico, Pungitopo, Beccabungna

Insetti: Coleotteri Idroadefagi, Cerambice, Cervo volante, Licena delle paludi

Pesci: Trota marmorata, Pigo, Barbo comune, Barbo meridionale, Lasca, Savetta, Vairone, Cobite, Cobite mascherato, Gobione, Luccio, Tinca
Anfibi: Tritone crestato, Rana di Lataste
Rettili: Testuggine palustre, Orbettino (?)
Uccelli: Aironi, Limicoli, Rallidi, Pellegrino, Smeriglio, Falco pescatore, Succiacapre, Martin pescatore, Passeriformi di palude
Mammiferi: Toporagno d'acqua, Topolino delle risaie, Topo selvatico Moscardino, Tasso, Puzzola (?)

Riserva Naturale Regionale Parziale Botanica; istituita con D.C.R. 31 maggio 1989 n. 1329. L'area protetta interessa una superficie di 60 ettari nei comuni di Villachiara (BS) e Azzanello (CR). È prevalentemente occupata da un bosco misto, soprattutto farnia e pioppo nero, alternati a zone dove è forte la presenza di olmi, robinie, pioppi bianchi, salici bianchi e ontani neri. Nella riserva sono presenti alcune ginestre, ormai rarissime nella pianura bresciana. Nel sottobosco si possono diverse specie arbustive, quali pungitopo, biancospino, prugnolo, longiunello, sambuco, nocciolo, fusaggine, acero campestre, pincerlino, rose selvatiche, amorfa, rovi.

LANCHE DI AZZANELLO SIC IT20A0006

Comune: Azzanello (CR), Castelvicosconti (CR)

Superficie: 58,05 ha

Specie tutelate di interesse conservazionistico:

Piante: Giunco fiorito, Gamberaia maggiore, Porraccia dei fossi, Miriofillo verticillato, Crescione d'acqua, Pepe d'acqua, Ninfea, Nannufero

Insetti: Cerambice

Pesci: Barbo comune, Barbo meridionale, Savetta, Vairone

Anfibi: Tritone crestato, Rana di Lataste

Rettili: Testuggine palustre

Uccelli: Aironi, Germano reale, Rallidi, Albanella reale, Falco di palude, Martin pescatore, Passeriformi di palude

Mammiferi: Toporagno d'acqua, Moscardino, Tasso, Puzzola (?)

Riserva Naturale Regionale Orientata; istituita con D.C.R. 31 maggio 1989 n. 1388. La Riserva occupa una superficie di 22 ettari (nei comuni di Azzanello e Castelvicosconti - CR), prevalentemente sulla sponda destra del fiume, in territorio cremonese, pur comprendendo un'area in sponda sinistra nei pressi di Acqualunga, frazione di Borgo San Giacomo. Questa zona palustre è concentrata attorno a due rami fluviali abbandonati di notevole estensione, che nel loro complesso coprono una lunghezza di oltre un chilometro. Le due lanche testimoniano la presenza di un antico alveo attivo del fiume, che ora scorre più a nord, costretto da una lunga massicciata d'argine. La lanca principale è alimentata dalla roggia Tinta, confine naturale meridionale della riserva. Durante il censimento botanico, sono state rinvenute circa un centinaio di specie tra le quali numerose sono autoctone, rare o sporadiche nel territorio circostante.

LANCHE DI GABBIONETA SIC e ZPS IT20A0020

Comune: Gabbioneta Binanuova (CR)

Superficie: 22,58 ha

Specie tutelate di interesse conservazionistico:

Piante: Felce palustre, Altea, *Polygonum salicifolium*, Campanellino

Insetti: Licena delle paludi

Pesci: Trota marmorata, Pigo, Lasca, Barbo comune, Barbo meridionale, Savetta, Gobione, Cobite, Luccio, Cavedano, Tinca

Anfibi: Tritone crestato, Rana di Lataste

Rettili: Natrice tessellata

Uccelli: Aironi, Germano reale, Rallidi, Albanella reale, Falco di palude, Martin pescatore, Passeriformi di palude, Averla piccola

Mammiferi: Toporagno d'acqua, Moscardino, Puzzola (?)

Riserva Naturale Regionale Orientata; istituita con D.C.R. 31 maggio 1989 n. 1389 L'area protetta occupa una superficie di 9 ettari, nei comuni di Binanuova e Gabbioneta (CR). È collocata su un antico meandro fluviale dismesso e ben disegnato che incide nelle alluvioni della valle dell'Oglio un cerchio quasi perfetto. L'antico paleoalveo è completamente colmato dalla vegetazione palustre (cannuccia di palude e mazzasorda). La vegetazione legnosa è quasi assente e limitata a due piccole aree boscate da essenze igrofile.

LANCHE DI GERRE GAVAZZI E RUNATE SIC IT20A0004

Comune: Canneto sull'Oglio (MN)

Superficie: 153,56 ha

Specie tutelate di interesse conservazionistico:

Piante: Campanellino, Porracchia dei fossi, Giunco fiorito, Nannufero, Bosco da seme di Pioppo gatterino *Populus canescens*

Insetti: Coleotteri Idroadefagi rari in pianura

Pesci: Pigo, Lasca, Barbo comune, Barbo meridionale, Vairone, Savetta, Gobione, Cobite

Anfibi: Rana di Lataste

Uccelli: Aironi, Germano reale, Martin pescatore, Passeriformi di palude

LE BINE SIC IT20A0004

Comune: Acquanegra sul Chiese (MN), Calvatone (CR)

Superficie: 144,38 ha

Specie tutelate di interesse conservazionistico:

Piante: Campanellino, Porracchia dei fossi

Invertebrati: Molluschi *Carichium minimum*, *Segmentina nitida*, *Ferrissia autieri*, *Vertigo antivertigo*, *Punctum pygmaeum*

Odonati *Ophiogomphus cecilia*, *Somatochlora metallica*

Coleotteri Idroadefagi

Lepidotteri *Licena delle paludi*, *Pieris edusa*, *Colias hyale*, *Leptotes pirithous*

Pesci: Storione cobice, Cheppia, Pigo, Lasca, Barbo comune, Vairone, Savetta, Gobione, Cobite, Cobite mascherato

Anfibi: Tritone crestato, Tritone punteggiato, Rana di Lataste

Rettili: Vipera (?)

Uccelli: Tutte le specie di Ardeidi (Aironi), Germano reale, Albanella reale, Falco di palude, Martin pescatore, Passeriformi di palude, Averla piccola

Mammiferi: Moscardino, Topo selvatico collo giallo, Tasso

VALLI DI MOSIO SIC IT20A0002

Comune: Acquanegra sul Chiese (MN)

Superficie: 62,41 ha

Specie tutelate di interesse conservazionistico:

Piante: Campanellino

Pesci: Luccio, Tinca, Triotto, Cobite

Anfibi: Rana di Lataste

Uccelli: Aironi, Martin pescatore, Passeriformi di palude, Averla piccola

TORBIERE DI MARCARIA SIC IT20A0005

Comune: Marcaria (MN)

Superficie: 92,63 ha

Specie tutelate di interesse conservazionistico:

Piante: Felce palustre, Mestolaccia comune, Ceratofillo comune, Finocchio acquatico, *Rorippa amphibia*, Erba stregona, Erba vescica comune, Ninfea, Nannufero

Insetti: Coleotteri Idroadefagi rari in pianura, Licena delle paludi

Anfibi: Rana di Lataste

Uccelli: Tutte le specie di Ardeidi (Aironi), Germano reale, Albanella reale, Falco di palude, Martin pescatore, Passeriformi di palude, Averla piccola

Mammiferi: Toporagno d'acqua, Moscardino

LANCA CASCINA S. ALBERTO SIC IT20A0003

Comune: Marcaria (MN)

Superficie: 104,54 ha

Specie tutelate di interesse conservazionistico:

Piante: Campanellino, Porracchia dei fossi

Insetti: Coleotteri Idroadefagi rari in pianura

Anfibi: Rana di Lataste

Uccelli: Falco di palude, Martin pescatore

BOSCO FOCE OGLIO SIC IT20A0001

Comune: Viadana (MN), Suzzara (MN)

Superficie: 104,93 ha

Specie tutelate di interesse conservazionistico:

Piante: Campanellino

Insetti: *Apatura illia*, Licena delle paludi

Pesci: Storione cobice, Lasca, Savetta, Barbo comune, Barbo meridionale, Cobite

Anfibi: Rana di Lataste

Uccelli: Cormorano, Aironi, Martin pescatore

PARCO REGIONALE OGLIO SUD ZPS IT20B0401

Comune: buona parte dei sedici comuni consorziati nel Parco Oglio Sud

Superficie: 4023,41 ha

Specie tutelate di interesse conservazionistico:

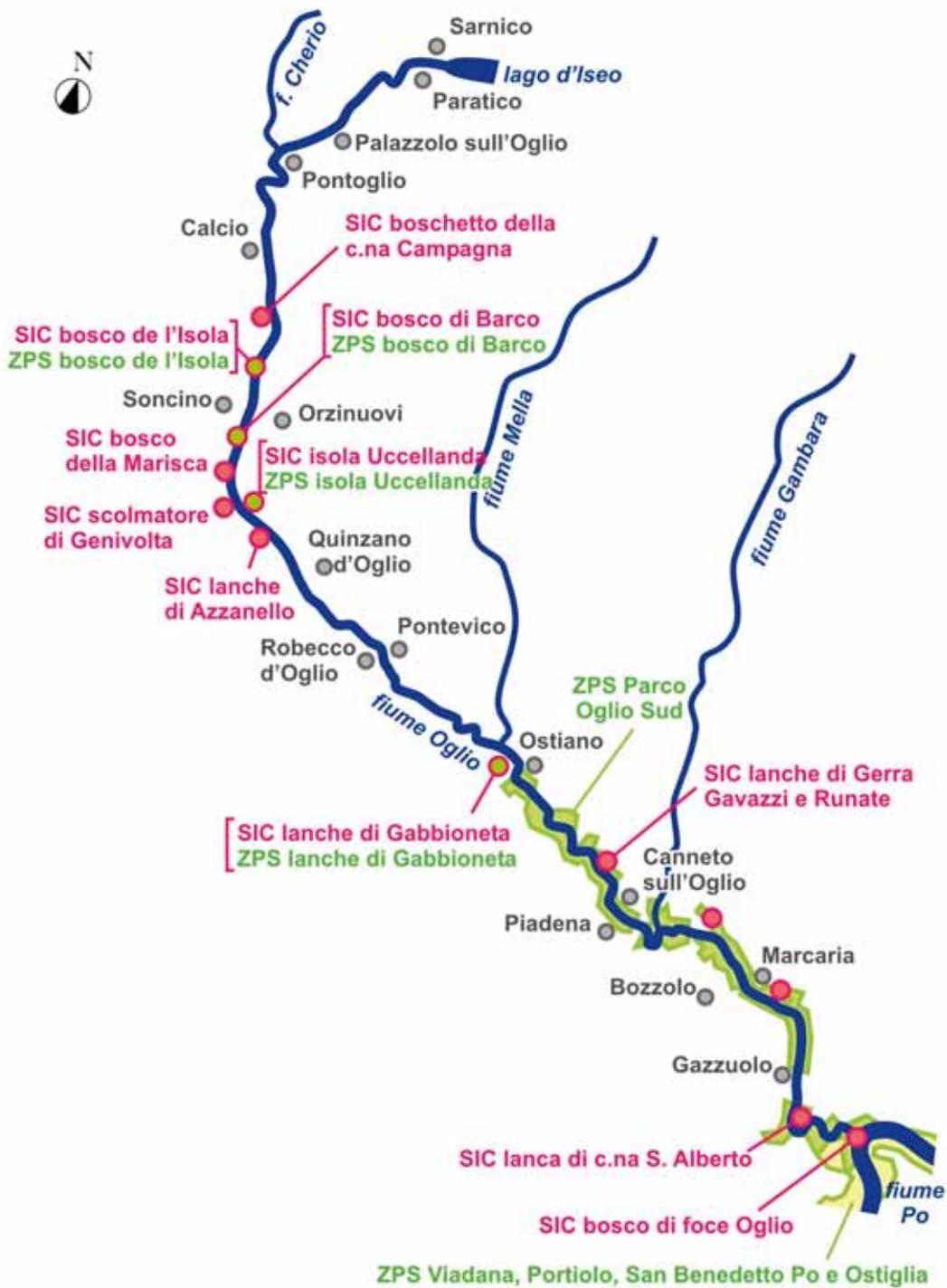
Piante: *Carex lepidocarpa*, Morso di rana, Campanellino, Porracchia dei fossi

Insetti: Coleotteri Idroadefagi rari in pianura, Licena delle paludi

Pesci: Storione cobice, Cheppia, Pigo, Lasca, Barbo comune, Barbo meridionale, Vairone, Savetta, Gobione, Cobite, Cobite mascherato

Anfibi: Rana di Lataste

Uccelli: Tutte le specie di Ardeidi (Aironi), Germano reale, Albanella reale, Falco di palude, Martin pescatore, Passeriformi di palude, Bigia padovana, Averla piccola



Caratterizzazione del Bacino

Perchè l'agricoltura inquina?

Davide Malavasi

Secondo i dati forniti dall'ONU entro il 2025 le risorse idriche di oltre la metà dei paesi andranno incontro a problemi di approvvigionamento o a vere e proprie carenze ed entro il 2050 la scarsità d'acqua potrebbe riguardare addirittura il 75% della popolazione mondiale (Rogers, 2008).

A farne le spese per primi saranno ovviamente coloro che utilizzano l'acqua in maggior quantità, ossia gli agricoltori che necessitano di grandi quantitativi idrici per fornire le rese produttive agricole odierne.

L'acqua come già riportato in alcuni paragrafi precedenti, è una risorsa indispensabile alla vita dell'uomo ma solitamente il suo prezzo non viene equiparato al valore ambientale ed economico che effettivamente questo bene comune presenta: il prezzo è talmente basso che i consumatori non sono stimolati a risparmiare acqua.

Occorrerà in futuro aumentare i costi dell'acqua perchè i prezzi più alti incentiveranno sia il risparmio che gli investimenti in infrastrutture più efficienti.

L'agricoltura è il settore che provoca il maggior impatto sulle riserve idriche: basti pensare che per produrre 1 Kg di frumento occorrono 1000 litri di acqua.

Ridurre gli sprechi dell'irrigazione comporterà un miglioramento notevole dell'impatto dell'uomo sulle riserve idriche del Pianeta: un miglioramento del 10% nell'efficienza dei sistemi di irrigazione consente di risparmiare più acqua rispetto a quanta ne viene sfruttata da tutti gli altri settore messi insieme.

Il bacino del Po con un'elevatissima densità abitativa, un numero enorme di attività industriali, un'agricoltura intensiva fra le più produttive del mondo presenta un carico effettivo di azoto e fosforo fra i più elevati a livello mondiale:

COMPARTO	Azoto Tonn/anno	Azoto %	Fosforo Tonn/anno	Fosforo %
Civile	61.000	23	6.000	56
Industriale	22.000	8	700	6
Zootecnico	105.000	40	2.100	20
Agricolo	60.000	23	1.200	11
Dilavamento superficiale	15.000	6	750	7
TOTALE	263.000	100	10.750	100

Per l'azoto le perdite per lisciviazione e ruscellamento possono essere fortissime anche se molto variabili: un suolo coltivato può cedere da 30 a 90 kg/ha all'anno, un campo con vegetazione erbacea da 5 a 20 Kg/ha all'anno.

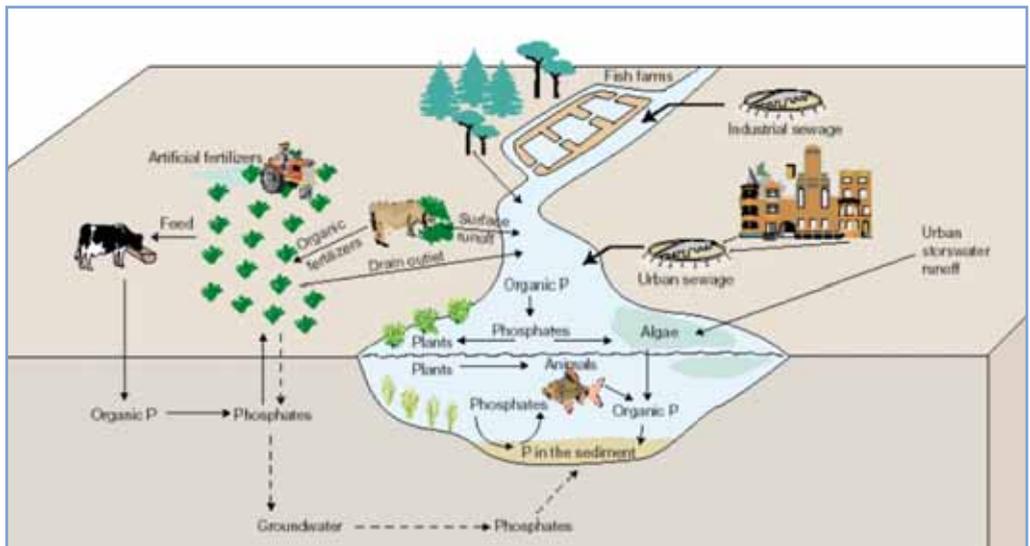
Generalmente le aree coltivate con colture miste presentano una perdita di azoto che arriva sino a 40 kg/ha per anno mentre i suoli forestali possono presentare una cessione molto minore, di 2,5 kg per ha all'anno.

Il fosforo viene lisciviato molto difficilmente in quanto questo elemento è fortemente trattenuto dalle particelle del suolo: solo in condizioni di saturazione delle possibilità di fissazione del suolo, il fosforo diventa mobile e la frazione ruscellamento superficiale.

Stime recenti hanno suddiviso i rilasci in kg/ha all'anno nel modo seguente:

	Azoto	Fosforo
Molto bassi	<15	< 0,22
Medi	45-60	0,43-0,54
Molto elevati	>90	> 0,76

In parecchie aree padane si stima che la maggior parte della SAU potrebbe rientrare per il fosforo nella categoria "molto bassi", mentre per l'azoto i valori sono molto elevati.



Ciclo del Fosforo

Il bacino sublacuale dell'Oglio, con una superficie agricola utilizzabile di circa 140.000 ettari, è l'area idrografica lombarda con i massimi apporti di nutrienti alle acque superficiali, con un apporto totale annuo di Azoto e di Fosforo, rispettivamente di 611 e 255 tonnellate, che costituisce il alto input di fertilizzanti in agricoltura.

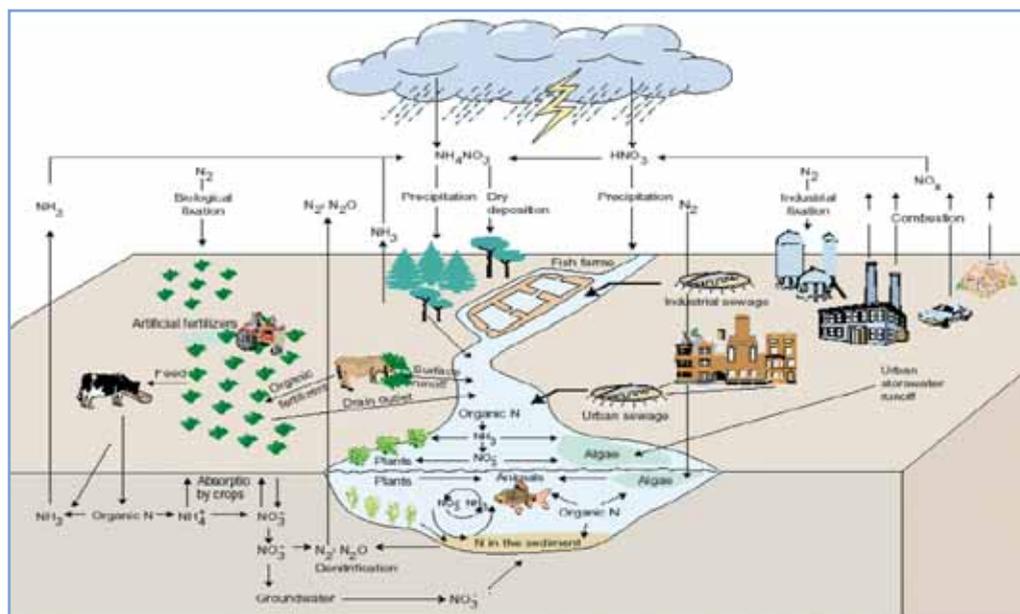
Il bacino presenta un rilascio di azoto pari a 4,38 Kg/ha e di fosforo pari a 1,82 kg/ha, registrando i più elevati rilasci in termini di apporti per unità di superficie, secondi solo al bacino del Mella, che è uno dei principali affluenti dell'Oglio e uno dei fiumi, purtroppo, più inquinati della Lombardia e forse dell'Italia settentrionale.

La concimazione chimica del bacino di azoto è pari a quasi 28.000 tonnellate annue e di fosforo pari a poco più di 11.630 tonnellate annue, equivalente a una concimazione per ettaro di 200 kg di azoto e 83 di fosforo.

Gli elevati rilasci sono soltanto parzialmente mitigati dalle precipitazioni ridotte nel corso dell'anno.

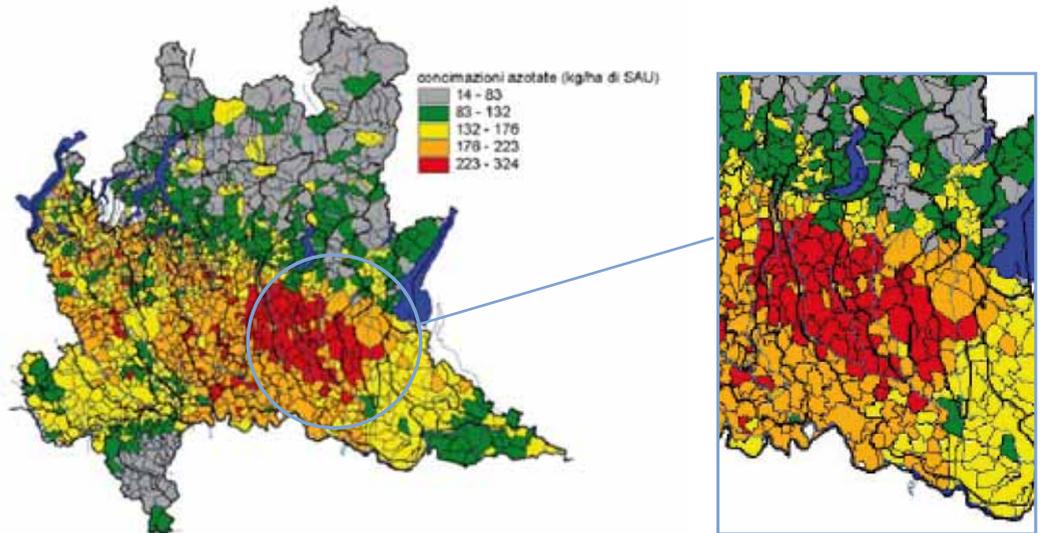
Il bacino pertanto risulta essere un'area strategica per il controllo e la riduzione dell'inquinamento diffuso.

Il corso dell'Oglio da Sarnico al Po, unito al bacino che il fiume sottende, è considerato area sensibile, secondo la Direttiva Europea Nitrati.

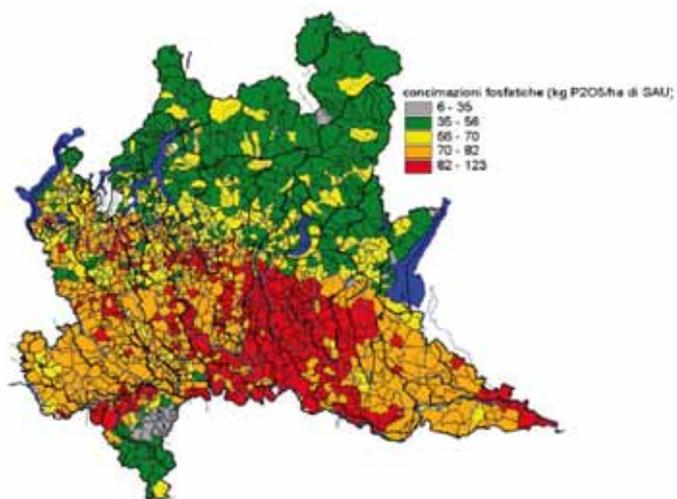


Ciclo dell'Azoto

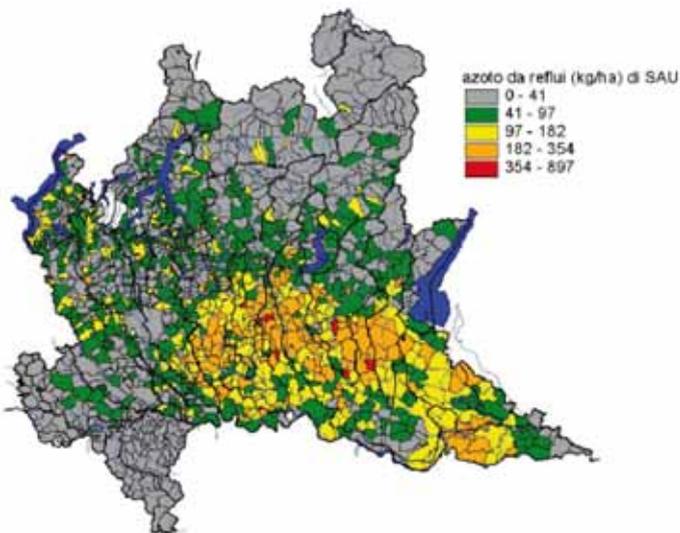
Apporti di azoto da fertilizzanti, senza considerare le eccedenze di nutrienti derivanti dagli effluenti di allevamento.



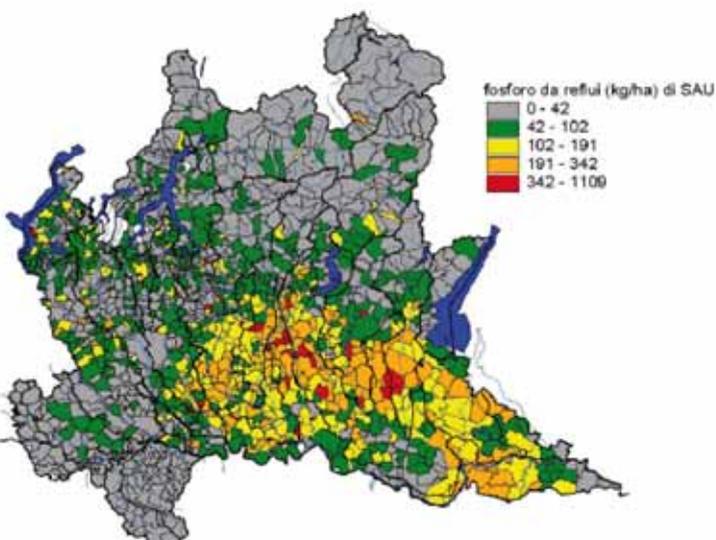
Apporti di fosforo, espresso come P_2O_5 da fertilizzanti chimici, senza considerare le eccedenze di nutrienti derivanti dagli effluenti di allevamento.



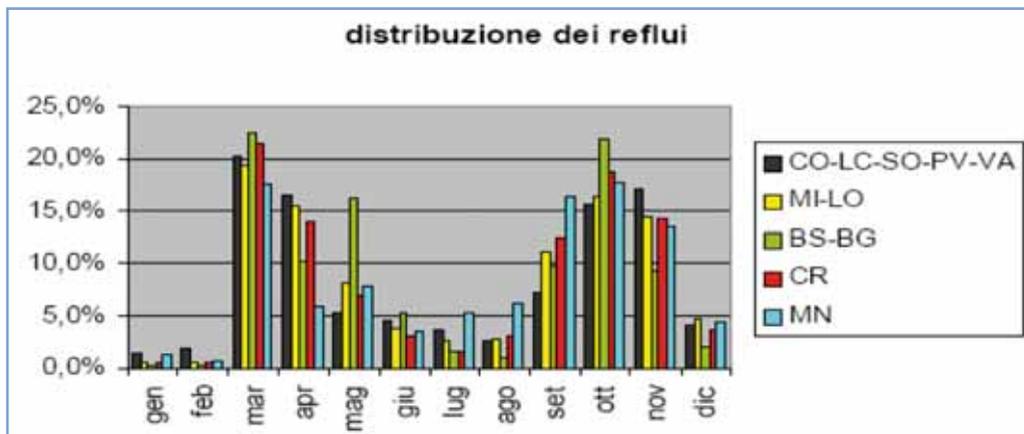
Apporti di azoto al campo proveniente dagli effluenti di allevamenti riferiti alla superficie agricola utilizzabile (SAU) comunale.



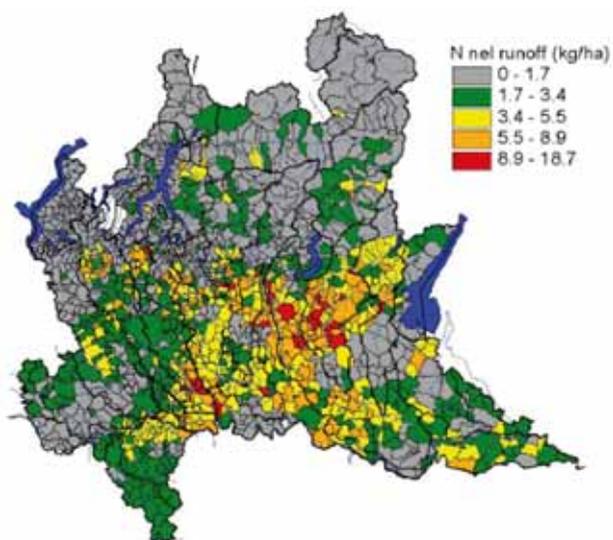
Apporti di fosforo, espresso come P_2O_5 , al campo proveniente dagli effluenti di allevamenti riferiti alla superficie agricola utilizzabile (SAU) comunale.



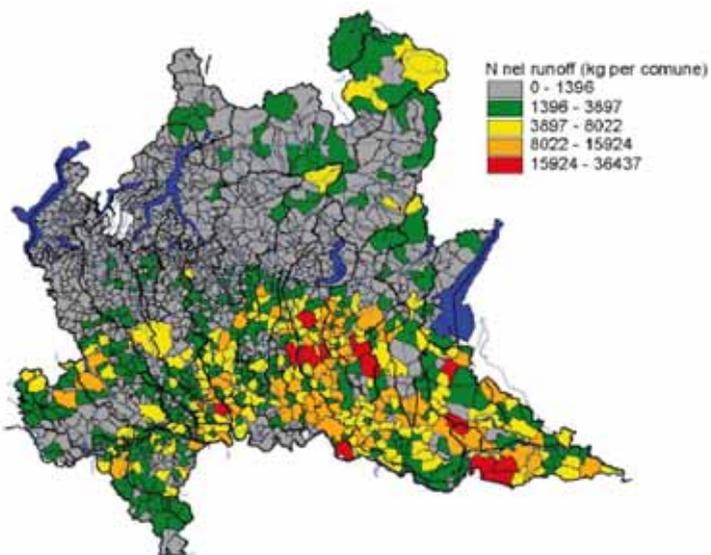
Valori mensili di ripartizione della quantità annuale degli effluenti distribuiti per provincia.



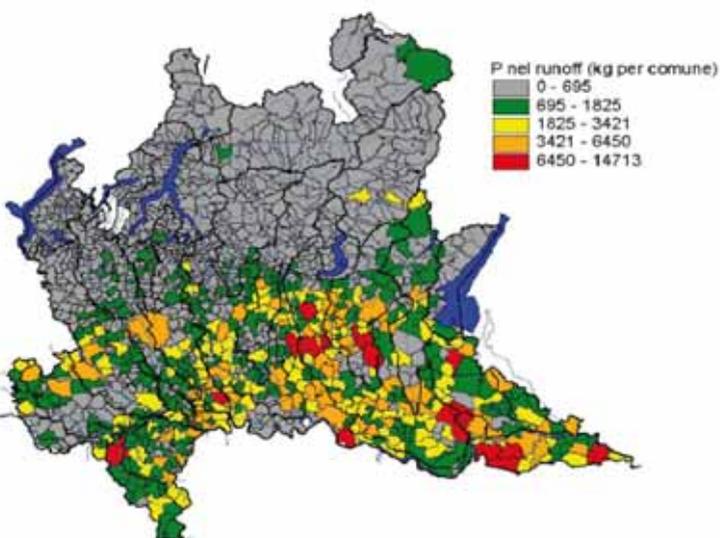
Carico effettivo di azoto verso le acque superficiali per unità di SAU comunale.



Carico effettivo di azoto verso le acque superficiali per comune.



Carico effettivo di fosforo verso le acque superficiali per comune.



Per comprendere l'effettivo impatto delle attività agricole o connesse all'agricoltura, peraltro necessario al modello di sviluppo agricolo e societario attuale, occorre considerare il potenziale "abitanti equivalenti" relativo ad ogni scarico in corpo idrico: 1000 litri di latte lavorati in una latteria con annesso caseificio comportano un carico inquinante pari 45-230 abitanti equivalenti, corrispondente ad un carico proveniente da un piccolo paese; ogni bovino allevato corrisponde a 5-10 abitanti equivalenti, a seconda dei dati di letteratura, ogni suino corrisponde a 3 abitanti equivalenti. Pertanto un allevamento di suini con 3000 maiali presenta lo stesso carico inquinante proveniente da un agglomerato urbano di circa 9000 persone.

Corrispondenza fra attività e impatto abitanti equivalenti nelle acque reflue (Marchetti, 1993)

Tipologia industriale	Unità produttiva	Abitanti equivalenti
Latterie senza caseificio	1000 l di latte	25-70
Latterie con caseificio	1000 l di latte	45-230
Stalle per bovini	1 bovino	5-10
Stalle per suini	1 suino	3
Allevamenti di polli	1 pollo	0,12-0,25

Gli allevamenti producono elevati quantitativi di inquinanti (Azoto e fosforo) che vengono poi utilizzati come concimi per i campi: un bovino di 500 kg produce circa 45 kg di azoto 40 kg di fosforo; un suino di 100 kg produce poco più di 11 kg di azoto e 15 kg di fosforo.

Coefficienti di produzione di azoto e fosforo al campo e valori di peso vivo applicati alle categorie animali.

Categoria	Peso vivo (kg)	Azoto al campo (kg/100 kg)	Fosforo al campo (kg/100 kg)
Galline, Polli, Oche	1-3,5	16,5	25,1
Bovini	300-800	8,7	7,8
Suini	20-180	11,2	15
Ovini	30-60	9,9	7,3
Equini	500	6,9	5,9

Carico zootecnico: computo degli abitanti equivalenti per i bovini (16,4), suini (3,0), polli e simili (0,014).

Specie	kg deiezioni per giorno		kg per anno	kg per anno
	Solide	Liquide	Fosforo totale	Azoto totale
Equini	17	4,5	8,9	59,7
Bovini	27	9,3	7,4-15,7	54,8-112,5
Suini	5,5	1,5	3,8-5,6	11,3-15,5
Ovini	1,5	1,5	0,8-1	4,9-12

Ogni coltura necessita di apporti azotati diversificati sia per le differenti esigenze fisiologiche delle specie che durante le stagioni dell'anno: vi sono colture maggiormente esigenti di azoto e di fosforo che presentano pertanto un impatto maggiore nei confronti dell'ambiente.

Apporti di fertilizzanti azotati considerati per diverse colture e loro distribuzione percentuale nel corso dell'anno (da Allegato 7 Appendice 1- PTUA Regione Lombardia)

Coltura	kg N	% durante l'anno
Frumento tenero	150	30 % febbraio, 60% marzo; 10 % aprile
Frumento duro	200	30 % febbraio, 60% marzo; 10 % aprile
Mais	250	15% marzo; 20% aprile; 25% maggio; 20% ottobre; 20% nov.
Barbabetola	180	50% febbraio; 50% marzo
Pomodoro da industria	50	30% marzo; 40% aprile; 30% maggio
Mais ceroso	340	15% marzo; 20% aprile; 25% maggio; 20% ottobre; 20% nov.
Fiori e piante ornamentali	205	10% tutti i mesi da febbraio a novembre

Apporti di fertilizzanti fosfatici considerati per diverse colture e loro distribuzione percentuale nel corso dell'anno (da Allegato 7 Appendice 1- PTUA Regione Lombardia)

Coltura	kg N	% durante l'anno
Frumento tenero	70	30 % febbraio, 70% ottobre
Frumento duro	80	30 % febbraio, 70% ottobre
Mais	100	25% febbraio; 25% marzo; 25% ottobre; 20% novembre
Barbabetola	160	25% febbraio; 15% marzo; 15% agosto, settembre, ott. e nov.
Pomodoro da industria	50	30% marzo; 40% aprile; 30% maggio
Erba medica	0	
Mais ceroso	100	25 % febbraio; 25% marzo; 25% ottobre; 25% novembre
Fiori e piante ornamentali	70	10% tutti i mesi da febbraio a novembre

Se la situazione permane ai livelli attuali, il degrado dei terreni e dei corsi d'acqua nei prossimi decenni potrebbe divenire irreversibile e pertanto occorre prevedere soluzioni migliorative che non comportino un aggravio dell'economia locale e che siano maggiormente sostenibili nei confronti degli agroecosistemi.

Considerato i recenti problemi di disponibilità idrica del comprensorio dell'Oglio, ossia il deficit calcolato come differenza tra i volumi di acqua erogati e i volumi di concessione nei mesi estivi, che è passato da circa 80 milioni di metri cubi negli anni '80 ai 195 milioni di metri cubi dei primi anni del 2000 (Buizza, 2007), le principali soluzioni riguardano il miglioramento dell'efficienza delle tecniche attuali di irrigazione (per scorrimento, a pioggia, microirrigazione), la riduzione del fabbisogno idrico colturale con utilizzo di colture meno idroesigenti, il miglioramento dell'efficienza della rete irrigua, con migliori reti di adduzione e di distribuzione dell'acqua ed un

ovvia rimodulazione delle portate concesse, basata sulle reali necessità dell'azienda agricola o del comprensorio agricolo che utilizza l'acqua e non sulle concessioni storiche.

Vi sono ad esempio molti metodi ed esempi per ridurre la percolazione dei nitrati derivanti dall'utilizzo di fertilizzanti sintetici attraverso la scelta di diverse colture agricole e la valutazione delle caratteristiche fisico-chimiche dei terreni.

Per le semine autunnali, ad esempio, l'azoto già presente nel terreno e rilasciato con la mineralizzazione è in genere sufficiente a coprire il limitato fabbisogno di sostanze nutritive durante la stagione autunnale e invernale, e pertanto al momento della semina non è necessario concimare ulteriormente.

Inoltre per evitare la liberazione di nitrati sotto utilizzati nel sistema suolo-piante è possibile seminare colture intermedie, come rapa, ravizzone, o anche mantenere erba, dopo la mietitura per utilizzare i nitrati mineralizzati dalla precedente coltura.

Un altro metodo per ridurre la percolazione è basato sulla conservazione del contenuto organico del suolo: i suoli con basso contenuto organico hanno in genere scarse capacità di ritenzione idrica e sono soggetti a rapidi passaggi di acqua con conseguente perdita di nitrati.

Per questo motivo occorre incrementare o conservare il contenuto organico del terreno, aggiungendo concime animale, sovescio o residui vegetali, che vengono amalgamati nei primi strati del suolo con un'aratura superficiale.

Inoltre si può agire controllando la quantità di acqua durante l'irrigazione, dato che un eccesso di acqua può essere un fattore importante nel veicolare i nitrati all'interno delle falde acquifere.

Un altro fattore impattante è la concimazione eccessiva dei terreni con reflui di allevamento: occorre migliorare il valore fertilizzante dei liquami, diminuendo, ad esempio, il contenuto di acqua dei liquami.

Altri metodi possono riguardare l'applicazione di fertilizzanti organici e inorganici che tengano conto dei nitrati già disponibili nel terreno e delle effettive necessità della coltura; l'ottimizzazione del ciclo delle colture per utilizzare tutto l'anno l'azoto disponibile nel terreno; evitare di arare spesso e di arare in profondità e, soprattutto, evitare l'aratura dei terreni erbosi.

Il bacino sublacuale dell'Oglio presenta un numero elevatissimo di allevamenti di bovini e di suini, che purtroppo presentano un impatto ambientale rilevante: negli ultimi anni (Navarotto, 2008) si stanno sperimentando soluzioni per il miglioramento e la riduzione degli impatti, come ad esempio una riduzione delle emissioni dai ricoveri del bestiame, una riduzione delle superfici sporche e bagnate, una riduzione del tempo di permanenza e della quantità dei liquami all'interno dei ricoveri, una riduzione delle emissioni moleste attraverso il raffreddamento e l'acidificazione dei liquami.

Si possono inoltre ridurre gli impatti realizzando ricoveri con pavimento fessurato e con fosse sottostanti che permettano attraverso un adeguato sistema di veicolazione una buona frequenza di svuotamento, trattando l'aria di ventilazione con lavaggio attraverso un bioscrubber e un biofiltro, nebulizzando all'interno delle stalle olii vegetali, prodotti disinfettanti/deodoranti e attuando una filtrazione con ricircolo interno.

Fra i trattamenti si può agire separando i solidi, con una riduzione dell'intasamento del terreno, un minor volume del liquame e una migliore distribuzione in copertura.

Inoltre si può ridurre il carico dei nutrienti con l'utilizzo di flocculanti per il fosforo e della metodologia "Nitro-Denitro"-strippaggio per l'azoto.

Per diminuire l'impatto degli stoccaggi di liquame o letame si possono ridurre i lagunaggi, con la realizzazione di vasche a pareti verticali con una maggiore altezza del battente liquido e copertura (rigida) dello stoccaggio, tali da permettere una riduzione degli odori del 90-95%, il contenimento delle perdite di ammoniaca del 5-20% e la riduzione totale del percolato derivante dalle precipitazioni meteoriche.

La copertura degli stoccaggi deve essere flessibile, con telo fissato alle pareti e copertura a cupola per biogas, per mezzo della quale si elimina facilmente l'acqua piovana.

Gli stoccaggi, se non coperti con il telo suddetto, possono essere coperti con materiali galleggianti come paglia, stocchi, trucioli di legno, leca o tessuto non tessuto, anche se in questo modo non è possibile eliminare dal liquame l'acqua piovana.

Il carico di azoto derivante dagli allevamenti suinicoli può essere ridotto anche attraverso la somministrazione ai suini di cibi con apporti proteici ridotti e corretti rapporti tra i singoli aminoacidi, giungendo sino ad una riduzione del 40%: la contrazione dei titoli proteici della dieta del maiale non comporta alcuna riduzione della produttività mentre è stata significativamente ridotta l'eliminazione dell'azoto con le deiezioni ed in particolare con le urine (Mordenti, 1997)

•

Per incrementare una metodologia di irrigazione delle colture più consona alle esigenze ambientali del fiume e per ridurre gli sprechi idrici si potrebbe incentivare la creazione di invasi di irrigazione, atti a limitare le derivazioni dal fiume.

Il volume irriguo da erogare per ciascun appezzamento dovrebbe essere determinato dal calcolo del bilancio idrico della superficie da irrigare e per ciascun tipo di coltura, fissando una dotazione massima ed un numero di irrigazioni standard su base agronomica.

Ovviamente dovranno essere utilizzati sistemi di irrigazione a basso impatto come l'irrigazione a goccia, l'uso di manichetta traforata, l'irrigazione sottochioma o la subirrigazione.

La stagione irrigua inizia ad aprile e termina nella seconda decade di settembre, anche se il periodo di alta idroesigenza è compreso fra la fine di maggio e l'inizio di settembre

Esistono ormai molti esempi di tali metodiche, elaborate ed applicate dal Consorzio del Canale Emiliano-Romagnolo, attraverso un programma che tiene conto del tipo di coltura, della fase fenologica della pianta, della temperatura, delle irrigazioni già effettuate e della pioggia, della pedologia locale, del metodo di irrigazione adottato.

Coltura	Volume irriguo massimo (mc) per stagione	Ore erogazione per portata di 100 l/sec	N.ro irrigazioni corrispondenti a 100 l/sec
Barbabietola Bietola da seme Medicaio	2160	3	2
Seminativi con colture avvicendate, mais, ortaggi, meloni, cocomeri, pomodoro, sorgo, loietto, trifoglio, soia, patate, zucche, fagiolini	3240	3	3
Arboree da frutto	4320	3	4
Vigna	3240	3	3
Prati stabili, pioppeti, vivaio, orti permanenti	6480	3	3
Risaie	7500 (invaso) 4000 (rabbocchi)	7 (invaso) 2,8 (rabbocchi)	3 (invaso) 4 (rabbocchi)

Il fiume e i pesci

Davide Malavasi

Il fiume offre rifugio a migliaia di organismi viventi, dai batteri ai pesci, che necessitano gli uni degli altri per compiere il loro ciclo vitale e molto spesso non ci accorgiamo dei benefici che la loro presenza apporta all'ecosistema se non quando verificiamo la loro scarsità o la loro assenza.

Basti pensare alle immani quantità di sostanze particellate e disciolte nell'acqua che i fiumi trasportano e che costituiscono l'alimento per piante ed animali acquatici, che nutrendosene effettuano anche un importante intervento di depurazione delle acque: il materiale trasportato ha caratteristiche e dimensioni diverse, dai rami alle foglie, a singole molecole, per cui deve essere degradato da una moltitudine di organismi atti a tritare, filtrare, brucare, sminuzzare,

Le comunità sono pertanto molto diverse lungo il corso del fiume da monte a valle e per questa ragione alterando la naturale struttura di un corso d'acqua, si altera anche la sua intrinseca capacità autodepurativa.

Un fiume non un semplice tubo entro cui far scorrere dell'acqua e pertanto non è corretto valutarne la gestione sempre e soltanto attraverso fenomeni prettamente idraulici.

La biodiversità fluviale dipende dal pulsare dinamico del regime idrico del corso d'acqua stesso.

Stagione	Regime idrologico	Vegetazione	Nutrienti	Fauna
Marzo-aprile	Morbida	Inizia la fase vegetativa	I nutrienti vengono trasferiti dalle radici alle parte superiori della pianta. Decomposizione. Liberazione di nutrienti	Passo migratorio di molti uccelli. Stagione riproduttiva del Luccio. Stagione riproduttiva della Rana agile e della Rana di Lataste
Aprile-maggio	Piena primaverile	Fioritura. Fase vegetativa al massimo dello sviluppo	I nutrienti sono trasferiti alle foglie. Decomposizione.	Periodo riproduttivo per molte specie ornitiche e di anfibi
Luglio-Agosto	Magra massima	Parziale arresto della fase vegetativa.		Dispersione dei nuovi nati
Autunno	Piena massima. Apporto di materiali solidi dal fiume.	Arresto della fase vegetativa. Dispersione di semi.	Nutrienti accumulati nelle radici. Portati via dall'acqua	Passo migratorio

La costruzione sul fiume di infrastrutture, sbarramenti, dighe, derivazioni, conche tende ad irrigidire l'alveo, canalizzando le acque per poter avere un tirante d'acqua adeguato alla navigazione per un periodo lungo durante l'anno e inducendo un innalzamento medio delle acque a monte delle

opere, con un conseguente effetto di innalzamento delle acque nelle falde superficiali dei terreni adiacenti.

Nel tratto a monte delle opere di sbarramento si verifica un intenso processo di sedimentazione che modifica la struttura originaria dei sedimenti, mentre a valle dell'opera, invece, si verifica un incremento dei processi erosivi delle acque, per l'accelerazione impressa alla corrente dalle operazioni di apertura.

La tipologia e la qualità del substrato del fondale costituisce un fattore determinante per garantire la sopravvivenza di una determinata popolazione ittica: ad esempio, la carenza di substrati puliti su cui possano aderire e svilupparsi le uova può determinare una notevole riduzione delle popolazioni di Cavedano, Lasca, Alborella, Vairone, Barbo comune, Savetta e Pigo e non è certamente una fortuita coincidenza se alcune delle specie suddette sono divenute assai rare nell'Oglio (la Lasca presenta popolazioni molto ridotte, il Pigo è localizzato solo in alcuni tratti, l'Alborella ha subito forti riduzioni numeriche negli ultimi anni).



Centrale di Palazzolo



Briglia a valle della centrale

La presenza di numerose derivazioni idriche costituisce una notevole criticità per le popolazioni ittiche in quanto i prelievi idrici effettuati a scopo idroelettrico o irriguo comportano in generale una profonda alterazione del regime idrologico naturale, con una riduzione drastica delle portate in alveo ed il conseguente impoverimento dell'ecosistema fluviale e delle biocenosi, sia in termini quantitativi che qualitativi, oltre che una modifica anche dell'aspetto estetico-paesaggistico del corso d'acqua e pertanto anche della fruibilità dell'area.

La diminuzione della superficie dell'alveo bagnato e della profondità dell'acqua provoca, come è facilmente intuibile, una notevole diminuzione dello spazio vitale per tutti gli organismi acquatici, che si ridurranno sia dal punto di vista quantitativo che da quello qualitativo.

La modificazione dell'habitat comporta inoltre, purtroppo, anche una notevole semplificazione e banalizzazione, con l'eventuale scomparsa o rarefazione di determinati microhabitat importanti per gli invertebrati: in genere a questa rarefazione o scomparsa segue un evidente degrado della qualità delle acque con abbondante crescita di popolazioni batteriche e algali che conducono il fiume in poco tempo ad un condizione eutrofica.

Fattore di assoluta importanza, e fino a qualche anno fa misconosciuto agli enti di gestione e ai proponenti le opere, gli sbarramenti impediscono la risalita dei pesci: la riduzione o la scomparsa delle specie migratrici di pesci è un fenomeno che purtroppo investe tutto il globo in quanto la maggior parte dei fiumi di Europa, America settentrionale ed Asia è frammentato da un numero esorbitante di dighe.

È ormai acclarato che la creazione di ostacoli fisici lungo i corsi d'acqua costituisce, insieme alla distruzione degli habitat, allo sfruttamento eccessivo e al cambiamento climatico, una delle principali cause dell'estrema rarefazione o della scomparsa di molte specie ittiche.

La frammentazione dei corsi d'acqua in tanti bacini diversificati comporta per molte specie l'impossibilità di accedere ai siti riproduttivi, alle aree di svernamento o di estivazione, oppure ai luoghi di caccia, e l'ovvia impossibilità di scambio genetico fra metapopolazioni della stessa specie.

Vi sono pesci che compiono vere e proprie migrazioni dal mare ai luoghi di riproduzione, altri che invece effettuano migrazioni più ridotte, alla ricerca di aree più idonee alla ricerca del cibo o al superamento della stagione invernale.

Molte specie ittiche compiono, infatti, migrazioni lungo i fiumi per raggiungere le zone dove sono presenti caratteristiche adatte alle diverse esigenze biologiche del loro ciclo vitale: le migrazioni sono riproduttive, quando i pesci vanno alla ricerca di aree adatte alla deposizione delle uova, alimentari, quando si spostano da zone riproduttive o di svernamento per ricercare aree dove avviene la crescita, e migrazioni di svernamento in zone che offrano idonei ripari durante la stagione invernale.

Negli ultimi anni infatti molte specie anadrome, ossia con migrazione riproduttiva dal mare verso i bacini più interni dei fiumi, come ad esempio la Cheppia (*Alosa fallax nilotica*) e la Lasca (*Chodrostoma genei*), specie endemica del bacino padano, si sono molto ridotte o addirittura estinte.



Cheppia



Storioni cobici nell'acqua a Tezzoglio

Il fiume Oglio risulta interrotto da numerosi sbarramenti costruiti per derivare acqua per usi agricoli o industriali: attualmente tutti i nuovi progetti devono provvedere alla costruzione di un passaggio per la risalita dei pesci.

Periodo di migrazione di alcune specie ittiche

SPECIE

		gennaio	febbraio	marzo	aprile	maggio	giugno	luglio	agosto	settembre	ottobre	novembre	dicembre
Lampreda padana	<i>Lethenteron zanandreae</i>												
Storione cobice	<i>Acipenser naccari</i>												
Temolo	<i>Thymallus thymallus</i>												
Trota marmorata	<i>Salmo marmoratus</i>												
Anguilla	<i>Anguilla anguilla</i>												
Luccio	<i>Esox lucius</i>												
Lasca	<i>Chondrostoma genei</i>												
Savetta	<i>Chondrostoma soetta</i>												
Barbo comune	<i>Barbus plebejus</i>												
Alborella	<i>Alburnus alburnus alborella</i>												
Cavedano	<i>Lecuciscus cephalus</i>												
Pigo	<i>Rutilus pigus</i>												
Sanguinerola	<i>Phoxinus phoxinus</i>												
Gobione	<i>Gobio gobio</i>												

Migrazione trofica

Migrazione riproduttiva



Ripreso e modificato da Sartorelli et al., 2006

Quali erano i pesci migratori dell'oglio?

Scomparsi dai fiumi padani ormai da decenni le specie di maggiori dimensioni come lo Storione ladano (*Huso huso*) e lo Storione comune (*Acipenser sturio*), rimane a testimoniare tempi migliori per il fiume lo Storione cobice (*Acipenser naccari*), specie considerata in pericolo critico di sopravvivenza.

Altre specie migratrici sono alcune lamprede e la Cheppia, che crescono in mare e poi tornano nelle acque dolci per riprodursi, l'Anguilla, che, come noto, compie il percorso inverso.

Vi sono però altre specie molto interessanti dal punto di vista conservazionistico che compiono migrazioni anche per lunghe distanze, come ad esempio la Trota, la Lasca, la Savetta, il Barbo, il Temolo, il Pigo, considerati in pericolo o molto vulnerabili.

Purtroppo attualmente nel tratto di bassa pianura padana nel bacino fluviale del Po sono presenti 17 specie autoctone e ben 18 specie esotiche, di cui le più invasive sono l'Abramide, l'Aspido, il Barbo esotico, la Blicca, il Rutilo e il Siluro.

Per contrastare la continua espansione di queste specie occorre incrementare la consapevolezza delle persone sui problemi ecologici attraverso un maggiore sforzo di educazione ambientale, vietando il rilascio incontrollato di tonnellate di pesci nei corsi d'acqua senza un preventivo controllo, che sia in grado di evidenziare la presenza di specie alloctone.

Purtroppo, al momento attuale, non sono praticabili soluzioni di “lotta biologica” contro le principali specie alloctone, come Siluro e Aspio, che grazie alla loro estrema rusticità e prolificità, si sono diffusi in tutto il bacino in pochi anni.

Quali interventi si possono prevedere per ridurre i gravi problemi sopra descritti?

Innanzitutto il mantenimento, in tutte le stagioni, di un adeguato deflusso minimo vitale (DMV), che costituisce, in sintesi, il valore della portata idrica da rilasciare in alveo a valle di una captazione idrica, ed è in grado di garantire la sopravvivenza della maggior parte delle specie e di conservare l’ecosistema fluviale nel suo complesso.

Creare sulle sponde habitat ripari in modo tale da mitigare l’impatto visivo della struttura (diga, briglia, ecc.).

Creare passaggi per i pesci: un passaggio artificiale per la risalita dei pesci è un vero e proprio corridoio ecologico e pertanto occorre progettare tali passaggi prendendo in considerazione le specie ittiche interessate agli spostamenti trofici o riproduttivi (1) (pertanto occorre prevedere, se non già presente, un monitoraggio delle ittiocenosi residenti nel tratto fluviale interessato dall’opera), la capacità natatoria delle singole specie, legata alla velocità di nuoto e alla loro resistenza, che permette l’attività di crociera mantenuta per ore e l’attività di scatto (2), altre esigenze fisiologiche delle specie esaminate (3), la temperatura dell’acqua, le condizioni ottimali di deflusso e la velocità della corrente (4), il comportamento dei pesci di fronte ad un ostacolo durante gli spostamenti (5), le caratteristiche idrologiche, idrauliche e geomorfologiche del sito e del corso d’acqua (6), le correnti nei punti di imbocco e di sbocco del passaggio in modo da garantire l’ingresso ai pesci.

Periodo di migrazione di alcune specie ittiche



Fiume Vezere



Fiume Dordogna, passaggio presso centrale di Mauzac



Fiume Reno, passaggio presso la centrale di Iffezheim, con pietre sul fondo per facilitare le specie ittiche di minori dimensioni



Fiume Gardon



Fiume Gave de Pau

Generalmente viene realizzato un passaggio a bacini successivi, ossia una struttura suddivisa in una serie di piccoli bacini comunicanti fra loro per mezzo di stramazzi e di fenditure, attraverso cui fluisce l'acqua, che permette ai pesci di superare l'altezza fra valle e monte viene

Un'altra tipologia di passaggio è costituito dalle scale di rallentamento o Denil che permettono il rallentamento dell'acqua su pendenze molto ripide, ed il cui funzionamento è basato sulla dissipazione dell'energia dell'acqua ad opera di deflettori posti sul fondo o sulle pareti del condotto oppure il passaggio rustico o rapida artificiale, costituito da una canale scavato su una delle due rive che congiunge i due tronchi del corso d'acqua, con sponde e fondale rugoso e presenza di ostacoli, in modo da emulare un ambiente naturale.

Negli anni posteriori alla fine della seconda guerra mondiale si è persa in Italia la conoscenza delle tecniche di realizzazione dei passaggi per i pesci, mentre la realizzazione delle scale di risalita dei pesci era già previsto già nel testo Unico sulla Pesca (art. 10), datato 1931, lasciando la possibilità di effettuare immissioni compensative di specie ittiche solo nei casi in cui la costruzione delle scale risulta impossibile.

Realizzare deflettori di corrente, realizzabili con tronchi, massi, pietrame, gabbioni metallici, ed utilizzabili per meandrire maggiormente il corso d'acqua banalizzato da una canalizzazione artificiale dell'alveo e per variare in maniera localizzata la velocità della corrente o per proteggere una determinata sponda dall'erosione.

Creare rifugi sotto sponda, ottenuti mediante utilizzo di elementi naturali o artificiali, quali ad esempio tavole di legno sporgenti dalla riva.

Mantenere, recuperare e/o ricostruire banche ed ambienti laterali dei fiumi planiziali e mantenere la continuità degli ambienti laterali minori con i corpi idrici di afferenza.

Recuperare i microhabitat del fiume, quali letti di ghiaia e sabbia, raschi, pozze, ecc., anche attraverso la pulizia meccanica o manuale dei substrati del fondale oppure attraverso la deposizione di ghiaia pulita nel fiume per i ciprinidi a deposizione litofila.

Ricostruire o potenziare le fasce ripariali di vegetazione igrofila e meso-igrofila per ricreare habitat di rifugio per la fauna acquatica e di filtro al dilavamento delle acque di origine agricola.

Realizzare interventi di protezione spondale che favoriscano la presenza di idrofite o piante igrofile per assicurare habitat riproduttivi e di accrescimento per buona parte della fauna acquatica.

Recuperare i fontanili con azioni di protezione dell'inquinamento idrico.

Ridurre la pressione degli interventi di manutenzione "ordinaria" nel corso d'acqua, come tagli drastici della vegetazione riparia, rettificazione, asciutte invernali dei canali, ecc.

Metodologia

Metodologia

Marco Monaci - Centro Italiano per la riqualificazione Fluviale

Lo stato di "salute" di un corso d'acqua, più propriamente lo *stato ecologico*, può essere definito andando ad analizzare la complessità dell'ecosistema fluviale, un "macchinario" intricato, in cui le *componenti biologiche* - pesci, anfibi, mammiferi, la vegetazione acquatica, quella di sponda e delle aree allagabili, ecc.- sono strettamente legate alle forme assunte dal fiume -pozze, anse, sponde, barre ghiaiose, isole fluviali, ecc.-, ai processi con cui queste si modificano nel tempo, all'andamento delle portate -che a sua volta influenza le dinamiche evolutive- fattori che insieme costituiscono gli *elementi idromorfologici* del corso d'acqua; ma la vita nel fiume dipende anche dalla *qualità dell'acqua*, dalla presenza cioè di sostanze inquinanti che possono nuocere allo sviluppo delle comunità viventi, uomo incluso, e che possono essere ridotte non solo grazie agli impianti di depurazione e ad una maggiore attenzione nello sversare tali sostanze in acqua, ma anche grazie al buon funzionamento degli elementi biologici e morfologici, che permettono una depurazione naturale delle acque stesse.

Per definire lo stato ecologico dell'Oglio sublacuale si è perciò dovuta affrontare tale complessità, mettendo a punto una metodologia appropriata di caratterizzazione dell'ecosistema fluviale; a tal fine, la Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE ha costituito il faro seguito per individuare le componenti da indagare, grazie alla quale è stato messo a punto un metodo, denominato FLEA (*FLuvial Ecosystem Assessment - CIRF, 2006*), che permette di giudicare lo stato di salute dei tre elementi fondamentali indicati dalla Direttiva: gli elementi di *qualità chimico-fisica*, *biologica* e *idromorfologica* (Figura 1). Ogni elemento di qualità viene a sua volta descritto da un insieme di altri attributi, che individuano una particolare componente dell'ecosistema fluviale: così, ad esempio, la *qualità biologica* è descritta prendendo in considerazione la fauna ittica, la vegetazione terrestre, la comunità di macroinvertebrati (si rimanda ai capitoli seguenti per ulteriori dettagli).

Lo stato di ogni componente dell'ecosistema fluviale indicata in FLEA viene poi misurato attraverso appositi indici, che valutano la "salute" rispetto a condizioni di riferimento del fiume, assunto privo di impatti antropici. Utilizzando unicamente la grande mole di dati pregressi già disponibili, è così stato possibile calcolare gli indici di valutazione nei 27 tratti omogenei in cui è stato suddiviso l'Oglio, come illustrato nei capitoli seguenti.

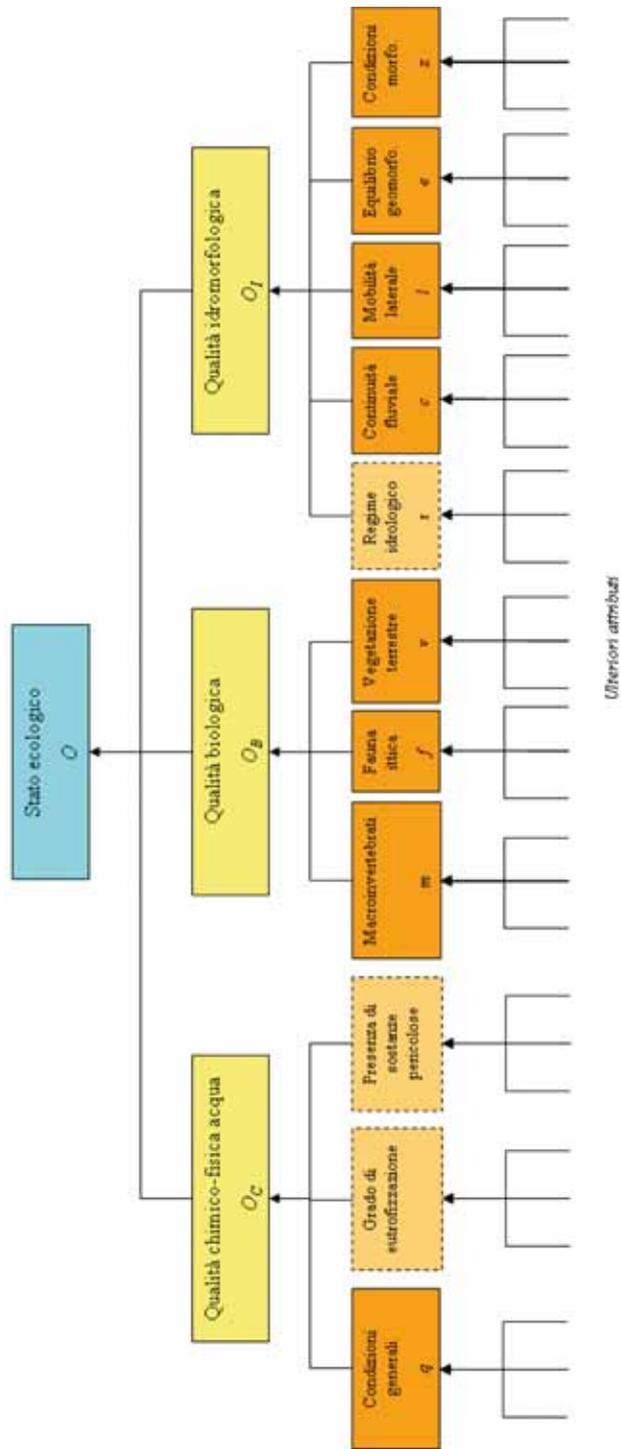


Figura 1 - Elementi considerati dall'indice FLEA per definire lo stato ecologico del fiume Oglio sublacuale. Gli attributi presenti nei riquadri tratteggiati ("grado di eutrofizzazione" e "presenza di sostanze pericolose") non sono stati calcolati o l'indice ottenuto non gode di sufficiente affidabilità per essere utilizzato insieme agli altri ("regime idrologico"), ma si è comunque provveduto a riportare i risultati delle analisi svolte dagli Enti preposti o le elaborazioni parziali effettuate (per "regime idrologico").

Qualità dell'acqua

Caratterizzazione idrochimica del bacino sublaquale dell'Oglio

Campagna di monitoraggio condotta dal dipartimento di scienze ambientali dell'università di Parma

Erica Racchetti, Daniele Longhi, Marco Bartoli, Pierluigi Viaroli
Dipartimento di Scienze Ambientali, Università di Parma

1.1) Materiali e Metodi

L'attività sperimentale è stata effettuata mediante tre campagne di campionamento, condotte rispettivamente a febbraio e a luglio 2007 e a febbraio 2008. Nel corso di ogni campagna, della durata di cinque giorni ciascuna, sono stati prelevati campioni di acqua dal fiume Oglio sublacuale e dai principali immissari. I prelievi lungo il fiume sono stati effettuati in circa 20 stazioni lungo l'intera asta fluviale, mentre il numero di immissari campionati è risultato variare tra 40 e 70 in funzione della portata degli stessi (figura 3.1).

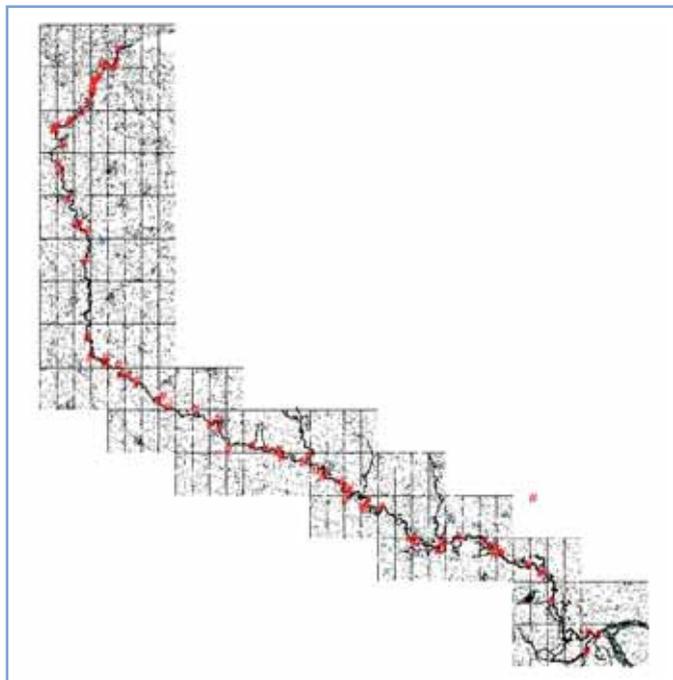


Figura 3.1. Quadro delle stazioni campionate per il fiume Oglio e per gli immissari.

Nel fiume i campioni di acqua sono stati prelevati mediante bottiglia di Ruttner, integrando il campione sulla colonna d'acqua; mentre negli immissari utilizzando una bottiglia fissata ad un palo. In situ sono stati misurati i valori di temperatura, conducibilità e concentrazione dell'ossigeno disciolto utilizzando una sonda multiparametrica. Un'aliquota del campione è stata filtrata (filtri Whatman GF/C) e immediatamente raffreddata; in laboratorio, mediante metodiche standard, sono state successivamente effettuate le analisi per determinare la concentrazione dei nutrienti disciolti inorganici (NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-}) ed organici (DON e DOP), delle forme particellate (TPN, TPP) e del COD totale. Quando le portate lo consentivano, contemporaneamente al prelievo dei campioni di acqua, sono state effettuate misure della velocità della corrente (mediante correntometro) e della sezione del tratto indagato (profondità e larghezza) per il calcolo della portata. Ciò ha permesso il calcolo del carico per ciascun parametro indagato.

1.2) Risultati delle analisi

Nel grafico di figura 3.5 vengono riportati i valori di conducibilità misurati lungo il fiume per le tre campagne di monitoraggio. Come si può osservare i valori di questo parametro tendono ad aumentare considerevolmente da monte a valle, con valori da 1.5 a 1.8 volte superiori. Tale incremento sembra essere determinato dalle acque veicolate dagli immissari, che mostrano infatti valori di conducibilità mediamente superiori a quelle del fiume (figura 3.6). Il grafico di figura 3.5 evidenzia inoltre come i valori misurati durante la campagna di luglio 2007 sono decisamente superiori a quelli delle due campagne invernali, probabilmente per l'effetto delle minori portate registrate in periodo estivo e quindi della minore diluizione e dei maggiori tassi di rigenerazione dei soluti da parte dei sedimenti.

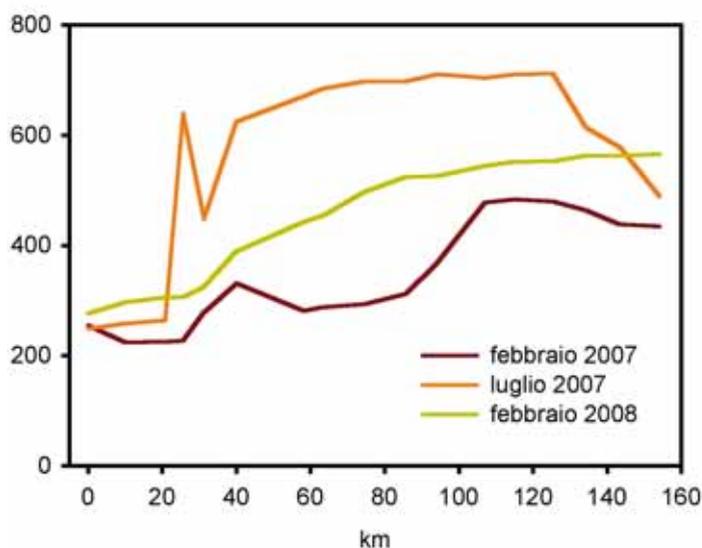


Figura 3.2. Andamento dei valori di conducibilità lungo l'asta fluviale nel corso delle tre campagne di monitoraggio (febbraio e luglio 2007 e febbraio 2008).

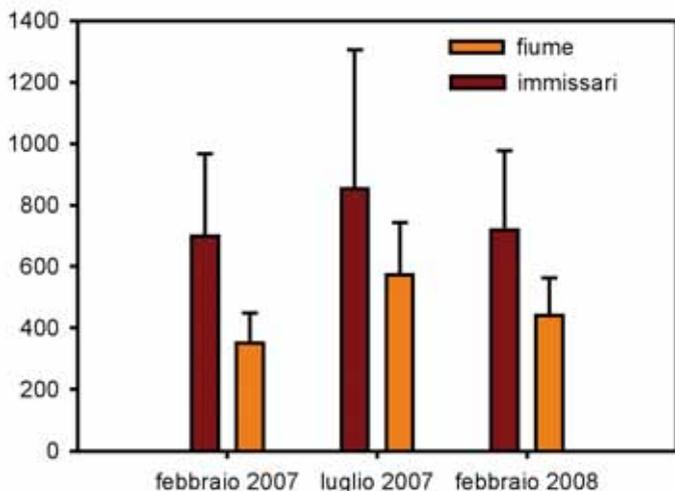


Figura 3.3. Valor medio (\pm dev.std) dei valori di conducibilità del fiume e degli immissari nel corso delle tre campagne di monitoraggio (febbraio e luglio 2007 e febbraio 2008).

La percentuale di saturazione dell'ossigeno disciolto è risultata variabile sia tra stazioni che tra stagioni. In generale il fiume risulta sovrassaturo in O₂ nel corso del periodo estivo, con valori fino a circa il 160%, mentre nel corso della stagione invernale l'acqua del fiume risulta sempre sottosatura e con valori mediamente pari all'80% circa (figura 3.7). In periodo estivo inoltre i valori di concentrazione risultano più variabili rispetto a quelli del periodo invernale e caratterizzati da un'alternanza di valori ampiamente al di sopra del 100% e di valori prossimi alla saturazione.

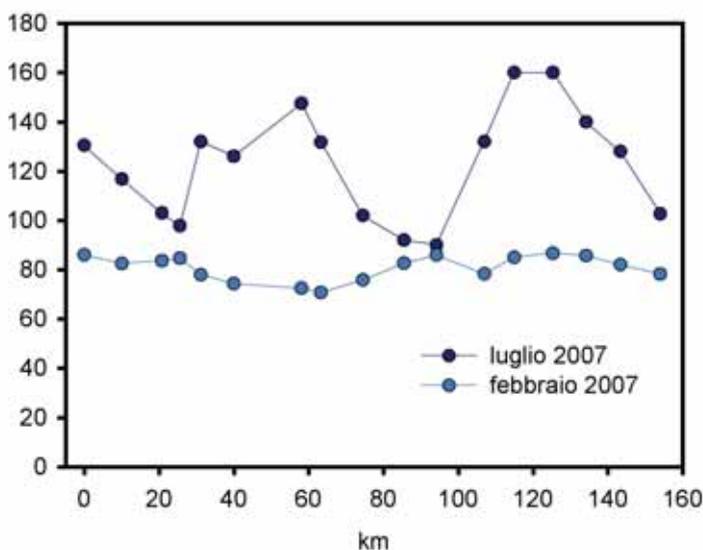


Figura 3.4. Andamento monte-valle della percentuale di saturazione dell'ossigeno disciolto nel fiume Oglio per il campionamento di luglio 2007 e febbraio 2008.

All'uscita del Lago d'Iseo la percentuale di saturazione delle CO₂ in acqua è relativamente bassa, con valori che restano attorno all'equilibrio per i primi 20 km in luglio 2007 (~95%) e per i primi 60 km in febbraio 2008 (~155%). Più a valle il contenuto percentuale di anidride

carbonica cresce notevolmente raggiungendo valori fino ad un ordine di grandezza superiore, per poi diminuire nuovamente, in entrambe le stagioni, all'altezza della soglia di Isola dovarese. L'incremento invernale al ventesimo km è probabilmente la conseguenza dell'ingresso del fiume Cherio e del contributo delle acque di falda, che immettono nel fiume acque con un maggiore contenuto di carbonati. Durante la stagione estiva il contributo del fiume Cherio è limitato, così come quello delle acque subsuperficiali, di conseguenza l'incremento nei valori di CO₂ disciolta si verifica più a valle, per effetto dell'ingresso dei maggiori immissari (Mella e Chiese). La diminuzione nel contenuto di CO₂ che si registra all'altezza della soglia di Isola Dovarese è la probabile conseguenza dei salti presenti in prossimità della soglia, che tendono a sgasare l'acqua riportandola verso condizioni di equilibrio.

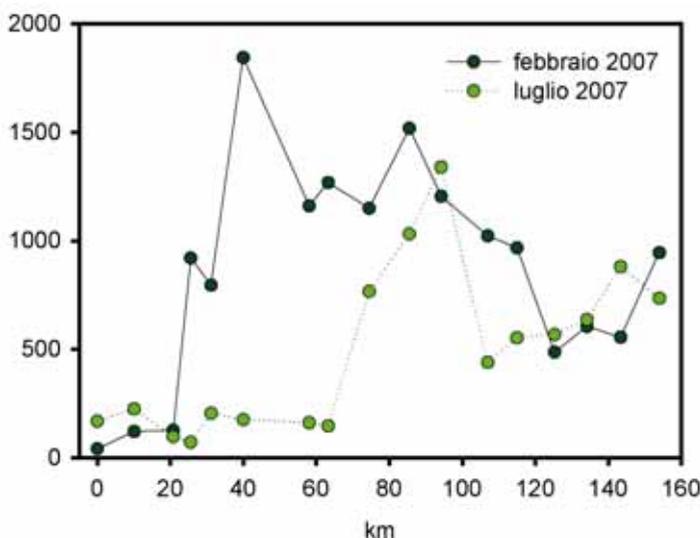


Figura 3.5. Andamento monte-valle della percentuale di saturazione dell'anidride carbonica disciolta nel fiume Oglio per il campionamento di luglio 2007 e febbraio 2008.

L'andamento monte-valle della concentrazione dell'azoto totale (TN) nel fiume Oglio e il confronto tra i valori medi di questo parametro calcolati per il fiume e per gli immissari, sono riportati in figura 3.8 e 3.9 rispettivamente. Come si può osservare la concentrazione dell'azoto totale appare relativamente variabile lungo il fiume per tutte le date di campionamento, ma con una tendenza generale all'aumento dalla stazione di Sarnico a quella situata all'altezza di S. Matteo delle chiaviche. Tale incremento risulta pari a 1.8, 4.5 e 10.6 volte rispettivamente per le tre stagioni di monitoraggio ed è probabilmente dovuto all'ingresso delle acque degli immissari, che presentano infatti una concentrazione media di TN circa due volte superiore a quella del fiume. I valori di concentrazione dell'azoto totale negli immissari sono però estremamente variabili; i valori più alti sono stati determinati per gli scarichi civili e meteorico-industriali.

L'incremento più significativo (+140-340%) nelle concentrazione di TN lungo il fiume si registra tuttavia tra i 20 e i 40 km di distanza dal Lago d'Iseo, dove non sono presenti ingressi significativi in termini di portata e dove l'aumento nei valori di TN è la probabile conseguenza della risalita di acque di falda ricche di nitrati.

L'importanza dello ione nitrato nel determinare le concentrazioni di TN lungo il fiume appare confermata dall'analisi della speciazione dell'azoto. Per il fiume, così come per gli immissari, lo ione nitrato costituisce infatti la forma prevalente dell'azoto totale, che per oltre il 90% è di origine disciolta, mentre la frazione particellata contribuisce per meno del 7%. Tali valori appaiono inoltre relativamente costanti nelle tre date di monitoraggio, ad indicare che l'abbondanza relativa delle varie forme di azoto non è caratterizzata da stagionalità (tabella 3.1). L'assenza di stagionalità caratterizza anche i valori medi di concentrazione di TN determinati per il fiume e per gli immissari, che non risultano infatti significativamente diversi tra i campionamenti invernali e quelli estivi (figura 3.9).

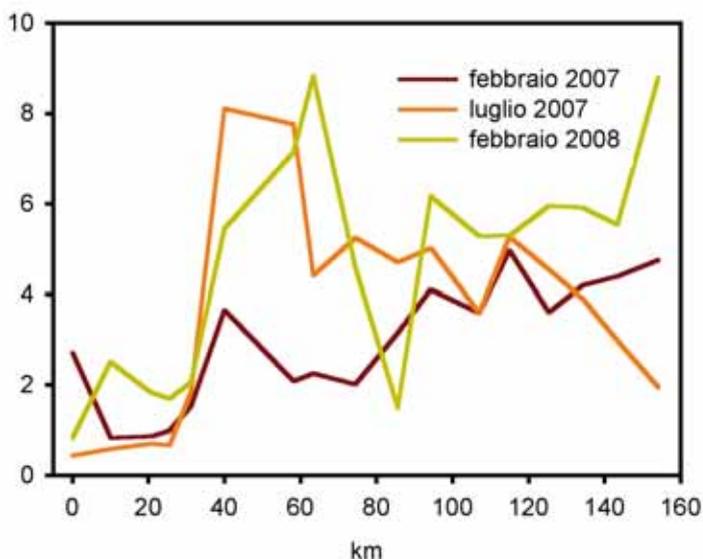


Figura 3.6. Andamento monte-valle della concentrazione dell'azoto totale nel fiume Oglio.

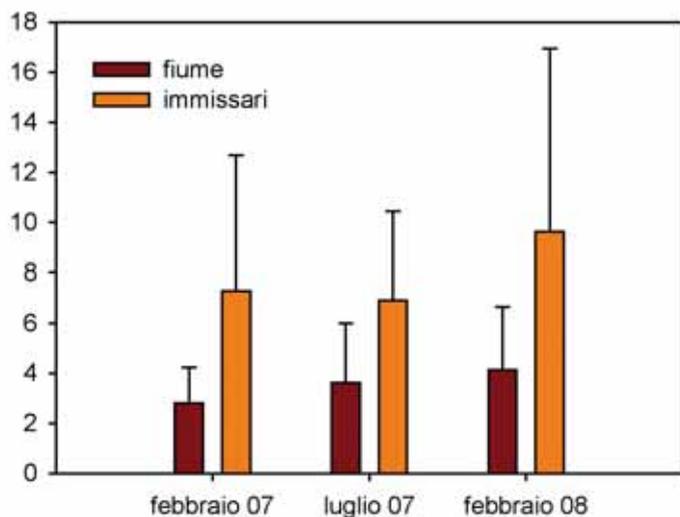


Figura 3.7. Valori medio (\pm dev.std) della concentrazione dell'azoto totale del fiume e degli immissari per le tre campagne di monitoraggio (febbraio e luglio 2007 e febbraio 2008).

		NO ₃ ⁻	DON	TDN	TPN
	feb-07	68	19	95	5
	lug-07	76	11	93	7
	feb-08	65	23	92	8
	feb-07	63	18	95	5
	lug-07	61	16	91	9
	feb-08	68	13	94	6

Tabella 3.1. Contributo medio percentuale dello ione nitrato (NO₃⁻), dell'azoto disciolto organico (DOP) e totale (TDN) e dell'azoto particellato (TPN) rispetto all'azoto totale per il fiume e per gli immissari.

La figura 3.10 mostra l'andamento delle concentrazioni del fosforo totale (TP), determinate lungo l'Oglio nel corso delle tre campagne di prelievo. In modo analogo a quanto osservato per l'azoto, la concentrazione del TP tende ad aumentare da monte verso valle in tutte le stagioni, con valori misurati poco prima della foce in Po fino a 16 volte superiori di quelli misurati all'origine del fiume. Tale incremento è probabilmente determinato dall'ingresso delle acque veicolate dagli immissari, il cui contenuto di TP risulta notevolmente superiore a quello misurato nel fiume (figura 3.11). Il maggiore incremento nei valori di concentrazione del TP si verifica infatti tra il km 80 e 100, ossia da dove iniziano gli ingressi dei principali immissari.

La concentrazione del TP negli immissari è risultata tuttavia estremamente variabile, con i valori massimi (1-9 mg l⁻¹) determinati per gli scarichi dei depuratori di acque reflue urbane e gli scarichi meteorico-industriali .

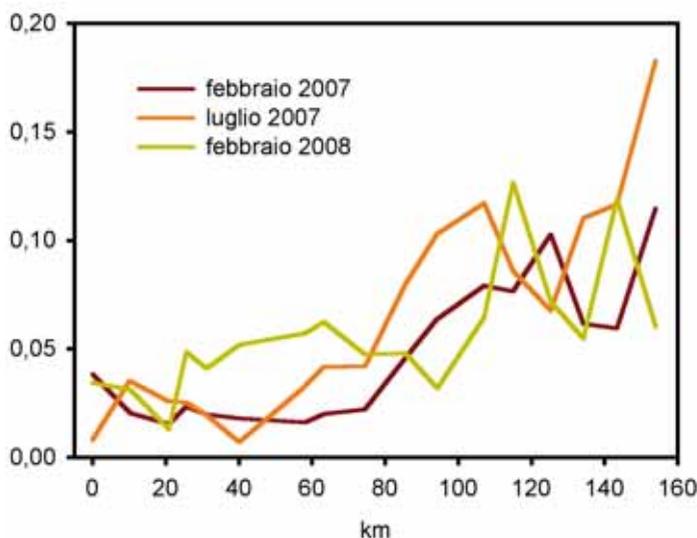


Figura 3.8. Andamento monte-valle della concentrazione del fosforo totale nel fiume Oglio.

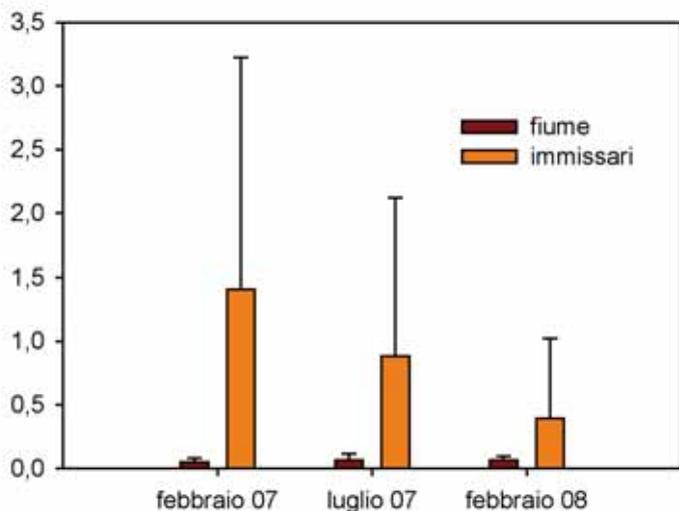


Figura 3.9. Valor medio (\pm dev.std) della concentrazione del fosforo totale del fiume e degli immissari per le tre campagne di monitoraggio (febbraio e luglio 2007 e febbraio 2008).

Sia lungo il corso dell'Oglio che negli immissari, il maggior contributo percentuale al contenuto di TP è dato dalla componente disciolta (TDP), mentre quella particellata (TPP) rappresenta in media il 38 e il 21% per il fiume e per gli immissari rispettivamente. La componente disciolta è spiegata prevalentemente dalla frazione inorganica (SRP), mentre quella organica risulta rilevante in luglio 2007 per il fiume ed in febbraio 2007 per gli immissari (tabella 3.2).

		SRP	DOP	TPP
	feb-07	50	8	42
	lug-07	34	30	36
	feb-08	52	11	37
	feb-07	17	76	7
	lug-07	71	8	21
	feb-08	55	9	36

Tabella 3.2. Contributo medio percentuale di fosforo reattivo solubile (SRP), organico disciolto (DOP) e totale particellato (TPP) rispetto al fosforo totale per il fiume e per gli immissari.

Contrariamente ai parametri fino ad ora descritti, l'andamento monte-valle delle concentrazioni del COD non risulta caratterizzato da un trend definito: i valori di questo parametro sono infatti molto variabili sia per il fiume che per gli immissari. Il confronto tra i valori medi mette però in evidenza un maggior contenuto di COD negli immissari, per i quali sono stati determinati valori fino a 80-100 mg l-1, in particolare per gli scarichi di depuratori (figura 3.12).

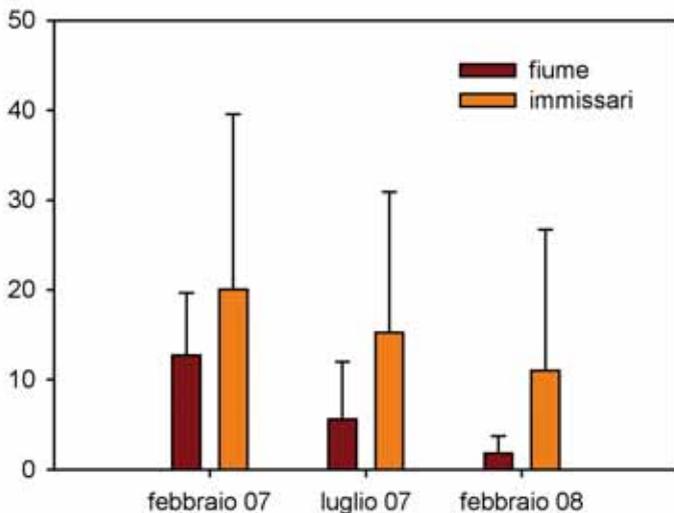


Figura 3.10. Valor medio (\pm dev.std) della concentrazione del COD del fiume e degli immissari per le tre campagne di monitoraggio (febbraio e luglio 2007 e febbraio 2008).

La concentrazione delle clorofilla-a fitoplanctonica è stata determinata solo nel corso della campagna di monitoraggio di febbraio 2008; i valori di questo parametro lungo l'Oglio appaiono generalmente bassi e compresi tra 0 e 8 $\mu\text{g l}^{-1}$.

Come per i dati delle stazioni ARPA del periodo 2000-2006, anche per i risultati delle tre campagne di monitoraggio è stato calcolato l'indice LIM basato sui macrodescrittori. I valori ottenuti vanno considerati con cautela in quanto il calcolo prevedrebbe l'utilizzo di 12 dati mensili per ognuno dei parametri utilizzati, mentre in questo caso sono stati calcolati i valori del LIM per ogni data di campionamento (quindi con un unico valore per parametro). Nel calcolo inoltre non sono stati inclusi le UFC/100ml di Escherichia coli.

La figura 3.13 mostra i valori dell'indice LIM per le stazioni del fiume nelle tre date di campionamento: se per febbraio 2007 risulta evidente un decremento da monte verso valle dello stato di qualità, dal livello 2 (stato buono) si passa progressivamente al livello 3 (stato sufficiente), non è così per luglio 2007 e febbraio 2008, dove il valore dell'indice LIM non presentano nessun trend. In queste ultime date il valor medio dell'indice risulta maggiore rispetto a quello calcolato per il mese di febbraio 2007, ma con un'elevata variabilità tra stazioni, tale per cui le differenze tra date non risultano significative. In definitiva quindi il valore del LIM per il fiume Oglio è compreso tra sufficiente e buono. Come per il fiume anche il quadro dell'indice LIM per gli immissari non risulta differire tra le stagioni, tuttavia in questo caso il numero maggiore di stazioni presenta una qualità delle acque compresa tra lo stato scadente e quello sufficiente.

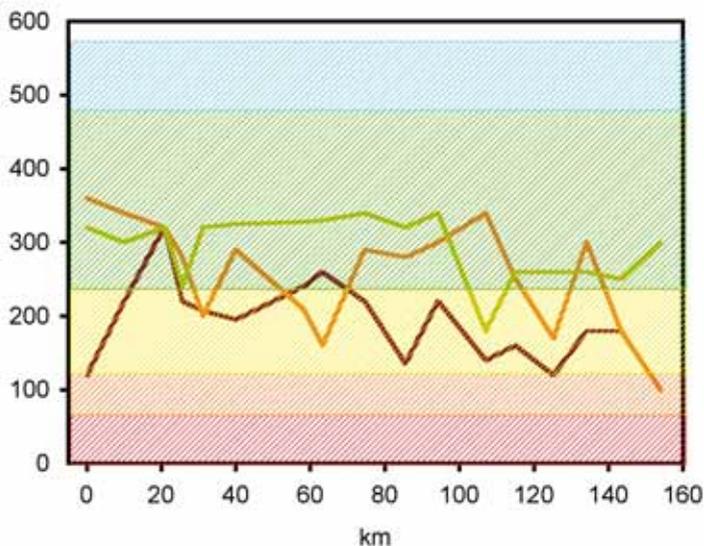


Figura 3.11. Indice LIM per le stazioni del fiume Oglio.

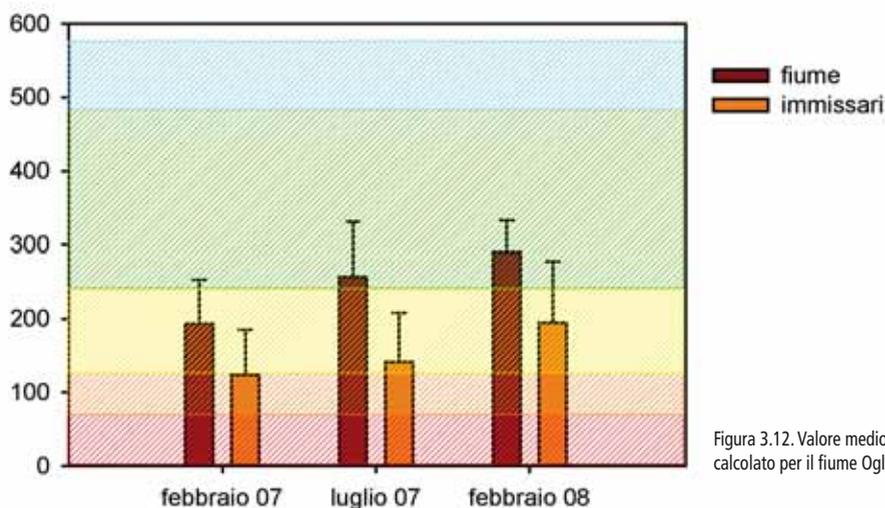


Figura 3.12. Valore medio dell'indice LIM calcolato per il fiume Oglio e per gli immissari.

In periodo estivo, grazie alle ridotte portate presenti in alveo, è stato possibile effettuare il campionamento dei macroinvertebrati per il calcolo dell'indice IBE. I prelievi sono stati effettuati in quattro stazioni sul fiume (Calcio, Pontevico, Ostiano, Marcarla) e in due dei principali immissari (fiume Mella e fiume Chiese). La metodica impiegata ha però consentito unicamente una stima dell'IBE in quanto per il calcolo corretto sono necessari quattro campionamenti stagionali. Il campionamento è stato effettuato tramite retino immanicato (maglia 450 micron); gli organismi catturati sono stati conservati in alcool. In tabella 3.7 sono riportati per le sei stazioni campionate le classi dell'indice IBE, che insieme all'indice LIM, mostrato precedentemente, hanno permesso di stimare l'indice SECA. La situazione riscontrata nell'indagine di luglio è in generale critica, con

una stazione che ricade in classe 3 (Calcio), una in classe 3/4, tre in classe 4 (Chiese, Ostiano e Ponteviso) e una in classe 5 (Mella). Tale situazione, tuttavia, può essere dovuta proprio alle ridotte portate al momento del campionamento. La portata, infatti, è ritenuta uno dei principali fattori in grado di influenzare la struttura delle comunità macrozoobentoniche. A Marcaria il valore dell'indice I.B.E. risulta essere in linea con i valori medi dell'indice riscontrati negli anni 2005 e 2006 dall'ARPA Lombardia. In particolare è possibile osservare l'abbondanza di taxa quali Chironomidae e Gammaridae e la relativa scarsità di altri. Questa situazione può essere indice di condizioni di inquinamento organico in quanto questi taxa, ed in particolare i Chironomidae, sono resistenti a tale forma di inquinamento. L'indice I.B.E. calcolato nel fiume Chiese nei pressi della confluenza con il fiume Oglio, indica una situazione abbastanza critica, che anche in questo caso può essere in parte ricondotta alle portate decisamente basse al momento del campionamento. Portate ridotte determinano però anche un minor effetto di diluizione nei confronti di sostanze inquinanti eventualmente presenti in acqua; di conseguenza l'abbondanza di taxa molto tolleranti (Chironomidae, Caenis) può essere sintomo di inquinamento organico dovuto al mancato effetto di diluizione. La situazione di Ostiano (valore dell'indice I.B.E. = 4) contrasta con i valori medi dell'indice calcolati dall'ARPA nella stessa stazione. Questa discrepanza e il fatto di aver trovato pochi taxa, di cui nessuno particolarmente abbondante, può però essere ricondotta ad una condizione di incompleta ricolonizzazione. Nel fiume Mella è stata riscontrata la situazione più critica con un indice I.B.E. pari a 2. Probabilmente tale situazione è da imputare a due diversi fattori, tra cui uno dei principali può essere l'inquinamento da metalli pesanti, confermato dai dati del Monitoraggio Sostanze Pericolose (MO.SO.PE.) condotto dall'ARPA Lombardia. Un limitato numero di taxa e una diminuzione delle abbondanze vengono infatti associati spesso alla presenza di inquinanti inorganici tossici. A Ponteviso è stato riscontrato il più alto numero di taxa, anche se tale condizione non è accompagnata da un altrettanto elevato valore dell'indice I.B.E.. I taxa che presentano maggiori abbondanze sono infatti Gammaridae e Hydropsychidae, entrambi abbastanza tolleranti a condizioni di inquinamento organico. La presenza di taxa difficilmente driftabili e le elevate abbondanze dei taxa sopraccitati portano ad escludere le portate ridotte come causa del basso valore dell'indice. Sono presenti altresì dei taxa sensibili e ciò porta ad escludere inquinamenti di vario tipo. Probabilmente in questo caso l'efficienza di campionamento non è stata sufficiente a rilevare completamente la struttura della comunità. Con un minimo aumento nell'abbondanza dei taxa di Plecotteri o Efemerotteri si sarebbero ottenuti infatti valori di indice più elevati. Il valore dell'indice I.B.E. calcolato a Calcio è 6/7, corrispondente alla classe di qualità SECA pari a 3. Non sono stati infatti rinvenuti taxa particolarmente sensibili all'inquinamento ed inoltre al momento del campionamento era presente un film di organismi epilitici sui ciottoli.

Sito	LIM	IBE	SECA
Oglio - Calcio	Livello 2	Classe 6/7	Classe 3
Oglio - Pontevico	Livello 2	Classe 5	Classe 4
Mella	Livello 3	Classe 4	Classe 4
Oglio - Ostiano	Livello 2	Classe 4/5	Classe 4
Chiese	Livello 2	Classe 2	Classe 5
Oglio - Marcaria	Livello 2	Classe 5/6	Classe 4/3

Tabella 3.3. Valori degli indici LIM, IBE e SECA calcolati per il campionamento di luglio 2007.

1.3) Misure di portata e stima dei carichi di azoto nel fiume Oglio sublacuale

1.3.1 Dati pregressi

La stima dei carichi dei macronutrienti in transito lungo il fiume Oglio risulta problematica per la mancanza di un adeguato sistema di misurazione dei valori di portata e per la difficoltà di reperire questi valori presso gli enti competenti. I dati di portata disponibili sono forniti dal Consorzio dell'Oglio e dall'Ufficio Protezione Civile della Provincia di Mantova e sono relativi solo a due punti: l'erogazione dalla diga di Sarnico, localizzate all'altezza del lago d'Iseo, e l'idrometro di Gazzuolo, pochi chilometri a monte della foce; non vi sono invece dati relativi al tratto compreso tra questi due punti, perché i due sistemi di rilevamento esistenti presso il ponte di Soncino-Orzinuovi e quello di Gabbioneta-Ostiano non funzionano. Come spiegato in precedenza, sono inoltre disponibili valori di portata relativi a sei stazioni di monitoraggio ARPA, che tuttavia risultano incompleti e frammentari. Tali valori e quelli dei principali immissari (Cherio, Strone, Mella e Chiese) relativamente al periodo 2000-2006 sono riportati nella figura 3.15.

Le misure ARPA sono insufficienti a chiarire come varia la quantità di acqua nel fiume sia nel periodo irriguo che in quello non irriguo. Appare però evidente che lungo il percorso si verifica un aumento di portata: da circa 35 m³ s⁻¹ a Capriolo (3 km dal lago d'Iseo) si passa infatti a circa 100 m³ s⁻¹ a Marcaria (poco prima della foce in Po).

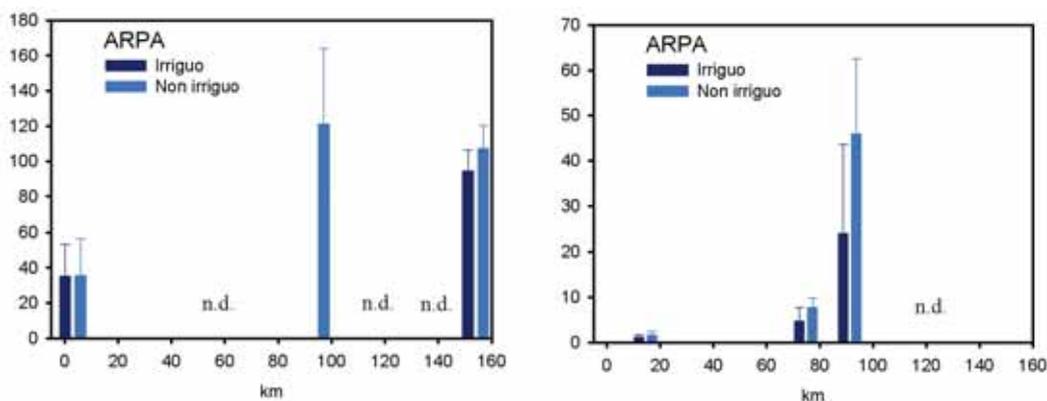


Figura 3.13. Valori di portata (media±deviazione standard) per il periodo irriguo e non irriguo misurati per il fiume nelle stazioni ARPA (a sinistra) e per i principali immissari (Cherio, Strone, Mella e Chiese) (a destra). N.d. = non determinato.

Parallelamente all'aumento delle portate, dall'origine alla foce del fiume si verifica anche un aumento del carico di azoto totale (calcolato moltiplicando i valori di portata per le concentrazioni di azoto, fonte ARPA), che passa da 0-10000 a 22000-60000 kg d-1 nel periodo irriguo e da 5000-20000 a 25000-88000 kg d-1 in quello non irriguo (tabella 3.4). Di tali valori il nitrato rappresenta in media il 78 e l'86%, rispettivamente per ciascun periodo. Inoltre, come si può osservare dai valori appena descritti, il carico di azoto totale (e quindi anche quello di azoto nitrico) aumenta dal periodo irriguo a quello non irriguo di circa 2.5 volte nella stazione di Capriolo e 1.5 volte in quella di Marcaria.

	<i>Irriguo</i>		<i>Non irriguo</i>	
	N_NO ₃ ⁻	N_tot	N_NO ₃ ⁻	N_tot
	kg d ⁻¹	kg d ⁻¹	kg d ⁻¹	kg d ⁻¹
Capriolo	2727±7175	3323±6634	6807±13367	8148±13026
Ponte di Barche (Marcaria)	33488±19612	42509±19920	48958±15355	56724±31882

Tabella 3.4. Carichi di azoto nitrico e totale (media±deviazione standard) in kg d-1 nelle stazioni ARPA di Capriolo e Marcaria per il periodo irriguo e per quello non irriguo.

La tabella 3.5 mostra invece il carico di azoto immesso nel fiume Oglio dai principali immissari: rispettivamente per il periodo irriguo e per quello non irriguo, il carico di azoto totale del fiume Cherio è pari al 12 e all'8% del carico proveniente dal lago d'Iseo, quello del fiume Strone al 99 e all'87% e quello del fiume Mella al 527 e 530%; non sono invece disponibili misure di portata ARPA per il fiume Chiese. Il maggior contributo all'aumento del carico di azoto lungo l'Oglio è quindi determinato dal fiume Mella.

	<i>Irriguo</i>		<i>Non irriguo</i>	
	N_NO ₃ ⁻	N_tot	N_NO ₃ ⁻	N_tot
	kg d ⁻¹	kg d ⁻¹	kg d ⁻¹	kg d ⁻¹
Cherio	340±362	384±388	462±430	664±751
Strone	2559±2737	3285±3600	5006±2500	7125±4500
Mella	15136±14900	17527±18400	28823±16100	43219±3500
Chiese	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Tabella 3.5. Carichi di azoto nitrico e totale (media±deviazione standard) in kg d-1 nelle stazioni ARPA dei quattro principali immissari per il periodo irriguo e per quello non irriguo.

Come si può osservare dalle tabelle 3.4 e 3.5 risulta evidente che il quadro conoscitivo sulla quantità di nutrienti transitanti in fiume è carente e poco affidabile: infatti ai valori medi dei carichi di azoto del fiume e dei suoi immissari sono associate deviazioni standard molto alte. Tali valori sono la conseguenza dell'elevata variabilità associata alle misure di portata e di concentrazione di azoto, variabilità che si propaga al calcolo dei carichi. Di conseguenza l'interpretazione dei valori riportati nelle due tabelle risulta difficile, ma allo stesso tempo indispensabile per una stima del trasporto e delle trasformazioni dell'azoto nell'ecosistema fluviale.

Al fine di definire, almeno a livello di ordine di grandezza, la quantità di azoto che il fiume Oglio trasporta al Po e la quantità che è in grado di metabolizzare, i carichi di azoto totale e nitrico sono stati calcolati anche a partire da valori di portata elaborati dal CIRF (figura 3.16) sulla base di dati contenuti nell'allegato 2 del PTUA per il progetto STRARIFLU-Oglio. I risultati, rispettivamente per il periodo irriguo e quello non irriguo, sono riportati nelle figure 3.17 e 3.18.

Come si può osservare dalla figura 3.16 i dati di portata CIRF sono infatti più numerosi rispetto a quelli ARPA, ma riferiti alle stesse stazioni. Di conseguenza per il calcolo dei carichi è stato possibile utilizzare i valori di concentrazione riportati da ARPA.

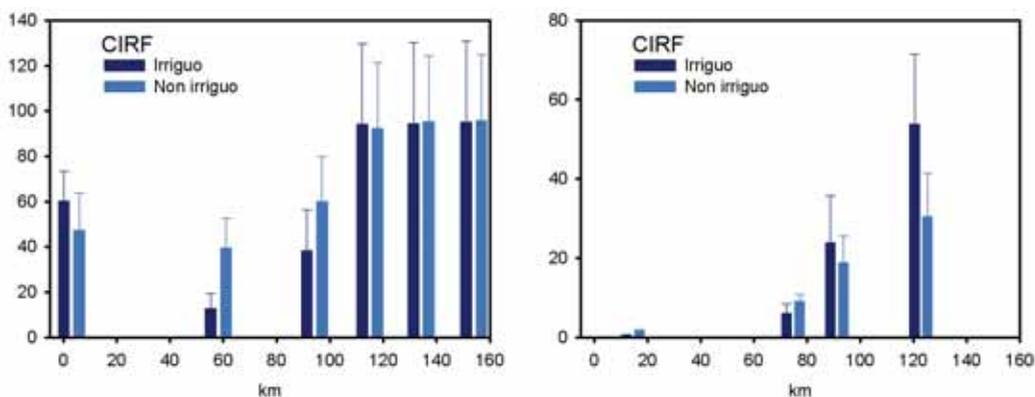


Figura 3.14. Valori di portata (media±deviazione standard) per il periodo irriguo e non irriguo elaborati dal CIRF (vedi testo) per il fiume nelle stazioni ARPA (a sinistra) e per i principali immissari (Cherio, Strone, Mella e Chiese) (a destra). N.d. = non determinato.

Dal grafico di figura 3.16 appare evidente che se nel periodo invernale si verifica un aumento dei valori di portata dalla diga di Sarnico alla confluenza in Po, con valori medi che vanno da

circa 45 a circa 100 m³ s⁻¹, nel periodo estivo risulta evidente la presenza di derivazioni per usi agricolo ed industriale, poiché da circa 60 m³ s⁻¹ presso la stazione di Sarnico, la portata diminuisce a circa 10 m³ s⁻¹ presso Castelvisconti, per poi crescere a valori di circa 100 m³ s⁻¹ a Marcaria. I valori di portata CIRF presso Sarnico risultano inoltre superiori a quelli ARPA, sia per il periodo irriguo che per quello non irriguo, ma non in modo significativo. Le portate degli immissari risultano invece simili a quelle riportate da ARPA, tranne per il fiume Mella nel periodo non irriguo (figure 3.15 e 3.16). Le portate del fiume Chiese, non determinate da ARPA, appaiono particolarmente alte se confrontate con quelle dello stesso Oglio.

La figura 3.17 mostra un andamento monte valle crescente dei carichi di azoto totale e nitrico nel fiume Oglio, che sembrano influenzati dagli input dei carichi dovuti ai principali immissari sia per la stagione irrigua sia per quella non irrigua. Come per i valori ARPA, il carico di azoto aumenta da Capriolo alla confluenza in Po dell'80-90% in entrambi i periodi.

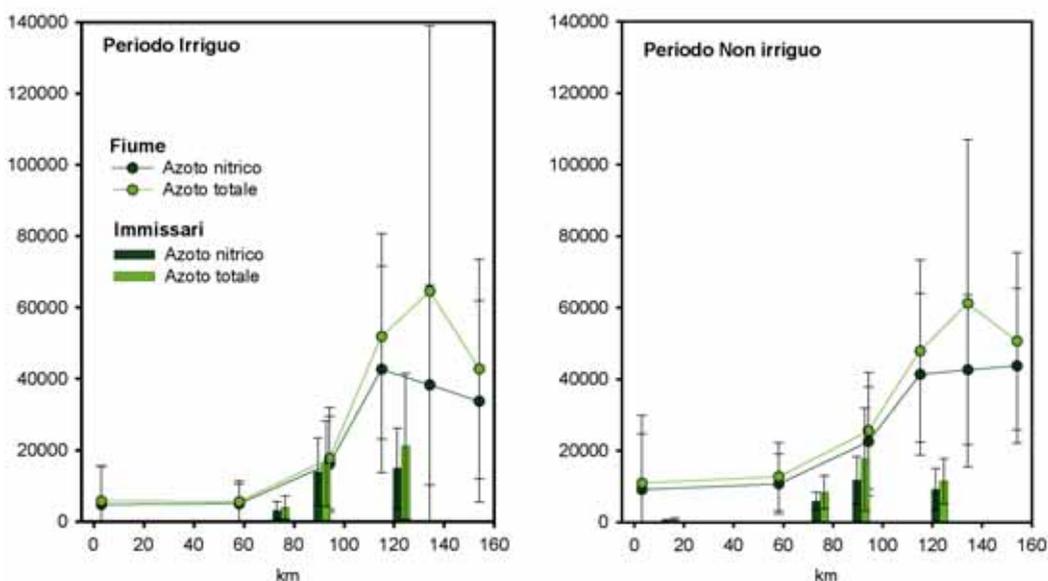


Figura 3.15. Carichi di azoto totale e nitrico (media±deviazione standard) espressi in kg d-1 per il periodo irriguo e non irriguo per le sei stazioni ARPA e per i quattro affluenti (Cherio, Strone, Mella e Chiese).

Nei primi 70 km il carico di azoto risulta variare tra i 5000 e 15000 kg d-1 nella stagione irrigua e tra i 10000 e i 30000 kg d-1 in quella non irrigua e l'ingresso del fiume Cherio sembra non contribuire in modo significativo (carico massimo nel periodo irriguo 300 kg d-1; carico massimo nel periodo non irriguo 1200 kg d-1). I rimanenti 80 km di fiume sono influenzati dagli ingressi dei restanti immissari. Il fiume Strone (74° km) apporta valori massimi del carico di azoto di circa 7700-13000 kg d-1, rispettivamente nel periodo irriguo e in quello non irriguo, mentre il Mella (91° km) scarica carichi massimi di 30000-32000 kg d-1 per i due periodi. Tali ingressi contribuiscono quindi per il 50 e il 26% circa rispettivamente nel periodo irriguo e in quello

non irriguo all'incremento del carico in Oglio tra la stazione di Castelvisconti rispetto a quella di Canneto sull'Oglio. Di conseguenza una porzione non trascurabile dell'azoto che entra in questo tratto deriva probabilmente dai canali di scolo del territorio agricolo cremonese. Più a valle anche il fiume Chiese apporta quantità significative di azoto al fiume, con un carico massimo di 44000 kg d-1 nel periodo irriguo e di 18000 kg d-1 in quello non irriguo. Tra la stazioni di Canneto e Bozzolo si registra infatti un incremento del carico di azoto totale di circa 58000 e 33600 kg d-1 nel periodo irriguo e in quello non irriguo. Il fiume Chiese si comporta quindi in maniera anomala rispetto ai restanti immissari in quanto presenta carichi maggiori nel periodo irriguo. Tali carichi sono probabilmente determinati dai valori di portata che questo fiume presenta durante la stagione irrigua, fino a 1.8 volte superiori rispetto a quelli determinati in inverno. Il fiume Oglio sublacuale immette in Po circa 75000 kg d-1 di azoto totale in entrambe le stagioni, di cui l'85% consiste nella frazione nitrica dell'azoto inorganico.

1.3.2 Campagne di monitoraggio DSA 2007-2008

Durante il campionamento estivo di luglio 2007 e quello invernale di febbraio 2008 sono state effettuate misure di portata lungo l'asta fluviale (figura 3.16) e nei principali immissari in contemporanea ai prelievi di acqua al fine di implementare il carente quadro conoscitivo descritto nel paragrafo precedente sui i carichi in transito.

Per quanto riguarda le portate, durante il periodo invernale il lago tende ad immagazzinare acqua e rilascia quasi 40 m³ s⁻¹, valore di portata che viene mantenuto per alcune decine di km; mentre dal km 60 fino alla confluenza in Po la portata del fiume tende a crescere costantemente fino a 90-110 m³ s⁻¹ a seguito dell'ingresso delle acque dei principali immissari e dei numerosi canali di scolo e dell'assenza di prelievi. La sequenza di centrali idroelettriche dei segmenti settentrionali determina però anche nel periodo invernale brevi tratti (1-2 km) in cui il fiume è bypassato e le portate residue in alveo sono di 2-4 m³ s⁻¹, inferiori al deflusso minimo vitale (DMV) fissato in 6.5 m³ s⁻¹ e corrispondente al 10% della portata media naturale (PTUA). I valori di portata misurati presso la diga di Sarnico e il ponte di Gazzuolo risultano concordare pienamente con i valori medi di portata (media dei 5 giorni corrispondenti a quelli di campionamento) trasmessi dal Consorzio dell'Oglio e dalla Provincia di Mantova. I dati di portata ottenuti sono inoltre confrontabili anche con i valori riportati dal CIRF nel periodo non irriguo (figura 3.14).

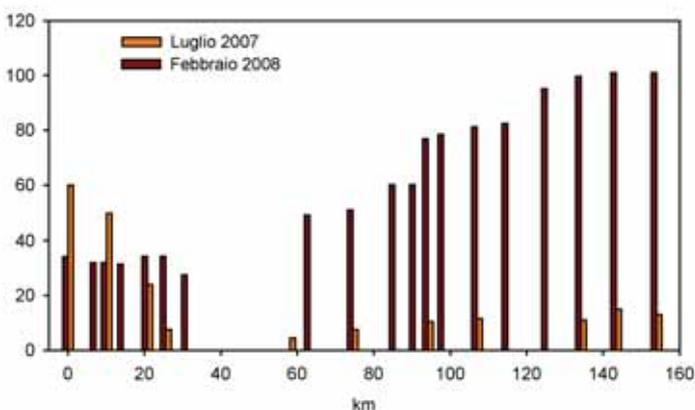


Figura 3.16. Portate misurate dal DSA lungo il fiume Oglio nel corso dei sopralluoghi di luglio 2007 e febbraio 2008.

Nel periodo estivo il lago rilascia quantità variabili di acqua, a seconda dei livelli del lago stesso; tali portate sono però generalmente superiori a quelle invernali. In occasione del sopralluogo di luglio 2007 il lago rilasciava circa $60 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Tale portata si riduce molto rapidamente fino ad un minimo di circa $4 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, ben prima della metà del percorso del fiume, raggiungendo valori al di sotto del DMV, a causa delle numerose derivazioni ad uso irriguo, concentrate nel tratto nord, che portano le acque alle province di Bergamo, Brescia, Cremona e Mantova (figura 3.17). Se si considera che le 6 derivazioni idroelettriche prelevano e restituiscono le acque al fiume, facendo una semplice differenza tra l'erogazione dalla diga ($60 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$) e la portata misurata a Calcio ($7 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$), si rileva che circa $53 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ di acqua vengono sottratti al fiume.



Figura 3.17. Da sinistra verso destra: fiume bacinizzato prima di uno sbarramento, derivazione irrigua dopo lo sbarramento, fotografia dall'alveo dopo lo sbarramento.

Inoltre, in periodo estivo, le acque che abbandonano il letto fluviale a seguito dei prelievi, interagiscono con il territorio (irrigazione, dilavamento) e ritornano al fiume solubilizzando soluti e trasportando materiale particellato. In periodo irriguo anche le portate dei principali immissari sono minori e nel tratto sud si ha un enorme numero di piccoli prelievi (trattori, sistemi di sollevamento), che in definitiva determina una portata del fiume pari a circa $15 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ appena prima dell'immissione in Po.

Durante la stagione estiva, inoltre, la misura di portata effettuata dal DSA in prossimità dell'idrometro di Gazzuolo è risultata di circa $15 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, contro i $50 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ trasmessi dall'Ufficio Protezione Civile della Provincia di Mantova per lo stesso giorno. Tale discrepanza è dovuta al fatto che gli idrometri e le scale di deflusso sono stati tarati per il periodo di piena e mostrano di conseguenza un margine elevato di errore durante i periodi di magra dovuto proprio a un cambiamento del profilo morfologico dell'alveo (isole di sabbia) (figura 3.18). Lo stesso non si verifica per la diga di Sarnico, dove invece i valori di portata misurati dal DSA sono risultati sovrapponibili a quelli forniti dal Consorzio dell'Oglio. All'altezza di Capriolo i valori di portata sono risultati confrontabili anche con i dati forniti dal CIRF per il periodo irriguo (circa $50\text{-}60 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$), mentre nel resto del fiume i dati CIRF indicano dei valori di portata più alti rispetto a quelli misurati dal DSA.



Figura 3.18. Luglio 2007. Durante il periodo estivo la carenza di acqua dovuta alla scarsità di precipitazioni e ai forti prelievi per uso irriguo, determina la presenza di ampie porzioni di letto fluviale scoperte, fondamenta di vecchi ponti in legno e scale di misurazione completamente fuori dall'acqua.

Per quanto riguarda i carichi, nel periodo irriguo il carico di azoto totale segue l'andamento dei valori di portata fino a Calcio (25 km), diminuendo da circa 2500 a circa 400 kg d-1, mentre tra il km 25 e il 60, nonostante un'ulteriore diminuzione di portata, si registra un aumento del carico di azoto totale di circa 7 volte (figura 3.19). Il carico della frazione nitrica spiega circa il 90% del carico totale in transito. Infatti, come sottolineato in precedenza, in questo tratto l'alveo interagisce con le acque di falda e di risorgiva, che presentando concentrazioni di nitrato tra i 3 e i 10 mg l-1, innalzano la concentrazione in fiume fino a circa 8 mg l-1.

In corrispondenza dell'immissione del carico azotato dei principali immissari, ai km 75, 92 e 123, si nota un incremento del carico di azoto in fiume (figura 3.19). Il fiume Strone ed il fiume Mella contribuiscono rispettivamente per il 3 e il 70% all'incremento del carico di azoto totale che si registra tra Pontevico (~3400 kg d-1) e Ostiano (~4500 kg d-1); mentre il fiume Chiese apporta circa 600 kg d-1 tra le stazioni di Isola Dovarese (107 km) e di Marcaria (134 km), dove tuttavia il carico in Oglio è di circa 3700 kg d-1 e quindi inferiore rispetto a quello calcolato per la stazione di Ostiano. Nell'ultimo tratto del fiume si verifica infatti una diminuzione del carico complessivo, tanto che in periodo estivo l'Oglio immette in Po circa 3000 kg d-1 di azoto totale, di cui circa la metà costituito da nitrato. Questo export di azoto del bacino del fiume Oglio risulta inferiore di circa 13 volte rispetto a quello di 42000 kg d-1 stimato a partire dai dati di portata del CIRF e dalle concentrazioni di nitrato misurate dall'ARPA (figura 3.15).

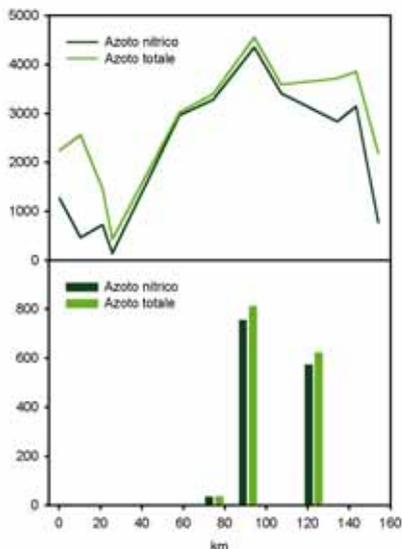


Figura 3.19. Andamento del carico di azoto totale e nitrico lungo il fiume Oglio (in alto) e per i principali immissari (in basso) relativamente al campionamento di luglio 2007.

Nel periodo non irriguo il carico di azoto totale nel fiume Oglio risulta essere il doppio rispetto a quello del periodo irriguo per i primi 30 km, con valori compresi tra 2500 e 7000 kg d-1 (figura 3.20). Come per il periodo estivo, anche in inverno si evidenzia un incremento del carico di azoto nella zona di Pumenengo e Soncino determinato principalmente a causa dell'influenza della falda sub-superficiale e delle risorgive, ma anche degli scarichi di due impianti di acquacoltura, uno situato presso Rudiano e l'altro presso Pumenengo, che nel periodo invernale scaricano in fiume circa 1000-2000 kg N d-1. L'effetto dell'impianto di Rudiano durante la stagione estiva è invece nullo in quanto in quel periodo scarica nella Roggia Comuna, che non si immette in Oglio.

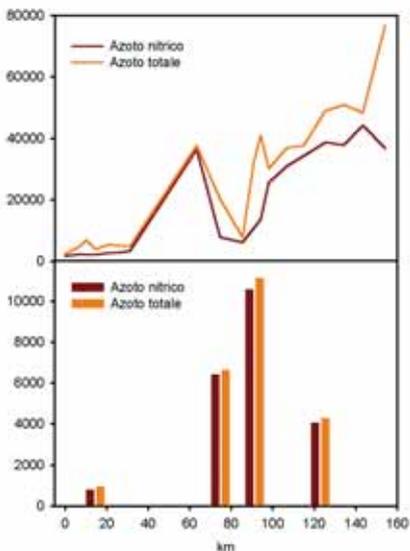


Figura 3.20. Andamento del carico di azoto totale e nitrico lungo il fiume Oglio (in alto) e per i principali immissari (in basso) relativamente al campionamento di febbraio 2008.

Nello stesso tratto si immettono in Oglio anche numerose rogge, caratterizzate da ridotta portata e quindi da ridotti carichi (< 700 kg d-1), ma che complessivamente apportano un carico di azoto totale e nitrico rispettivamente di circa 6300 e 7000 kg d-1. Un ulteriore importante contributo deriva dall'immissione delle acque dello scolmatore di Genivolta, che apporta circa 7000 kg d-1 di azoto totale. Nei successivi 20 km si verifica una riduzione del carico di azoto fino a valori prossimi a quelli misurati nel tratto iniziale del fiume, ad indicare quindi la presenza di processi metabolici in grado di abbattere il carico introdotto. Successivamente l'ingresso del fiume Strone, con un apporto di N di ~6500 kg d-1, e del fiume Mella, con un contributo di ~11000 kg d-1, contribuiscono per circa il 90% all'innalzamento del carico di azoto che si registra nel tratto compreso tra Pontevico ed Ostiano, pari a ~20000 kg d-1 (figura 3.20). Nei restanti km di fiume si evidenzia un andamento crescente del carico di azoto totale e nitrico che alla confluenza in Po raggiunge valori tra 50000 e 70000 kg d-1, quindi confrontabili con quelli stimati a parte dai dati CIRF e ARPA. Il grafico di figura 3.20 mostra come in quest'ultimo tratto l'incremento più marcato di azoto si verifica tra il km 110 e il 130: in tale tratto infatti si immette in Oglio il fiume Chiese, che contribuisce per il 32% circa all'incremento di 13000 kg N d-1 che si registra tra Isola Dovarese e Marcaria. Nello stesso tratto si immettono inoltre la Seriola Gambarà, il Naviglio di Canneto, un ulteriore ingresso presso Canneto ed il Dugale Delmona, che apportano carichi di azoto intorno ai 1000 kg d-1 ciascuno.

In conclusione l'export di azoto totale e nitrico del fiume Oglio sublacuale risulta differente per le due stagioni: nel periodo irriguo confluiscono in Po circa 3-4 tonnellate al giorno, mentre nel periodo non irriguo circa 50-70 tonnellate al giorno; in entrambi i casi il carico di azoto è costituito prevalentemente dalla frazione nitrica (50-80%).

I carichi azotati calcolati per il campionamento di febbraio 2008 sono risultati confrontabili con quelli stimati a partire dai dati CIRF, mentre nel caso del campionamento di luglio 2007 i carichi calcolati sono risultati sensibilmente inferiori a quelli stimati. Questa differenza è imputabile principalmente ai valori delle portate elaborate dal CIRF per il periodo estivo, che sono infatti maggiori di quelle misurate dal DSA, in particolare per il tratto terminale del fiume Oglio. I dati di portata CIRF sono del tutto comparabili con quelli forniti dall'Ufficio Protezione Civile della Provincia di Mantova per la stazione di Gazzuolo, stazione nella quale il dato di portata viene determinato a partire dai valori dell'idrometro e dalla scala di deflusso. Tuttavia questi strumenti sono stati tarati per situazioni di piena e quindi probabilmente sovrastimano la portata in condizioni di magra, come quella che caratterizza il fiume nel periodo estivo. Di conseguenza, utilizzando questi dati di portata per il calcolo dei carichi, anche i valori dei carichi di azoto sversati in Po risulterebbero sovrastimati. Se questo da un lato può essere interpretato come un aspetto positivo, dall'altro il sopralluogo del DSA evidenzia che i ridotti carichi del periodo estivo sono l'effetto di valori di portata decisamente ridotti, spesso al limite del DMV.

Analisi dei carichi azotati diffusi e puntiformi generati nel bacino dell'Oglio sublacuale

Elisa Soana, Erica Racchetti Marco Bartoli
Dipartimento di Scienze Ambientali, Università di Parma

1 Introduzione

L'analisi delle attività antropiche condotta nell'ambito della redazione del Programma di Tutela ed Uso delle Acque (2006) della Regione Lombardia ha evidenziato la forte valenza delle pratiche agrozootecniche e degli insediamenti abitativi nel bacino dell'Oglio sublacuale e l'enorme carico azotato, in prevalenza nitrico, esportato da esso e veicolato nel Po.

L'esercizio delle pratiche agricole comporta l'apporto ai terreni di ingenti quantitativi di nutrienti allo scopo di incrementare quantitativamente e qualitativamente la produzione, mentre le pratiche zootecniche, conseguendo l'obiettivo dall'integrazione della fertilità, operano la distribuzione sul suolo dei reflui animali: queste attività si sono mantenute in una situazione di equilibrio fino all'avvento dell'agricoltura industriale, a partire dalla quale l'aumentata disponibilità di sostanze chimiche di sintesi ed il progressivo disaccoppiamento agricoltura-zootecnia hanno messo in crisi la sostenibilità ambientale del sistema.

Comparto non trascurabile nel determinare pressioni sulla qualità dei corpi idrici è anche quello civile: i sottobacini dell'Oglio sublacuale e del Chiese presentano, infatti, una densità insediativa in linea con quella media della Regione Lombardia (circa 380 abitanti km⁻²), mentre il bacino del Mella, all'interno del quale si colloca la città di Brescia, si contraddistingue per un valore maggiore e comprende da solo il 5,6% dell'intera popolazione lombarda.

La gestione delle conseguenze ambientali legate all'inquinamento da composti azotati dovrebbe prevedere l'individuazione e l'analisi dettagliata a scala di bacino dei principali source e sink di azoto.

Il lavoro rappresenta un primo tentativo di effettuare un bilancio dell'azoto a livello dell'intero bacino dell'Oglio sublacuale, con la finalità di evidenziare i contributi derivanti dagli apporti puntiformi e da quelli diffusi, condotto mediante una stima prima individuale delle singole voci di bilancio, quindi una loro successiva combinazione.

Tra gli input di azoto sono stati presi in considerazione gli apporti derivanti dal comparto agricolo, dal comparto zootecnico, dal comparto civile, dall'azotofissazione e dalle deposizioni atmosferiche

Tra gli output sono stati presi in considerazione le asportazioni imputabili all'asportazione effettuate dalle colture agricole, alla denitrificazione e all'export fluviale.

L'ipotesi alla base di questo obiettivo è che il disaccoppiamento tra agricoltura e zootecnia e la generale banalizzazione del paesaggio rendano bacini come quello dell'Oglio, estremamente rappresentativi della realtà della Pianura Padana, grandi sorgenti di azoto per le acque di falda e superficiali e per gli ecosistemi confinanti.

2 Metodologia di indagine

2.1 Raccolta dei dati e costruzione del database

La valutazione dei carichi azotati diffusi e puntiformi nel bacino dell'Oglio sublacuale è stata realizzata mediante un'integrazione di dati di tipo cartografico e tabellari derivanti da fonti diverse, quindi procedendo ad un'analisi spaziale condotta con il software Arcview GIS 3.2.

Come dati cartografici, sono stati utilizzati i seguenti tematismi:

- Carte Tecniche Regionali della Lombardia 1:10.000
- Shape file dei confini amministrativi comunali (fonte: Autorità di Bacino del Po)
- Shape file dei confini del bacino dell'Oglio sublacuale e dei sottobacini di Chiese e Mella (fonte: Autorità di Bacino del Po)

Come dati tabellari si è proceduto al reperimento di informazioni inerenti:

- Consistenza del patrimonio zootecnico su base comunale (fonte: V° Censimento Generale dell'Agricoltura, ISTAT, 2000)
- Estensione della superficie agricola utilizzata (SAU) e ripartizione nelle principali destinazioni d'uso su base comunale (fonte: V° Censimento Generale dell'Agricoltura, ISTAT, 2000)
- Consistenza delle vendite annuali di fertilizzanti azotati minerali a livello provinciale (fonte: Annuario Statistico Italiano, ISTAT, 2006)
- Consistenza della popolazione residente e fluttuante su base comunale (fonte: XXIV° censimento generale della popolazione e delle abitazioni, ISTAT, 2001)
- Elenco dei depuratori esistenti al 2003 nei bacini di Oglio sublacuale, Chiese e Mella (fonte: Banche Dati del Programma di Tutela e Uso delle Acque, Regione Lombardia, 2006)

I dati utilizzati aventi come fonte l'ISTAT sono stati reperiti dai datawarehouse del V° Censimento Generale dell'Agricoltura (2000) e del XXIV° censimento generale della popolazione e delle abitazioni (2001), disponibili sul sito web www.istat.it

Le informazioni raccolte, inserite in un database (Microsoft Excel) ed accorpate per Comune, hanno premesso la stima del bilancio dell'azoto a livello di bacino secondo la procedura in seguito descritta.

È risultata abbastanza problematica la delimitazione del bacino dell'Oglio sublacuale, a causa della difficoltà nel reperire uno shape file in cui il confine del bacino stesso e dei sottobacini fosse stato realizzato a una scala equiparabile a quella degli shape file sull'idrografia.

Lo shape del confine del bacino del Po e dei relativi sottobacini, realizzato dall'AdBPo, è stato digitalizzato secondo le coordinate UTM32 ad una scala 1:250.000. La conversione in coordinate Gauss-Boaga e la sovrapposizione dello shape in questione a quello avente come tematismo l'idrografia, realizzato a scala 1:25.000, sulle CTR della Regione Lombardia (1:10.000) determina un'imprecisione non trascurabile nella localizzazione del confine nella porzione del bacino a sud-ovest del Lago d'Isèo (tra Civate al Piano e Roccafranca), tale da escludere paradossalmente il corso del fiume Oglio dal bacino stesso.

Non avendo a disposizione uno shape del bacino digitalizzato a scala di maggior dettaglio si è scelto di considerare come confine nel tratto in questione quello individuato dalla Fascia Fluviale C (area di inondazione per piena catastrofica), come delimitata dal Piano stralcio per l'Assetto

Idrogeologico (PAI) (AbBPo, 2001). L'individuazione del confine di un bacino idrografico in sistemi altamente antropizzati di pianura risulta infatti molto problematica anche in seguito all'elevato numero di canali irrigui e di scolo presenti.

Il confronto tra lo shape file del bacino dell'Oglio sublacuale in senso stretto (ovvero quello che non comprende i sottobacini di Chiese e Mella), realizzato dall' AdBPo e quello utilizzato nel Programma di Tutela ed Uso delle Acque (PTUA) della Regione Lombardia ha messo in evidenza come i due differiscono in modo non trascurabile in alcune parti del territorio in esame, dato che il secondo, ad esempio, esclude le aree più a nord di comuni localizzati nella porzione meridionale del bacino in prossimità del bacino del Po, tra cui ad esempio Casalmaggiore, Gabbioneta Motta Baluffi e S. Daniele Po, mentre include una porzione di territorio a nord-ovest della confluenza in Po, ricadente nei comuni di Castel Goffredo, Casaloldo, Asola, Redondesco, Mariana Mantovana, Acquanegra, che nello shape dell'AdBPo è invece inclusa nel bacino del Chiese.

La scarsa comunicazione e collaborazione fra enti competenti ha finora impedito la realizzazione di uno shape file del bacino dell'Oglio sublacuale e dei sottobacini a scala 1:25.000, tale da potersi ritenere uno strumento di partenza attendibile per studi a scala di bacino.

Nella presente ricerca si è scelto di utilizzare lo shape dell'AdBPo con le opportune correzioni sopraindicate.

I risultati dei calcoli dei carichi azotati generati all'interno del bacino e la relativa analisi vanno quindi letti considerando la presenza di un margine d'errore imputabile alle discrepanze nell'individuazione del confine.

Si è deciso infine di escludere dall'analisi i comuni che ricadono all'interno del bacino per un'area inferiore all'1% dell'intera superficie del bacino dell'Oglio sublacuale (4500 km²), in quanti i contributi in termini di input e output azotati sono stati ritenuti trascurabili rispetto al bilancio totale.

2.2 Stima dei carichi diffusi: input e output derivanti dal comparto agrozootecnico

2.2.1 Input di origine zootecnica

Il Quadro Conoscitivo del Programma di Tutela e Uso delle Acque della Lombardia (Analisi dell'impatto esercitato dall'attività antropica) riporta che gli allevamenti più diffusi nel bacino in esame sono quelli avicoli, bovini e suini (*Figura 1*); seguono gli allevamenti caprini, ovini ed equini. In termini di peso vivo allevato, l'allevamento di bovini è quello prevalente, non solo nel bacino dell'Oglio sublacuale ma anche nell'intero territorio lombardo. Nelle zone collinari-montane avicoli e suini assumono un ruolo marginale mentre sono maggiormente diffusi gli allevamenti di ovini e caprini.

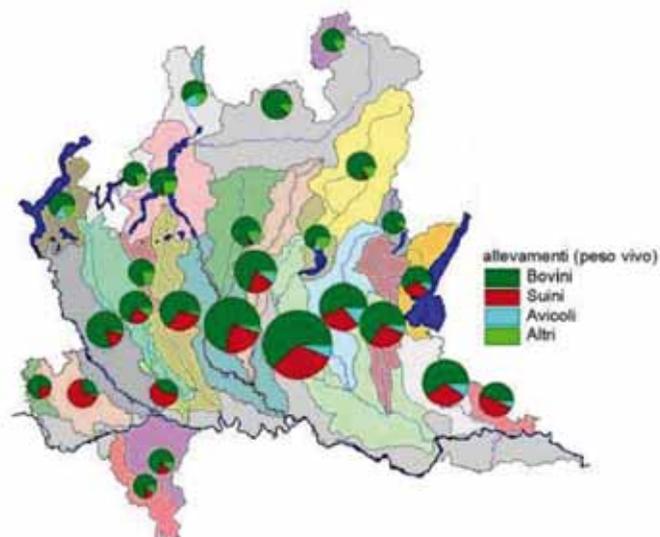


Figura 1. Ripartizione del peso vivo allevato nelle diverse specie in relazione all'area idrografica; la dimensione del grafico a torta è proporzionale al peso vivo complessivo (Quadro Conoscitivo, PTUA 2006)

Il carico di azoto potenziale generato dall'attività zootecnica è stato calcolato sulla base della consistenza del patrimonio zootecnico a livello comunale (numero di capi allevati delle diverse specie) ed utilizzando opportuni fattori di carico, ovvero coefficienti di produzione di azoto dipendenti dalla tipologia di animale allevato.

Sebbene in letteratura siano presenti numerosi riferimenti ricavati in contesti differenti e per diversi sistemi di allevamento, si è scelto di impiegare quelli adottati nella normativa regionale vigente nell'ambito della disciplina di utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento (Allegato A, Deliberazione Giunta Regionale 2 agosto 2007, n° 8/5215), per una questione di coerenza e vicinanza spaziale.

Per ciascuna tipologia di animale di interesse zootecnico viene indicato un valore medio di azoto prodotto annualmente per unità di peso vivo, al netto delle perdite per emissione di ammoniaca durante le fasi di gestione che precedono lo spandimento in campo, stimate attorno al 25-30%. I pesi medi per capo utilizzati nei calcoli sono stati estratti anch'essi dalla normativa regionale citata (Tabella 1).

Categorie animale	Peso vivo medio (kg)	Azoto al campo (kg N t (p.v.)-1 anno -1)
Avicoli	1,5	250
Bovini	600	138
Suini	150	110
Equini	550	69
Ovicapriini	50	99

Tabella 1: categorie di animali di interesse zootecnico, peso vivo medio e coefficienti di produzione annuale di azoto per unità di peso vivo (1 t) del capo allevato (Allegato A, Deliberazione Giunta Regionale 2 agosto 2007, n° 8/5215)

La decisione di includere nel calcolo anche ovicapri ed equini, sebbene le consistenze risultino in generale inferiori rispetto a quelle delle altre categorie, deriva dalla constatazione che alcuni comuni, localizzati in particolar modo nelle zone montuose-collinari del bacino in esame, siano contraddistinti da una prevalenza di queste tipologie di allevamenti, quindi in queste realtà il contributo in termini di azoto prodotto appare non trascurabile.

Sono stati invece esclusi dal calcolo bufalini, conigli e struzzi, date le consistenze ridotte degli allevamenti sull'intero territorio in esame.

Impiegando la metodologia descritta sono stati calcolati i carichi azotati potenziali da zootecnia propri di ciascun comune.

L'assunzione di base è che lo spandimento dei reflui di allevamento venga effettuato da ogni allevamento all'interno del comune di ubicazione.

2.2.2 Input di origine agricola

La stima degli apporti di azoto derivanti dall'uso dei concimi chimici è stata effettuata sulla base dei dati ISTAT relativi alle vendite annuali di fertilizzanti azotati aggregati per provincia (Tabella 2).

Non essendo disponibili dati a livello comunale si è scelto di operare una ripartizione dei quantitativi provinciali nel modo di seguito descritto. Data la frazione di superficie oggetto di fertilizzazioni rispetto al totale provinciale presente in ogni comune è stata calcolata la frazione delle vendite totali di fertilizzanti destinate ad ogni comune. L'assunzione di base è che la necessità comunale annuale di fertilizzanti azotati sia proporzionale alla disponibilità di terreni potenzialmente soggetti a concimazioni chimiche.

Provincia	Azoto (t)	Superficie soggetta a fertilizzanti (ha)
Bergamo	4857	40430
Brescia	16435	123421
Cremona	15183	121909
Mantova	22397	158414

Tabella 2: consistenze delle vendite annuali di fertilizzanti azotati (Annuario Statistico Italiano, ISTAT, 2006) ed estensione delle aree soggette a fertilizzazioni (5° Censimento Generale dell'Agricoltura, ISTAT, 2000) delle province che ricadono nel bacino dell'Oglio sublacuale.

La ripartizione operata sulla base della SAU sarebbe stata invece fuorviante, in quanto molti comuni collinari e montani presentano gran parte della SAU costituita da prati, solitamente non oggetto di fertilizzazione chimica. D'altro canto effettuare la ripartizione solo sulla base dei seminativi avrebbe comportato la sistematica sottovalutazione dei carichi di azoto dei comuni caratterizzati da importanti superfici a colture arboree (es. viticoltura, frutticoltura, pioppicoltura), le quali sono comunque soggette a fertilizzazioni azotate.

2.2.3 Output imputabile alle colture

Il Quadro Conoscitivo del Programma di Tutela e Uso delle Acque della Lombardia (Analisi dell'impatto esercitato dall'attività antropica) riporta le colture prevalenti per il bacino in esame, ovvero mais, prati avvicendati ed erbai, prati permanenti e pascoli, accompagnate da cereali e orticole da industria con un ruolo secondario (Figura 2).

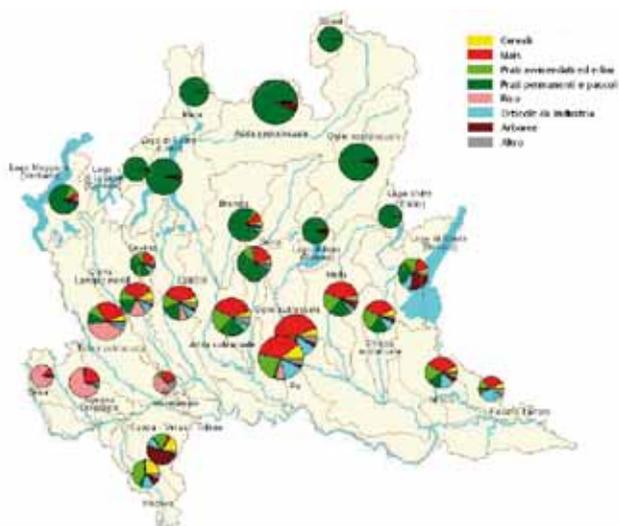


Figura 2: ripartizione culturale nelle aree idrografiche lombarde; la dimensione del grafico a torta è proporzionale alla SAU (Quadro Conoscitivo, PTUA 2006)

La stima dell'asportazione di azoto da parte delle coltivazioni è stata ottenuta sulla base delle rese medie annuali delle colture, dell'estensione delle superfici agricole destinate alle singole coltivazioni all'interno del territorio di ciascun comune e dei coefficienti di asportazione dell'azoto (Tabella 3).

Nella valutazione dell'asportazione da parte delle colture è stata considerata nulla quella attribuita alle coltivazioni aventi rapporti simbiotici con organismi azotofissatori (erba medica, soia, pisello, etc.), nell'ipotesi che l'azoto assimilato eguagli quello fissato.

Coltura	Resa (t/ha)	Coefficiente di asportazione dell'azoto (kg N/t)
Mais	10	18
Erbai di granoturco a maturazione cerosa	60	4
Erbai - granoturco in erba	40	4
Erbai - altri erbai	8	26
Prati avvicendati - altri prati	10	21,5
Prati permanenti	6	19,7
Pascoli	3	8
Frumento tenero e spelta	5	23
Frumento duro	6	24
Segale	3	19
Orzo	5,5	18
Avena	3,5	16
Riso	6	16
Sorgo	8	15
Altri cereali	4,5	18
Patata	30	4
Barbabietola	60	2
Colza e ravizzone	3,5	31
Girasole	2,5	27
Pomodoro da industria	60	0,6
Altre ortive	60	5
Orti stabili o industriali	60	5
Equini	550	69
Ovicapriini	50	99

Tabella 3: rese e coefficienti di asportazione dell'azoto per le colture considerate (Appendice 1, Allegato 7, PTUA 2006)

2.3 Stima dei carichi puntiformi: input derivanti dal comparto civile

Il carico di azoto potenziale generato dal comparto civile è stato calcolato sulla base della consistenza della popolazione (residente e fluttuante) dei comuni appartenenti al bacino e di un coefficiente riportato in letteratura che esprime la produzione giornaliera di azoto totale dell'Abitante Equivalente, ovvero 12,5 mg di Azoto al giorno (Provini A., Galassi S., Marchetti R., 2001).

Si è scelto di includere anche la popolazione fluttuante data la valenza turistica dei comuni collocati in prossimità del Lago d'Iseo.

2.4 Elaborazione dei dati e rappresentazione cartografica

Per i comuni collocati al confine del bacino dell'Oglio sublacuale gli input e output di azoto sono stati corretti per un fattore corrispondente al rapporto tra la superficie ricadente all'interno del bacino e l'intera estensione comunale, quantificando la quota realmente generata nella frazione di territorio comunale ricadente nel bacino ed escludendo la restante.

In questo modo è stato possibile ponderare i valori relativi a comuni con carichi elevati, ma ricadenti solo per aree limitate all'interno del bacino. L'assunzione alla base di questa scelta è che input ed output di azoto siano distribuiti omogeneamente sul territorio.

Per ogni comune compreso interamente o in parte entro il confine del bacino è stato calcolato l'input totale dei comparti agrozootecnico e civile, quindi sottraendo l'asportazione imputabile alle colture è stata ottenuta una stima del surplus di azoto nel caso in cui l'input superi l'output o del deficit in caso contrario.

Mediante l'utilizzo del programma GIS ArcView 3.2. si è proceduto ad un'elaborazione cartografica dell'area di studio, sfruttando le tipiche funzionalità di un Sistema Informativo Geografico, per stabilire relazioni tra i valori tabellari e le corrispondenti entità geografiche (territorio comunale), attribuendo quindi alle porzioni di bacino i corrispondenti carichi, asportazioni e surplus.

Per ognuna di queste grandezze è stato realizzato un diverso shape files dove ad ogni entità geografica è stato attribuito il corrispondente valore, rappresentato visivamente mediante una scala cromatica, in cui l'intensità del colore risulta ad esso proporzionale.

3 Risultati e discussione

3.1 Carichi diffusi

Il rapporto tra la SAU e l'area comunale mette in evidenza l'incidenza del settore agricolo in termini di presidio sul territorio.

A livello di bacino le pratiche agricole occupano mediamente oltre il 55% dell'intero territorio, sebbene questo valore risulti influenzato dalle caratteristiche morfologiche (*Figura 3*). Nelle aree pianeggianti del basso corso dell'Oglio la totalità dei comuni presenta SAU che occupano oltre il 60% del territorio, con numerose realtà in cui questa percentuale sale ad oltre l'80%. Nella zona collinare-montana delle province di Bergamo e Brescia le percentuali si attestano invece su valori minori, situazione che caratterizza anche il territorio comunale della città di Brescia, a causa dell'alta densità insediativa (circa 21 abitanti per ettaro).

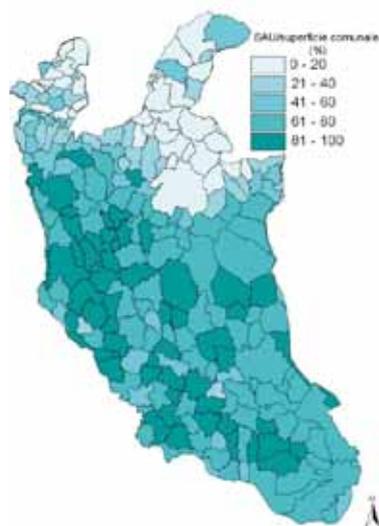


Figura 3: incidenza della Superficie Agricola Utilizzata (SAU) sulla superficie comunale

Il carico zootecnico di un'unità territoriale, definibile come il rapporto tra la consistenza del patrimonio zootecnico, espressa in termini di peso vivo (t) e la superficie agricola utile (SAU), fornisce una prima indicazione degli input di azoto derivanti dai reflui di allevamento e del loro potenziale apporto alla superficie coltivata. Il carico zootecnico può quindi essere ritenuto un indice del grado di rischio ambientale connesso alle pratiche agro-zootecniche.

Il regolamento attuativo della L.R. n° 37/1993 (BUR Lombardia, n° 40/1996) stabilisce la classificazione in comuni ad alto o basso carico zootecnico, fissando la soglia di 1,5 tonnellate per ettaro.

Con riferimento ai comuni appartenenti ai bacini in esame oltre il 78% (200 comuni su 254) sono classificabili ad alto carico zootecnico.

I valori più elevati si registrano nel territorio bresciano compreso tra i fiumi Mella e Chiese, ad esempio nei comuni di Isorella, Calvisano, Visano e Gottolengo o in comuni montano-collinari della provincia di Bergamo, tra cui Vigolo, Berzo San Fermo, Solto Collina, contraddistinti da intense pratiche zootecniche, ma non da una corrispondente disponibilità di terreni per gli spandimenti. Dall'analisi della Tabella 4, che riporta le classifiche dei primi 10 comuni per consistenza del patrimonio bovino e suino allevato si nota come la quasi totalità dei comuni appartenga alla provincia di Brescia, con Calvisano che detiene il primato per consistenza totale del patrimonio zootecnico. È poi importante sottolineare come i primi tre posti nella classifica per consistenza del patrimonio bovino siano occupati da comuni appartenenti ai bacini degli affluenti Mella e Chiese: questa prima considerazione evidenzia il contributo importante che possono fornire i due sottobacini alla generazione del carico azotato totale di origine zootecnica.

Comune	Provincia	Bacino	Bovini (n° capi)
CALVISANO	BS	Chiese	74206
MONTICHIARI	BS	Chiese	60360
LENO	BS	Mella	51201
ISORELLA	BS	Oglio sublacuale	37430
GOTTOLENGO	BS	Oglio sublacuale	32670
CAZZAGO SAN MARTINO	BS	Mella	30640
GHEDI	BS	Oglio sublacuale	26874
CHIARI	BS	Oglio sublacuale	26441
ASOLA	MN	Chiese	26408
VEROLAVECCHIA	BS	Oglio sublacuale	24736

Tabella 4: primi 10 comuni per numero di capi bovini allevati ¹

¹ Nelle classifiche per consistenza del patrimonio zootecnico sono stati considerati solo quei comuni con superficie interamente compresa all'interno del bacino dell'Oglio sublacuale. Il bacino di appartenenza dei comuni è stato attribuito sulla base della porzione maggiore di territorio comunale compresa.

Comune	Provincia	Bacino	Bovini (n° capi)
ORZINUOVI	BS	Oglio sublacuale	170036
CALVISANO	BS	Chiese	156141
MONTICHIARI	BS	Chiese	119526
CAPRIANO DEL COLLE	BS	Mella	89110
QUINZANO D'OGLIO	BS	Oglio sublacuale	87076
GHEDI	BS	Oglio sublacuale	78564
BAGNOLO MELLA	BS	Mella	78067
ROCCAFRANCA	BS	Oglio sublacuale	77672
GAMBARA	BS	Oglio sublacuale	73394
SAN PAOLO	BS	Oglio sublacuale	60728

Il carico potenziale di azoto prodotto su base annuale dal comparto zootecnico nel bacino è risultato stimabile attorno a 162.000 t, dove le percentuali maggiori risultano imputabili all'allevamento bovino (63%) e suino (31%). I contributi dei sottobacini di Chiese e Mella risultano rispettivamente del 23% e 21%, quindi quasi la metà del carico totale generato nel bacino deriva dai due principali sottobacini.

La distribuzione su base comunale del carico mostra un andamento pressoché analogo a quello del patrimonio zootecnico (Figura 4 a), con valori massimi riscontrati nei comuni del bresciano a sud del capoluogo di provincia, tra cui Calvisano (8976 tonnellate di azoto per anno), Montichiari (7092 tonnellate di azoto per anno) e Leno (6504 tonnellate di azoto per anno).

Gli apporti di azoto derivanti dalle concimazioni chimiche ammontano a circa 28.000 tonnellate per anno, di cui il 17% proveniente dal bacino del Chiese e il 18% da quello del Mella. Il carico complessivo di origine agricola rappresenta circa il 17% degli apporti derivanti dalla zootecnia.

I contributi maggiori si riscontrano, oltre che nei comuni bresciani già evidenziati per avere anche i massimi carichi zootecnici, nei territori mantovani e cremonesi in prossimità della confluenza dell'Oglio in Po, come Viadana, Casalmaggiore e Marcaria (Figura 4 b), dove il valore più elevato è attribuibile al comune di Viadana con un carico di azoto da fertilizzanti di oltre 760 tonnellate di azoto per anno. Da notare come questo carico sia solo una frazione di quello complessivo del comune, in quanto ponderato rispetto alla porzione di superficie ricadente nel bacino dell'Oglio.

Il carico totale prodotto su base annuale dal comparto agrozootecnico (input zootecnico + input fertilizzanti) nell'area indagata ammonta a circa 190.000 t, di cui l'85% di origine zootecnica e il 15% derivante dalle fertilizzazioni chimiche: oltre il 40% del carico complessivo è originato nei sottobacini di Chiese e Mella.

Da sottolineare che oltre il 20% dei comuni presentano singolarmente un contributo annuale al carico superiore a 1000 t (Figura 5 a)).

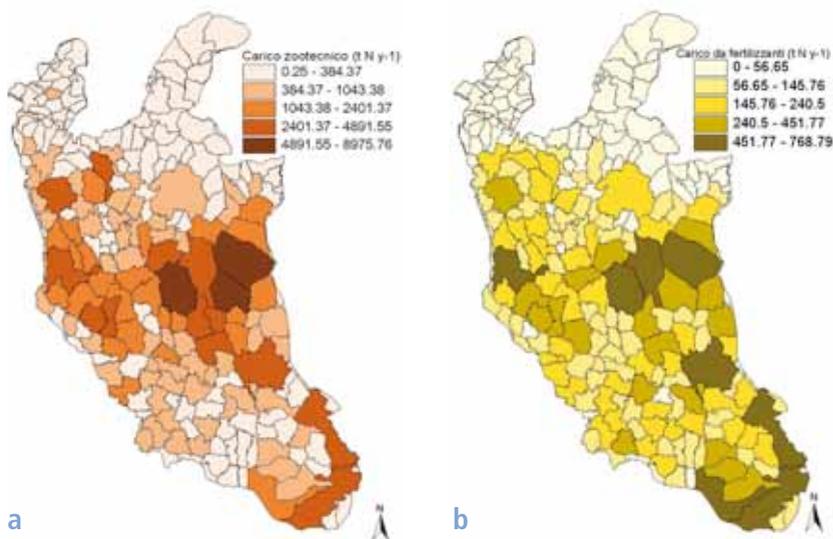


Figura 4: contributi dei singoli comuni al carico di azoto di origine zootecnica (a) e agricola (b) (tonnellate di azoto per anno)

Dal calcolo del carico specifico (intensità di carico), ottenuto rapportando il carico totale annuo di ogni comune all'estensione della SAU, emerge che quasi il 90% dei comuni presenta un carico azotato potenzialmente generabile nel territorio superiore al limite previsto per l'apporto ai terreni in zone vulnerabili, ovvero 170 kg di azoto per ettaro per anno (Figura 5 b).

Il confronto, sebbene puramente indicativo non tenendo in considerazione l'uptake imputabile alle colture, mette comunque già in evidenza la discrepanza tra gli ordini di grandezza. A livello di bacino risulta complessivamente un valore medio di oltre 660 kg di azoto per ettaro per anno.

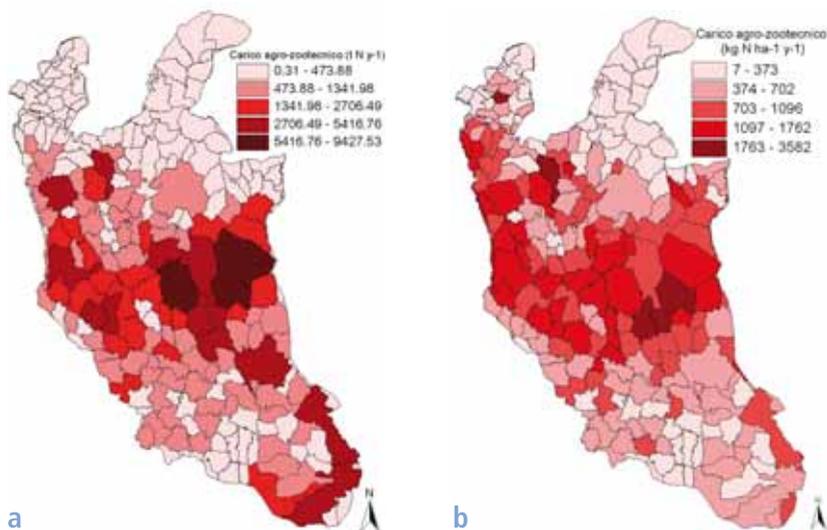


Figura 5: contributi dei singoli comuni al carico di azoto totale di origine agro-zootecnica (tonnellate di azoto per anno) (a); carico di azoto agro-zootecnico rapportato all'estensione della SAU (kg di azoto per ettaro per anno) (b)

L'asportazione annuale di azoto imputabile all'uptake delle colture ammonta ad oltre 32.000 t, rappresentando circa il 17% del carico agro-zootecnico e superando di poco solo la frazione del carico derivante dalle fertilizzazioni chimiche. Il contributo dei bacini degli immissari Chiese e Mella all'uptake è stato stimato essere rispettivamente il 17% e il 22% (Figura 6).

La ripartizione dell'uptake imputabile alle diverse colture rispecchia l'estensione delle superfici di SAU destinate a ciascuna di esse entro i limiti del bacino. Il granoturco contribuisce da solo ad oltre il 52% all'asportazione totale, in quanto coltivazione dominante, nonché molto esigente in termini di azoto nel terreno.

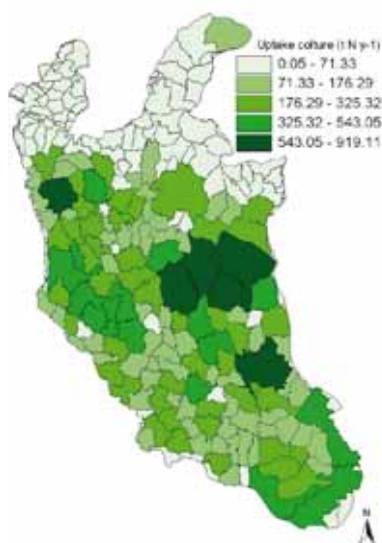


Figura 6: contributi dei singoli comuni all'uptake imputabile alle coltivazioni (tonnellate di azoto per anno)

3.2 Carichi puntiformi

Il carico generato complessivamente nel bacino dell'Oglio dal comparto civile ammonta a circa 5000 tonnellate di azoto per anno, di cui il 97% imputabile dalla popolazione residente, mentre la popolazione fluttuante incide per il restante 3%: da notare che il carico azotato calcolato è quello effettivamente prodotto dal comparto civile, senza considerare gli abbattimenti imputabili agli impianti di trattamento.

Data la formula di calcolo, la produzione azotata di ciascun comune è proporzionale alla consistenza della popolazione. Un contributo importante è fornito dalla città di Brescia con i suoi oltre 192.000 abitanti e con un corrispondente carico di 880 tonnellate di azoto per anno, il che rappresenta il 17% del carico totale generato nell'intero bacino dell'Oglio sublacuale (Figura 7). Questo appare evidente anche calcolando i singoli contributi dei bacini gli affluenti Chiese e Mella, che si attestano rispettivamente all'11% e al 44%. Risulta quindi che quasi la metà dell'intero carico civile viene generato nel sottobacino del Mella, confermando l'estrema criticità di quest'area, come già evidenziato anche per i carichi di origine agro-zootecnica

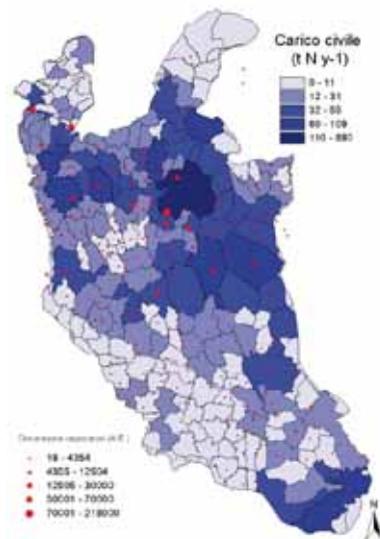


Figura 7: contributi dei singoli comuni al carico di azoto di origine civile (tonnellate di azoto per anno) e localizzazione dei depuratori esistenti al 2003 suddivisi per classi dimensionali di A.E. (PTUA, 2006)

La distribuzione spaziale del carico presenta i valori maggiori nella porzione centrale del bacino comprese le aree al confine con il bacino del Lago d'Iseo, collocate nelle province di Brescia e Bergamo. Meno popolata appare invece la parte meridionale nelle province di Cremona e Mantova, ad eccezione di alcuni comuni in prossimità della confluenza dell'Oglio in Po (es. Casalmaggiore, Viadana, Sabbioneta, Commessaggio, Marcaria).

Avendo come fonte le banche dati del Piano Tutela e Uso delle Acque della Regione Lombardia (2006), dall'elenco dei depuratori esistenti nel 2003, sono stati selezionati quelli appartenenti al bacino dell'Oglio sublacuale.

Una rappresentazione della distribuzione spaziale degli impianti di trattamento è riportata in Figura 7, dove i depuratori sono stati suddivisi in 5 classi secondo la portata in abitanti equivalenti (A.E.) serviti.

Coerentemente con la distribuzione dei carichi generati, gli impianti sono mediamente più grandi nella parte nord del bacino dove l'urbanizzazione è maggiore, così come gli insediamenti industriali.

Nelle province di Brescia e Bergamo sono rari i depuratori inferiori ai 2000 A.E., mentre si collocano quelli di maggiore portata (Brescia 218.000 A.E., Paratico 70.000 A.E., Trescore Balneario 45.000 A.E.).

La situazione è invece rovesciata nelle province di Cremona e Mantova, caratterizzate da una scarsa presenza industriale e dall'assenza di grossi centri abitati, dove prevalgono quindi impianti di ridotte dimensioni.

Il potenziale del sistema di depurazione del bacino dell'Oglio ammonta ad oltre 1.000.000 di A.E. (439.000 nel sottobacino del Mella e 84.000 in quello del Chiese), contro un numero totale di abitanti che supera 1.110.00, valore ottenuto ipotizzando una distribuzione omogenea della popolazione sul territorio. Per i comuni ricadenti solo in parte entro il bacino dell'Oglio sublacuale,

la popolazione totale è stata corretta per un fattore corrispondente al rapporto tra la superficie ricadente all'interno del bacino e l'intera estensione comunale.

Ne deriva un rapporto tra abitanti collettati e abitanti totali di circa 0.9, il che indica una frazione del 10% del carico civile generato non sottoposto a processi di abbattimento negli impianti di depurazione.

3.3 Bilancio dell'azoto a livello di bacino

Dalla stima dei surplus di azoto, ottenuti per differenza tra carichi agro-zootecnici e asportazioni, emerge che 244 comuni su 254 presentano su base annuale un eccesso. I comuni caratterizzati da forte presenza di allevamenti intensivi eccedono nella produzione di azoto rispetto alla quantità fertilizzante necessaria nei loro territori, con alcune realtà aventi un surplus anche maggiore di 2000 kg di azoto per ettaro di SAU all'anno, come Isorella e Calvisano, sebbene le coltivazioni prevalenti in termini di estensione siano granoturco e erbai a granoturco, alle quali sono associate anche i maggiori quantitativi di azoto asportato dal terreno (Figura 8).

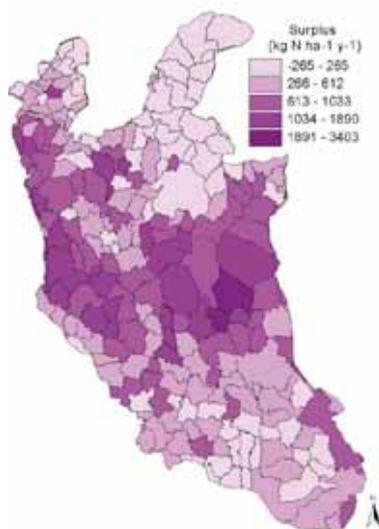


Figura 8: surplus di azoto su SAU (kg di azoto per ettaro per anno)

A livello di bacino risulta un surplus complessivo di azoto di oltre 157.000 tonnellate per anno, corrispondente ad una disponibilità teorica di circa 600 kg di azoto per anno per ettaro di superficie coltivata.

La situazione più critica in termini di surplus risulta quella della porzione centrale del bacino, corrispondente ai sottobacini di Chiese e Mella, dove è concentrata la porzione maggiore del carico generato, non compensata da una corrispondente rimozione ad opera delle coltivazioni.

Il carico azotato prodotto nel bacino dell'Oglio sublacuale dai comparti agro-zootecnico e civile ammonta ad oltre 194.000 tonnellate per anno, di cui l'83% deriva dalla zootecnia, il 14% dalle fertilizzazioni azotate e il restante 3% dalla popolazione civile.

Il contributo del settore civile può essere considerato ancora minore ipotizzando un abbattimento medio del carico azotato del 70-80% operato negli impianti di depurazione dei reflui, come previsto dalla normativa vigente (Dlvo 152/2006, Allegato 5, Parte 3; "limiti di emissione per gli impianti di acque reflue urbane recapitanti in aree sensibili").

In *Figura 9* è riportato il bilancio dell'azoto per i singoli comuni del bacino dell'Oglio sublacuale: la quasi totalità di essi presenta un bilancio positivo, ovvero un surplus di azoto, con valori massimi di oltre 8000 tonnellate di azoto per anno, imputabile principalmente al settore zootecnico.

Quanto emerso fa riflettere sull'entità dell'impatto esercitato da questo comparto sulla qualità delle acque nei bacini di Oglio sublacuale, Chiese e Mella, anche alla luce dell'individuazione delle aree vulnerabili da nitrati di provenienza agrozootecnica, nelle quali sono compresi la maggior parte dei territori comunali del bacino in esame (Carta della vulnerabilità, PTUA, 2006). Le zone vulnerabili vengono infatti definite come "zone del territorio che scaricano direttamente o indirettamente composti azotati in acque superficiali e/o profonde, già inquinate o che potrebbero esserlo in conseguenza di tali scarichi".

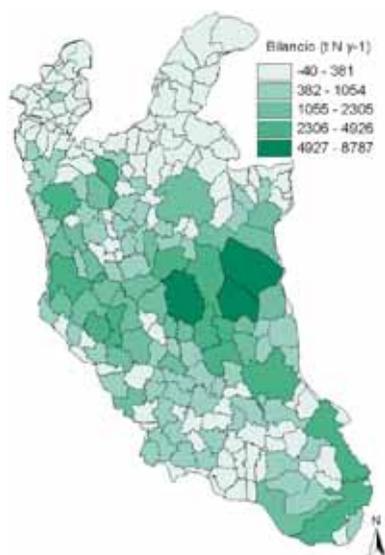


Figura 9: bilancio dell'azoto nei singoli comuni, dati gli input dell'attività agro-zootecnica e del comparto civile e l'output imputabile alle colture

Grazie alla Direttiva Nitrati è emersa la consapevolezza che la gestione dei reflui zootecnici deve richiedere soluzioni differenziate, in relazione alle caratteristiche dei terreni, prevedendo quantitativi massimi negli apporti di azoto di origine animale che ammontano a 340 kg di azoto per ettaro all'anno per le aree non vulnerabili e 170 per le aree vulnerabili.

Dai risultati della presente ricerca emerge però come la maggior parte dei comuni del bacino dell'Oglio presenti una disponibilità teorica nettamente maggiore, in alcuni casi anche di un ordine di grandezza.



Qualità Biologica

Qualità biologica

Bruno Boz - Centro Italiano per la Riqualficazione Fluviale

Giudicare, o addirittura attribuire un valore alla qualità biologica di un determinato ecosistema, come ad esempio il fiume Oglio, non è un'operazione semplice ma al contrario, se si considerano le mille implicazioni esistenti fra gli organismi, molto complessa e per certi versi velleitaria. Nonostante questo, la Direttiva Acque 2000/60, che indica a tutti gli stati europei la direzione verso cui muoversi per migliorare in modo significativo le condizioni dei nostri corpi idrici entro pochi anni, non solo chiede a tutti uno sforzo per farlo, ma addirittura attribuisce a questa componente la massima importanza (più della qualità chimico-fisica e idromorfologica). Non solo; la Direttiva, riprendendo le indicazioni della comunità scientifica e dell'ecologia ci indica anche la via per farlo: per valutare la qualità biologica di un fiume non è necessario considerare tutto gli organismi che ci vivono ma solo alcuni gruppi ritenuti particolarmente "rappresentativi" di quel determinato ecosistema: i pesci, i macroinvertebrati bentonici¹ e la flora acquatica. E gli uccelli, o i mammiferi che vivono strettamente nei corridoi ripari? Certo, andrebbero considerati anche quelli, ma ci "fidiamo" che essi siano rappresentati dagli altri gruppi, magari inserendo un indice sulla vegetazione riparia e di corridoio² per dare più peso anche agli ambienti non strettamente acquatici ma indissolubilmente legati al fiume.

La Direttiva Europea 2000/60 CE e il Dlgs. 152/06 (che la recepisce in Italia) ci dicono anche che per misurare lo stato di ciascuno di questi gruppi di organismi è necessario definire, calibrare e calcolare il valore di indici sintetici che considerino solo alcuni dei tanti attributi che posso immaginare per descrivere lo stato di una comunità: ci sono tutte le specie di pesci che mi attendo? Sono sufficientemente abbondanti? Ci sono specie che non dovrebbero esserci se il fiume fosse ancora in condizioni ottime?

Interpretando lo spirito e le indicazioni della Direttiva e del Dlgs. 152/06, nel progetto STRARIFLU Oglio lo sforzo di dare un giudizio alla qualità biologica del fiume è stata fatta, se pur con tutte le semplificazioni del caso, dettate principalmente dal tipo di dati disponibili e dall'assenza, nel momento della realizzazione del progetto, di indici ufficialmente adottati. Le maggiori lacune conoscitive, sia in termini di definizione dell'indice sia in termini di dati disponibili, hanno riguardato la flora acquatica, su cui non è stato possibile avanzare un giudizio.

Alla luce di queste valutazioni, il valore della qualità biologica di diversi tratti omogenei del fiume Oglio è il risultato dell'aggregazione dei tre sub-indici **fauna ittica, comunità dei macroinvertebrati e vegetazione della fascia e del corridoio ripario** che vengono descritti singolarmente di seguito.

1 I macroinvertebrati acquatici sono organismi invertebrati che vivono prevalentemente a contatto o in prossimità del fondo e la cui taglia, alla fine dello sviluppo larvale, è raramente inferiore al millimetro per cui risultano facilmente osservabili ad occhio nudo. I principali gruppi sono costituiti da insetti acquatici (Plecopter, Efemerotteri, Tricotteri, Coleotteri, Odonati, Ditteri, Eterotteri) in forma larvale o adulta, da Crostacei, da molluschi Gasteropodi e Bivalvi, da Tricliadi, da Irudinei (o sanguisughe) e da Oligocheti (o lombrichi).

2 Si noti che la vegetazione riparia e di corridoio, nella Direttiva Europea è "declassata" al ruolo di elemento idromorfologico "a sostegno" degli elementi biologici, mentre - in quanto componente vivente essenziale del sistema fluviale - in questa applicazione è stata inserita fra gli attributi di qualità biologica.

L'indice **qualità biologica**, nonostante consideri "solo" queste 3 componenti, esprime un giudizio complessivo sullo stato delle comunità di organismi che vivono nel corso d'acqua e nel suo corridoio fluviale e la cui possibilità di sopravvivenza è indissolubilmente legata alla preservazione dei loro habitat.

Fauna ittica

I pesci sono una componente fondamentale della comunità biotica che popola un corso d'acqua e il loro stato di salute è strettamente connesso alla qualità dell'habitat in cui vivono; hanno generalmente bisogno di acque sufficientemente pulite (con vari gradi di tolleranza a seconda delle diverse specie), di lunghi tratti (anche in questo caso molto variabili a seconda delle specie) in cui spostarsi per compiere alcune fasi del loro ciclo vitale, quali la riproduzione, il riposo, la caccia, hanno infine bisogno di sponde ricche di rifugi e ripari per mettersi in salvo durante le piene o durante le secche; molte specie prediligono acque lente e profonde con substrati fini, altre hanno bisogno di acque più turbolente (magari alternate a buche più lente) e di substrati grossolani quali tronchi, ciottoli e massi.

In ogni caso, a seconda delle caratteristiche di un tratto di corso d'acqua, è possibile aspettarsi la presenza di alcune specie ed escludere la presenza di altre; tutti noi di fronte ad un torrente alpino pensiamo subito che esso sia popolato di Trota, mentre fra i canneti nelle placide acque di un grande fiume di pianura pensiamo ad un Luccio o ad una Carpa; definendo in modo rigoroso questi aspetti si può definire quella che gli esperti chiamano vocazione ittica di un tratto. Un primo elemento da considerare per valutare lo stato dei pesci può essere dunque quello di verificare se quelle specie che dovrebbero esserci ci sono davvero e se specie che non dovrebbero invece esserci, perché tipiche di altri fiumi e di altre aree del pianeta, sono invece presenti (perché magari immesse accidentalmente o volutamente dall'uomo) o perché il fiume è stato talmente modificato da potere essere abitato solo da pesci che un tempo non c'erano. Una volta verificata la presenza di una specie attesa, posso affinare il mio giudizio sullo stato della comunità osservando se questa specie è rappresentata solo da qualche sparuto individuo o se invece la popolazione è abbondante, con individui giovani, meno giovani e adulti, se vi sono malattie nella popolazione, se gli individui crescono poco o tanto, se la densità è elevata o scarsa o quant'altro.

L'indice (Figura 2) utilizzato per valutare lo stato della comunità ittica dell'Oglio considera proprio alcuni di questi attributi: la "**presenza di specie autoctone attese**" (più specie ci sono fra quelle attese rispetto alla vocazione ittica del corso d'acqua migliore è la situazione), la "**presenza di specie alloctone**" (meno ce ne sono e meglio sta la comunità ittica) e la "**abbondanza di specie attese**" (più le popolazioni di specie attese sono abbondanti -sempre in relazione allo stato naturale del corso d'acqua- migliore è lo stato della comunità ittica). Il calcolo è stato possibile grazie alla presenza di dati di campionamenti ittici, generalmente già integrati con le segnalazioni dei pescatori, e derivanti dalle carte ittiche delle Province attraversate dal fiume e da un paio di studi di dettaglio³. Nonostante le evidenti semplificazioni, ed il numero non

³ "Progetto (Life natura) Storione : Storione cobice - un progetto per restituire la specie al suo ambiente" - Parco Oglio Sud e "Progetto per la reintroduzione del temolo e della marmorata - Parco Oglio Nord "

elevatissimo di dati, la “fotografia” che è emersa, presentata e discussa durante il lavoro dei forum in cui erano presenti anche esperti di settore e pescatori, è risultata sufficientemente rappresentativa di quelle che sono le condizioni complessive della comunità ittica dell’Oglio. La sintesi di seguito presentata, affianca al valore numerico dei vari sub-indici una serie di valutazioni qualitative funzionali alla comprensione delle criticità e soprattutto all’individuazione dei fattori causali che impattano sulla comunità ittica e da cui è necessario partire per definire le azioni di riqualificazione necessarie al miglioramento delle condizioni attuali.

Innanzitutto, come già spiegato, visto che la comunità attesa varia seconda delle caratteristiche del fiume, per analizzare lo stato della comunità ittica nell’Oglio sub-lacuale è stato necessario considerare distintamente **due porzioni fluviali a diversa vocazione** individuate.

1) *La porzione di corso d’acqua compresa grossomodo fra il Lago d’Iseo ed il fiume Mella* (tratti da ITT 01 a ITT 06 in Figura 2 e Tabella 1) mostra una vocazione a Ciprinidi reofili; teoricamente dovrebbe essere in grado di ospitare, almeno nella parte con maggiori caratteristiche di loticità (e cioè maggiore velocità di corrente, alternanza di buche e raschi, substrato più grossolano, maggiore ossigenazione...) e cioè approssimativamente fino all’immissione dello Strone, ancora qualche esemplare delle specie ittiche tipiche della zona della trota marmorata/temolo; dai campionamenti è stato invece rinvenuto solo qualche sporadico esemplare di trota marmorata. Tra le possibili cause di questa significativa assenza è possibile indicare sia il fattore termico (forte incremento delle temperature nei tratti a valle delle numerose derivazioni e/o a monte di traverse, che portano alla formazione di lunghe pozze soggette a riscaldamento delle acque), sia la perdita (Figura 1) di habitat lotici (sempre a seguito della presenza di numerose traverse che rallentano notevolmente il corso d’acqua e favoriscono l’accumulo di substrati fini), sia il carico inquinante che giunge al corso d’acqua, sia infine la perdita di habitat dovuta alla riduzione della portata per le grandi derivazioni. Un’altra problematica che può incidere sullo stato della comunità ittica è quella relativa alla presenza, in questa porzione fluviale, di numerose opere trasversali (briglie e traverse), spesso prive di passaggi per pesci funzionanti, che interrompono la continuità longitudinale del corso d’acqua impedendo gli spostamenti di specie ad elevata mobilità (si pensi ad esempio allo sbarramento di Sarnico che dividendo il fiume dal lago interrompe di fatto un’importante zona ecologica di transizione e di scambio).



Figura 1 - La presenza di numerose briglie e traverse (in alto una presso Palazzolo) oltre ad impedire in molti casi ai pesci di spostarsi, porta, nel tratto di monte, alla formazione di lunghe pozze (sotto la situazione a monte di Palazzolo), svantaggiando alcune specie ittiche che prediligono ambienti più lotici (Temolo e Marmorata "in primis").

Le specie più abbondanti e rappresentate (vedi anche Tabella 1) da popolazioni ben strutturate sono il cavedano, il barbo comune ed il vairone. Tra i Ciprinidi è interessante segnalare la presenza della lasca, specie endemica del Nord Italia, divenuta oramai piuttosto rara; un'altra presenza, quantitativamente molto esigua ma importante per la sensibilità della specie, è quella dello scazzone. Un'altra specie estremamente rara e a rischio di estinzione è lo storione cobice, segnalato sporadicamente soprattutto nella parte alta del corso dell'Oglio, dove vi è maggiore disponibilità di acque profonde e dove, da alcuni anni, è divenuto oggetto di ripopolamenti.

Dalle informazioni raccolte risulta che nel tratto sono presenti anche il pigo e la savetta. Scendendo più a valle, nelle zone marginali di acque calme e nelle lanche, sono stati catturati anche esemplari di specie con attitudini limnofile (amanti cioè di fondali prevalentemente a substrato fine e con acque stagnanti) come Carassio, Luccio, Persico sole, Persico reale, Scardola e Tinca.

I valori degli indici (Figura 2), oscillano fra le classi "buona" e "sufficiente", e dimostrano come nel

complesso il tratto presenti una **situazione abbastanza prossima a quella attesa** in base alla vocazione ittica naturale; la presenza di esemplari superstiti di specie ittiche sensibili come lasca, barbo canino e scazzone evidenziano **tuttavia** che il tratto **potrebbe avere una comunità ittica di migliore qualità se fossero garantite migliori condizioni ambientali**, in particolare per quanto riguarda il deflusso idrico; questo aspetto viene ulteriormente evidenziato dai valori piuttosto bassi assunti dai sub-indici abbondanza specie autoctone e presenza specie autoctone. **La colonizzazione da parte di specie esotiche al momento è fortunatamente modesta** (come evidenziato dai valori molto elevati del sub-indice presenza specie alloctone nei primi 5 tronchi), con scarsa presenza di rodeo e pseudorasbora, se si eccettua il tratto posto fra Strone e Mella, dove appare molto preoccupante la crescente diffusione delle specie esotiche, tra cui Abramide, Siluro, Pseudorasbora, Rodeo amaro, Barbo iberico e Lucioperca. In particolare potrebbero divenire un problema serio il siluro, a causa della sua voracità e della rapidità con cui le sue popolazioni si accrescono, ed il barbo iberico, in quanto competitore per l'habitat con il barbo comune. Sono inoltre presenti altre specie esotiche che sono ormai parte della nostra ittiofauna dall'inizio del '900, quali il Persico sole (abbondante) ed il Pesce gatto (raro).

Fauna Ittica

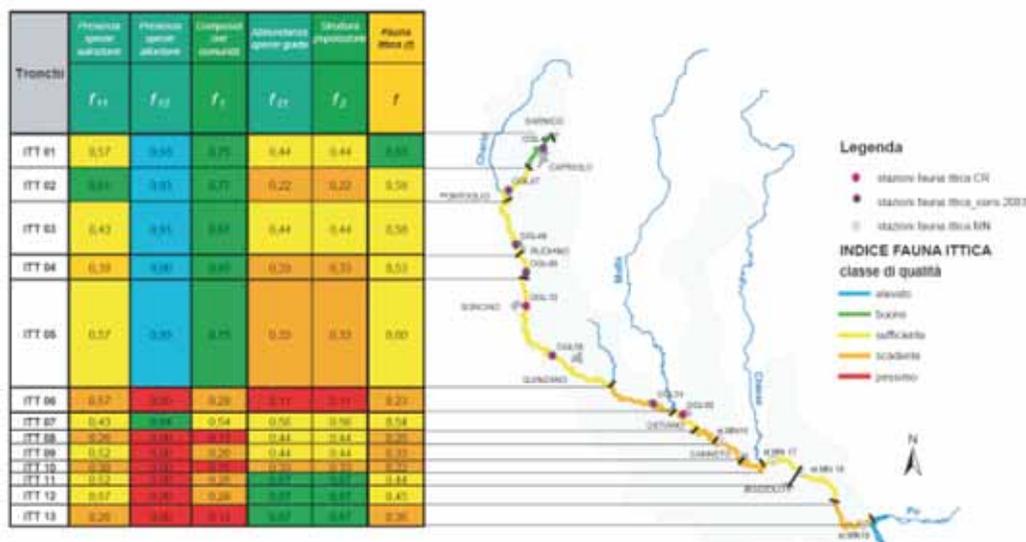


Figura 2 - Valori e classi dell'indice Fauna Ittica e relativi sub-indici

2) Nella porzione compresa fra **l'immissione del fiume Mella e la confluenza in Po** il corso d'acqua assume via via caratteristiche sempre più potamali (tipiche dei tratti di fiume di bassa pianura), con una riduzione della velocità di corrente e la presenza di substrati più fini; si modifica di conseguenza anche la vocazione ittica, con uno sbilanciamento progressivo da una comunità reofila ad una comunità limnofila. Si rileva inoltre la presenza di ambienti laterali (lanche e morte) che, nel caso sia mantenuto un collegamento al corso d'acqua, potrebbero andare a costituire un favorevole ambiente di frega per numerose specie ittiche (quali ad esempio lo Storione).

In termini generali (Figura 2) va osservato che si rilevano valori dell'indice fauna ittica piuttosto bassi, con un'alternanza fra i vari tronchi di situazioni di classi di qualità corrispondenti a "sufficiente" e "scadente" rispettivamente¹; la composizione della comunità è infatti compromessa sia dalla presenza di numerose specie alloctone, quali Pseudorasbora, Carassio, Rodeo amaro ma soprattutto Siluro, sia da una comunità ittica piuttosto scarsa in termini di presenza di specie attese (valori compresi fra 6 e 13 rispetto alle 23 attese nella comunità stato di riferimento). Anche la struttura della popolazione, misurata solo in termini di abbondanza delle 3 specie guida Triotto, Alborella e Tinca evidenzia delle criticità, legate soprattutto alla scarsa presenza della Tinca e in alcuni tratti anche del Triotto.

In termini di ricchezza di specie si osserva una presenza costante in tutti i tronchi campionati di Alborella, Anguilla, Barbo comune, Cavedano, Gobione, Persico reale, Scardola, Triotto e Ghiozzo; sporadica invece la presenza di importanti specie quali Luccio, Tinca, Lasca, Savetta, Vairone e Cobite. Le specie migratorie, Cheppia e Cefalo, segnalate fino al 1990 non sono da allora più indicate.

Da quanto riportato nelle carte ittiche, si segnalano importanti immissioni di Carpa, Tinca, Luccio, Anguilla e Storione, in particolare nelle zone di Ostiano/Isola Dovarese.

Tra le maggiori criticità ambientali (Figura 3) che influenzano lo stato della comunità ittica, vi sono il progressivo peggioramento della qualità delle acque, la riduzione della frequenza di interazione con gli ambienti laterali (per lunghissimi tratti il corso d'acqua scorre confinato tra argini o golene situate attualmente molto più in alto rispetto al livello medio dell'acqua), la ridotta presenza di vegetazione riparia (scarso ombreggiamento, poca diversità delle sponde e quindi riduzione di habitat per la fauna ittica); buona invece la continuità longitudinale, con la presenza di un solo rilevante punto di discontinuità dato dalla briglia di contenimento localizzata in corrispondenza del ponte stradale di Isola Dovarese (CR).



Figura 3 - A sinistra: sponde prive di vegetazione e sconnesse dal corso d'acqua. A destra: briglia presso Isola Dovarese.

¹ Va detto che le differenze sono in parte imputabili anche alla diversa rappresentatività dei campionamenti nei diversi tronchi.

Lo Storione cobice (*Acipenser naccari* Bonaparte, 1836)

Lo Storione cobice è il più piccolo degli storioni, arrivando a circa 130-150 centimetri di lunghezza e a circa 25 chilogrammi di peso, e presenta l'aspetto tipico degli Acipenseridi, la famiglia a cui appartiene, con corpo fusiforme, allungato, sottile in prossimità del peduncolo caudale e a sezione pentagonale, muso anch'esso allungato a forma di rostro, con bocca situata inferiormente, con quattro barbigli disposti parallelamente alla bocca che hanno un'importante funzione di organi sensori.

La bocca è protrattile, a forma di tubo e completamente priva di denti, e serve allo storione per setacciare i sedimenti del fondale, da cui estrae gli invertebrati bentonici, come crostacei gammaridi, ditteri, vermi oligocheti, molluschi e qualche pesciolino.



Storioni da liberare

scarsa pendenza, buona portata e discreta corrente, con substrato ghiaioso alternato a tratti sabbiosi.

Come tutti gli Acipenseridi è una specie anadroma obbligata, ossia compie la migrazione riproduttiva dal mare verso i bacini interni dei fiumi: le migrazioni dovrebbero avvenire nella stagione primaverile, fra marzo e maggio e la riproduzione avviene nella tarda primavera o all'inizio dell'estate.

Le uova, di colore scuro e adesive vengono deposte in tratti profondi e su fondali di tipo ghiaioso.

La crescita degli esemplari è piuttosto lenta ed è largamente influenzata dalle condizioni ambientali: ad esempio gli esemplari che vivono nel Ticino crescono più velocemente di quelli del Po.



Storione cobice

Lungo il corpo si trovano cinque serie longitudinali di placche ossee in rilievo e la pelle è assai coriacea, soprattutto sulla superficie ventrale dove numerose strutture lenticolari lo proteggono dall'abrasione del fondale. La colorazione varia in funzione dello stato dell'individuo e delle caratteristiche ambientali in cui vive.

È una specie endemica dell'Adriatico e dei fiumi tributari dell'area settentrionale del mare Adriatico: nel periodo "marino" frequenta fondali sabbiosi o fangosi fra i 10 e i 40 metri di profondità, mentre nei fiumi predilige le zone meandriformi, con

La specie, come descritto in precedenza, presenta caratteristiche eto-ecologiche abbastanza esigenze per lo stato in cui versano la maggior parte dei fiumi padani, oltre a raggiungere la maturazione sessuale a circa sette anni.

Inoltre, sebbene la specie non sia mai stata considerata frequente, negli ultimi decenni, i popolamenti di storione cobice si sono notevolmente ridotti a causa della realizzazione di sbarramenti che impediscono la continuità fluviale, della regimazione idraulica dei fiumi e dell'inquinamento idrico.

Il Luccio (*Esox lucius* Linneo, 1758)

Specie tipica dei corsi d'acqua planiziali meandriformi che si riproduce preferibilmente in aree ripariali con vegetazione, dove deposita le uova sulle piante acquatiche.

Questa esigenza ecologica del luccio è sinonimo di grande vulnerabilità in ambienti acquatici fortemente artificializzati e antropizzati, in quanto gli ambienti riproduttivi sopra descritti sono i primi a scomparire in una gestione idraulica del fiume.

La femmina depone da 15.000 a 45000 uova per kilogrammo di peso fra i 30 e 100 cm di profondità, fra la fine dell'inverno e l'inizio della primavera: l'incubazione dura 120 giorni, se la temperatura dell'acqua si mantiene a 10°C.

Le larve si fissano in posizione verticale sui fusti delle piante acquatiche con le papille frontali e dopo il riassorbimento del sacco vitellino si mettono alla ricerca delle prede zooplanctoniche: i piccoli lucci divengono in breve tempo ittiofagi, non esitando a divorare altri piccoli lucci a densità di popolazione elevate.

La crescita è rapida e al compimento del primo anno di vita possono raggiungere i 20-30 cm di lunghezza; la maturità sessuale può essere molto precoce (1 anno nei maschi e 2 anni per le femmine), anche se la maggioranza degli individui la raggiunge fra i 2 e i 3 anni.

La specie assume particolare importanza come indicatore biologico, in quanto la sua posizione apicale di predatore in cima alla catena alimentare dell'ecosistema acquatico e le sue particolari esigenze ecologiche lo rendono assai esigente nei confronti delle caratteristiche ambientali dell'habitat fluviale.

Sebbene sia una delle prede più appetibili per i pescatori, occorrerebbe per un incremento della specie limitare al massimo la cattura, aumentare la misura minima di prelievo e incrementare la naturalità dei corsi d'acqua.



Luccio

Suddivisione del corso del fiume oglio sublacuale in tronchi omogenei

Numero	Km	da	km	a
1	0,00	Lago d'Iseo	7,50	Scarico depuratore Castelli Calepino (Palazzolo)
2	7,50	Scarico depuratore Castelli Calepino (Palazzolo)	13,08	Derivazione Roggia Trenzana e Roggia Sole (Palazzolo)
3	13,08	Derivazione Roggia Trenzana e Roggia Sole (Palazzolo)	15,68	Immissione Fiume Cherio
4	15,68	Immissione Fiume Cherio	21,14	Scarico depuratore Civate al Piano
5	21,14	Scarico depuratore Civate al Piano	23,94	Derivazione Naviglio civico di Cremona (civate al Piano)
6	23,94	Derivazione Naviglio civico di Cremona (civate al Piano)	32,32	Derivazione Cavo Molinaro (Rudiano)
7	32,32	Derivazione Cavo Molinaro (Rudiano)	66,75	Derivazione Roggia Saverona (Quinzano)
8	66,75	Derivazione Roggia Saverona (Quinzano)	76,08	Immissione fiume Strone (Pontevico)
9	76,08	Immissione fiume Strone (Pontevico)	88,08	Località Binanuova (Gabbioneta Binanuova)
10	88,08	Località Binanuova (Gabbioneta Binanuova)	92,46	Immissione Fiume Mella
11	92,46	Immissione Fiume Mella	100,24	Località Villarocca (Pessina Cremonese)
12	100,24	Località Villarocca (Pessina Cremonese)	105,15	Immissione Fiume Gambara (Volongo)
13	105,15	Immissione Fiume Gambara (Volongo)	116,55	Immissione Naviglio d'Isorella (Canneto sull'Oglio)
14	116,55	Immissione Naviglio d'Isorella (Canneto sull'Oglio)	123,86	Immissione Fiume Chiese
15	123,86	Immissione Fiume Chiese	132,44	Immissione Roggia Dugale Delmona
16	132,44	Immissione Roggia Dugale Delmona	143,29	Immissione Canale Acque Alte
17	143,29	Immissione Canale Acque Alte	156,19	Confluenza nel Po

TRATTI	ITT 01	ITT 02	ITT 03
FONTE	GRAIA Prog. Oglio Nord	GRAIA Prog. Oglio Nord	GRAIA Prog. Oglio Nord
Codice stazione	OGL46	OGL 47	OGL 48
Località stazione	Capriolo - Idrometro valle cotonificio	Pontoglio - Spiaggia dei poveri	Urago d'Oglio - Valle presa naviglio grande Pallavicino
<i>Pesci</i>	<i>Abbondanza</i>	<i>Abbondanza</i>	<i>Abbondanza</i>
abramide			
alborella	Molto scarsa		scarsa
anguilla	Molto scarsa	scarsa	
aspio			
barbo comune	Molto abbondante		Molto abbondante
barbo iberico			
cagnetta			
carassio		discreta	
carpa		abbondante	
cavedano	Molto abbondante	molto abbondante	Molto abbondante
cobite comune	Molto scarsa	Molto scarsa	
gambusia			
ghiozzo	Scarsa	Molto scarsa	scarsa
gobione		Molto scarsa	
lasca	segnalata	molto scarsa	Molto scarsa
luccio		scarsa	
lucioperca			
persico sole		scarsa	scarsa
persico trota		Molto scarsa	
persico reale	Molto scarsa	Molto scarsa	Molto scarsa
pesce gatto			
pigo	segnalato	segnalato	
pseudorasbora			
rodeo			
scazzone			molto scarsa
sanguinerola			molto scarsa
savetta		segnalata	
scardola	Scarsa	molto abbondante	
siluro			
storione cobice	segnalato/immeso		
tinca	Molto scarsa	scarsa	molto scarsa
trota fario	Molto scarsa		
triotto		scarsa	
vairone	Abbondante		molto abbondante

Classi di abbondanza considerate nelle diverse fonti	
GRAIA	CARTA Ittica CR
molto scarsa	1=Raro o sporadico
scarsa	2=Scarso
discreto	3=Comune
abbondante	4=Abbondante
mlto abbondante	

ITT 04	ITT 05		ITT 06
GRAIA Prog. Oglio Nord	GRAIA Prog. Oglio Nord	Carta Ittica CR	GRAIA Prog. Oglio Nord
OGL 49	OGL 50	11.01 cremona	OGL 51
Roccafranca - Valle presa Roggia Conta	Borgo San Giacono Acqualunga	Soncino	Seniga (a valle del Ponte)
<i>Abbondanza</i>	<i>Abbondanza</i>	<i>Classi abbond. (4 cl.)</i>	<i>Abbondanza</i>
			segnalato
			discreta
	Molto scarsa	1	molto scarsa
abbondante	Abbondante	4	scarsa
			segnalato
Molto scarsa	Molto scarsa	2	abbondante
	segnalato/scarso	1	segnalato
abbondante	Molto abbondante	4	Molto scarsa
Scarsa	segnalato/abbondante	3	
discreta	segnalato/abbondante	3	Molto scarsa
			Molto scarsa
	segnalato/scarso	1	
molto scarsa	Molto scarsa		segnalato
	segnalato/scarso	1	segnalato
molto scarsa			abbondante
	Molto scarsa	2	scarsa
	segnalato/scarso	1	segnalato
			segnalato/abbondante
molto scarsa			segnalato
	Scarsa		segnalato
abbondante	segnalato/discreto	2	
molto scarsa	Molto scarsa	2	molto scarsa
			segnalato
molto scarsa	Molto scarsa	1	segnalato
	segnalato/scarso	1	scarsa
molto abbondante	Abbondante	4	

Tabella 1 - Tabella riepilogativa delle informazioni rinvenute nelle diverse fonti considerate relativamente alla presenza ed all'abbondanza di specie ittiche nei diversi tratti omogenei

TRATTI	ITT 07			ITT 08	ITT 09			ITT 10		
FONTE	"Life Storione"	"Life Storione"	Carta Ittica CR	"Life Storione"	"Life Storione"	Carta Ittica MN	Carta Ittica MN	"Life Storione"	"Life Storione"	"Life Storione"
Codice Stazione	Life 13	Life 12	CR 11.02	Life 11	Life 10	MN 16 2003	MN 16 2006	Life 9	Life 8	Life 7
Località stazione	Ponta di Ostiano a Confluenza Mella	Da Villa Rocca a Ostiano	Ostiano	A monte dell' sbarramento di Isola Dovarese (da Isola dov. A Cascina Gerre)	Isola Dovarese, a Valle della traversa	Canneto (Casalromano)	Canneto (Casalromano)	Calvatone - Da S. Maria a Castelfranco	Calvatone - da 300m a valle del ponte tra Calv. e Acquanegra a bacino irrigazione (località S. Maria)	Bozzolo-Da 500m a valle del gasdotto fino 300m a monte del ponte tra Calvatone e Acquanegra
Pesci	Numero	Numero	Abbond.	Numero	Numero	Abbond.	Abbond.	Numero	Numero	Numero
abramide										
alborella	134	48	1	291	69	4	3	57	98	55
anguilla			1			2				
aspio										1
barbo comune			1-2		5		2	1		1
cagnetta										
carassio			1	1	4	3	2	1		1
carpa						x		5	3	2
cavedano	14	22	1	24	56	4	3	3	26	58
cobite comune										
gambusia						x				
ghiozzo		3	2	5	9	x	2	2		
gobione	2	6	1		9	x	2			1
lasca										
luccio						x		1		
lucioperca										
persico sole			1			2				
persico trota						x			1	
persico reale		1	1	12		x				
pesce gatto										
pseudorasbora	3	2		8	23	4	3	6	3	19
rodeo	28	3		5	3	3	1	4	4	148
sanguinerola										
savetta		1								
scardola	5	5	1	5	1	2	1		1	
siluro				5	1	1	1	11	11	8
tinca						x				
triotto	9	1	2	2		1				
vairone	1									

x=segnalato

Classi di abbondanza considerate nelle diverse fonti	
CARTA Ittica MN	CARTA Ittica CR
1=molto scarsa	1=Raro o sporadico
2=scarsa	2=Scarso
3=discreto	3=Comune
4=abbondante	4=Abbondante

ITT 11			ITT 12			ITT 13					
"Life Storione" Life 6	Carta Ittica MN MN 17 2003	Carta Ittica MN MN 17 2006	"Life Storione" Life 5	Carta Ittica MN MN 18 2003	Carta Ittica MN MN 18 2006	"Life Storione" Life 4	"Life Storione" Life 3	"Life Storione" Life 2	"Life Storione" Life 1	Carta Ittica MN MN 19 2003	Carta Ittica MN MN 19 2006
Numero	Abbond.	Abbond.	Numero	Abbond.	Abbond.	Numero	Numero	Numero	Numero	Abbond.	Abbond.
Bozzolo-Dal ponte di Trezoglio a 500m a valle del gasdotto	Acquanegra sul Chiese - idrometro ponte sulla sp 7	Acquanegra sul Chiese - idrometro ponte sulla sp 7	Bozzolo	Bozzolo - Idrometro Ponte sulla SP 10	Bozzolo - Idrometro Ponte sulla SP 10	Gazzuolo - da Chiaviche Regona a ponte di Gazzuolo	Gazzuolo - da Sabbioni a Chiaviche Regona	Viadana - a monte del ponte delle barche fino a Sabbioni	prismata in sponda sx a valle del ponte delle barche	Marcaria - Ponte di Torre d'Oglio SP 5	Marcaria - Ponte di Torre d'Oglio SP 5
			1		1				1		1
236	5	4	40	3	5	3	144		20	x	4
				2				3	2	3	2
		1									
	1	1		2			1	1	1	3	1
	2	1	9	x	2	1	6	3	7	3	2
2	x	1	5	x	2	2	3	4		2	2
	3	4	22	4	3	3	1		4	4	2
	x			x						x	
1	x			2	1		1	1	3	2	2
	2	1		2						x	
				2						x	
	x			x						x	
				x						x	
	x		1	1	1				1	x	1
	x			x						x	
	x			x						x	
8	4	3		2	2	5	29	9	132	4	4
8	4	5	2	1	2	5	2			x	2
										1	
	1			x						x	
3	1	2	12		3	5	10	10	5	3	3
	x			x						x	
	3		1	x	2					2	

Localizzazione dei tratti e loro caratteristiche salienti lungo l'oglio sublacuale

Tratto	Inizio	Fine	Caratteristiche	Stazione	Stazione
1	Lago d'Iseo	Capriolo	Contesto antropizzato, canale singolo, presenza di sbarramenti	Capriolo POOG3CN1	
2	Capriolo	Sbarramento a monte di Cividino	Contesto agricolo, canale singolo, fasce di vegetazione riparia		
3	Sbarramento a monte di Cividino	Pontoglio	Contesto antropizzato, canale singolo		
4	Pontoglio	Pumenengo	Contesto agricolo, scarsa presenza vegetazione ripariale, al termine inizia una significativa variazione morfologica		Ogliobasso 1 (BS)
5	Pumenengo	Villanuova	Contesto agricolo, variazione da canali intrecciati a transizionale, riduzione del bankfull, fine tipologia geomorfologica alta pianura		
6	Villanuova	Soncino	Contesto agricolo, variazione da canali intrecciati a transizionale		Ogli0 (CR)
7	Soncino	Buco della Cagna	Contesto agricolo, passaggio ance a canale singolo a barre alternate		
8	Buco della Cagna	Acqualunga (ponte SP 65)	Contesto piuttosto naturale	Castelvisconti POOG3CN2	Ogliobasso 3 (BS)
9	Acqualunga (ponte SP 65)	Bordolano (ponte SP 66)	Contesto agricolo, canale singolo a barre alternate		
10	Bordolano (ponte SP 66)	Ponteviso	Contesto agricolo, presenza di ampi meandri		
11	Ponteviso	Confluenza Mella	Contesto agricolo, scarsa presenza vegetazione ripariale, presenza di ampi meandri		Ogliobasso 4 (BS)
12	Confluenza Mella	Isola Dovarese	Contesto agricolo, scarsa presenza vegetazione ripariale, presenza di ampi meandri	Ostiano POOG3CN3	Ogli60 (CR)
13	Isola Dovarese	Confluenza Chiese	Contesto agricolo, scarsa presenza vegetazione ripariale, presenza di ampi meandri	Canneto s/O POOG3CN4	16 (MN)
14	Confluenza Chiese	Marcaria	Contesto agricolo, scarsa presenza vegetazione ripariale, presenza di ampi meandri	Bozzolo POOG3CN5	17-18 (MN)
15	Marcaria	Bocca Chiavica	Contesto agricolo, scarsa presenza vegetazione ripariale,		
16	Bocca Chiavica	Po	Contesto agricolo, scarsa presenza vegetazione ripariale,	Marcaria POOG3CN6	19 (MN)

Macroinvertebrati acquatici

I Macroinvertebrati sono per lo più (ma non solo) insetti allo stato larvale che vivono nel substrato dei corsi d'acqua; è sufficiente girare qualche ciottolo per vederne alcuni. Ogni specie presenta sofisticati adattamenti anatomici, fisiologici e comportamentali alle particolari condizioni del microambiente in cui vivono.



Figura 4 - Alcuni macroinvertebrati nel loro habitat (in alto da sinistra Limnephilidae, Protonemura, Polycentropodidae) da cui si può apprezzare la varietà di adattamenti al substrato e una panoramica di macroinvertebrati delle nostre acque dolci, da cui si può apprezzare la diversità di forme. (Foto Giuseppe Sansoni).

Ogni tipo di substrato può fornire un habitat adatto a gruppi diversi: sedimento del fondo, sponde, piante acquatiche, alghe ecc. Quindi l'eterogeneità del substrato è indispensabile per ospitare una comunità ben strutturata e diversificata. Si nutrono della materia organica morta d'origine terrestre (escrementi, frammenti vegetali, scarichi fognari) che, trasformata dalla complessa rete alimentare del fiume viene restituita all'ambiente terrestre sotto forma di insetti alati (*effimere*, *plecotteri*, *tricotteri*, *ditteri*, *libellule*, ecc.) a loro volta nutrimento

essenziale per anfibi, rettili, uccelli e mammiferi. Sono estremamente sensibili alle variazioni che avvengono nel corso d'acqua.

Proprio per la loro importanza nella catena alimentare e per la loro sensibilità alle variazioni ambientali sono stati negli ultimi decenni studiati approfonditamente ai fini di poterli utilizzare come bioindicatori: semplificando molto i termini della questione si può dire che la presenza di un numero elevato di taxa (raggruppamenti di organismi distinguibili morfologicamente e geneticamente) e in particolare di alcuni ritenuti particolarmente sensibili è sintomo di un ambiente fluviale in salute, al contrario un numero ridotto di taxa poco sensibili è sintomo di un ambiente degradato e impattato.

Nel caso specifico del progetto STRARIFLU, lo stato della comunità dei macroinvertebrati è stato misurato con un indice (Figura 6) che rispecchia (normalizzandoli in una scala di valori da 0 a 1) esattamente i valori dell'Indice Biotico Esteso o IBE (Ghetti, 1997)¹ e che **valuta sia la diversità di taxa che la presenza di taxa sensibili** alla qualità ambientale.

Vista la grande variabilità nel tempo dell'indice ed il numero elevato di dati disponibili derivanti dai diversi studi presenti, per favorire al massimo la sua rappresentatività, il calcolo è stato effettuato tenendo in considerazione solo le fonti² molto aggiornate (dati del 2004-2005 e 2006). Una delle grandi difficoltà che normalmente si riscontrano nel commentare lo stato della comunità dei macroinvertebrati per tronchi estesi è legata alla natura del campionamento, che avviene necessariamente solo in alcuni punti del corso d'acqua, spesso posti a notevole distanza tra loro e molto spesso rappresentativi di situazioni molto localizzate.

Guardando i dati si riscontra una situazione piuttosto omogenea su tutto il corso d'acqua, con valori IBE che oscillano, nei diversi tronchi, fra una seconda ed una terza classe ("buono" e "sufficiente"); osservando più in dettaglio i valori misurati nei vari tronchi e in diversi punti di campionamento si colgono comunque delle diversità.

¹ Per i non addetti ai lavori è utile sapere che si tratta di un indice fino ad oggi ampiamente utilizzato per classificare lo stato ecologico dei corsi d'acqua soprattutto a seguito del suo pieno riconoscimento nella legislazione nazionale (Dlgs. 152/99). È molto probabile che tale indice non venga utilizzato invece per l'applicazione della Direttiva 2000/60/CE soprattutto in relazione al fatto che esso non contempla aspetti di tipo quantitativo, come richiesto dalla Direttiva stessa.

² Progetto Oglio 2006, Dati ARPA aggiornati e aggiornamento del Monitoraggio Biologico della Provincia di MN.

Nella porzione di corso d'acqua compresa fra il Lago d'Iseo e l'immissione del Cherio, ad esempio, l'indicatore si attesta su una terza classe di qualità ("sufficiente"), misurato nella stazione di Capriolo. I valori riscontrati nei diversi anni di campionamento mostrano poche oscillazioni rispetto a questo valore medio. Qualche variazione in più è osservabile rispetto alla stagionalità, con un abbassamento del valore dell'indice nel corso dei campionamenti primaverili (Figura 5).

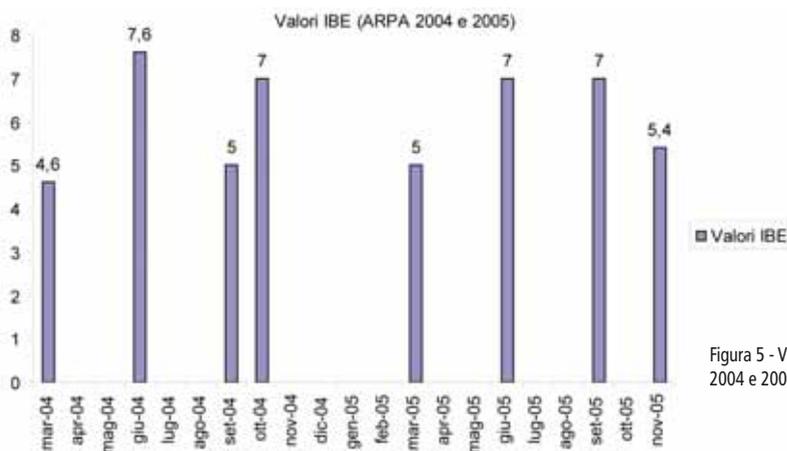


Figura 5 - Valori IBE a Capriolo da dati ARPA 2004 e 2005.

Il valore così basso, a fronte di un livello di inquinamento chimico-fisico meno penalizzante, potrebbe essere giustificato con il fatto che la stazione è collocata in un tratto di fiume piuttosto banalizzato e che risente sia della vicinanza con il lago, sia della bacinizzazione delle porzioni di corso d'acqua a valle, dove la presenza di numerose traverse e briglie porta alla formazione di lunghe pozze con una perdita complessiva di habitat lotici.

Si osservi infine che, come già evidenziato nel commento alla qualità chimico - fisica, la presenza di una stazione posta così a monte (e che precede quindi alcune criticità legate a derivazioni e immissioni di scarichi) rende l'affidabilità del risultato per i 2 tronchi successivi (fino al Cherio) piuttosto scarsa.

Per quanto concerne la **porzione di corso d'acqua compresa fra l'immissione del Cherio e l'immissione del Mella**, l'indice si attesta su una seconda classe di qualità ("buono"), derivante da misure effettuate nelle stazioni di Castelvisconti e di Azzanello (Tabella 1) poco rappresentative quindi dei tronchi posti a maggiore distanza da esse. Questo miglioramento, in controtendenza rispetto al peggioramento complessivo della qualità delle acque, potrebbe essere giustificato dal discreto grado di naturalità rilevabile in questa porzione di corso d'acqua.

Per ulteriore informazione riportiamo le liste faunistiche dei campionamenti effettuati nelle stazioni di Azzanello e Castelvisconti nell'ambito del progetto Oglio 2006.

AZZANELLO		07/06/2006	
Macroinvertebrati	Unità sistematiche	Abb.	
PLECOTTERI			
EFEMEROTTERI	Ephemerella	2	
	Potamanthus	1	
TRICOTTERI			
COLEOTTERI	Ditiscidae (adulto)		
ODONATI	Onychogomphus	2	
DITTERI	Chironomidae	2	
	Tabanidae	1	
ETEROTTERI			
CROSTACEI	Gammaridae	2	
GASTEROPODI	Theodoxus	1	
BIVALVI			
TRICLADI	Dugesia	1	
IRUDINEI	Erpobdella	2	
OLIGOCHETI	Naididae	1	
MEGALOTTERI - Sialidae			
PLANIPENNI - Osmyliidae			
NEMATOMORFI - Gordiidae			
BRIOZOARI - Plumatellidae			
PORIFERI - Spongiidae			
Totale U. S.	11		
U.S. di drift			
U.S. non dubbie	11		
I.B.E	7-8		
Classe di Qualità	II / III		

CASTELVISCONTI 07/06/06				
Macroinvertebrati	Unità sistematiche	Abb.	Unità sistemati	Abb.
PLECOTTERI	Leuctra	1		
EFEMEROTTERI	Ephemerella	2		
	Potamanthus	2		
	Baetis	1		
	Caenis	1		
	Hydropsichidae	3		
TRICOTTERI				
COLEOTTERI	Elmintidae (larva)			
ODONATI	Calopteryx	2		
	Platycnemis	1		
DITTERI	Chironomidae	2		
ETEROTTERI	Nepa	1		
CROSTACEI	Gammaridae	3		
GASTEROPODI	Physa	1	Valvata	1
	Theodoxus	1		
BIVALVI	Lymnea	1		
TRICLADI	Planorbis	1		
IRUDINEI	Sphaerium	1		
OLIGOCHETI	Erpobdella	2		
MEGALOTTERI - Sialidae				
PLANIPENNI - Osmyliidae				
NEMATOMORFI - Gordiidae	Lumbriculidae	1		
BRIOZOARI - Plumatellidae				
PORIFERI - Spongiidae				
Totale U. S.	20			
U.S. di drift				
U.S. non dubbie	20			
I.B.E	9			
Classe di Qualità	II			

Tabella 2 - Liste faunistiche dei campionamenti effettuati nelle stazioni di Azzanello e Castelvisconti nell'ambito del progetto Oglio 2006.

Lo stato della comunità nella **porzione di corso d'acqua compresa fra immissioni di Mella e Seriola Gambarà** è misurato nella stazione di Ostiano (buona rappresentatività dei tronchi) dove l'indice si attesta su una terza classe di qualità. La perdita di una classe rispetto alla stazione di Castelvisconti ben rispecchia la situazione di peggioramento ambientale provocato in particolare dall'immissione del Mella e degli altri corsi d'acqua che drenano questa porzione di bacino.

Le stazioni di controllo successive, presso Canneto, rappresentative del tratto fra l'**immissioni di Seriola Gambarà e Chiese**, danno valori equivalenti ad una terza classe di qualità.

A valle del Chiese si registra dapprima un miglioramento nella stazione di Bozzolo (seconda classe) e quindi un successivo peggioramento nella porzione che precede l'immissione in Po (a Marcaria): il corso d'acqua scorre qui in un alveo piuttosto banalizzato e confinato all'interno di argini o golene rialzate, interagendo poco con la piana circostante e raccogliendo gli ultimi apporti inquinanti da canali drenanti aree agricole.



Fiume Gambarà

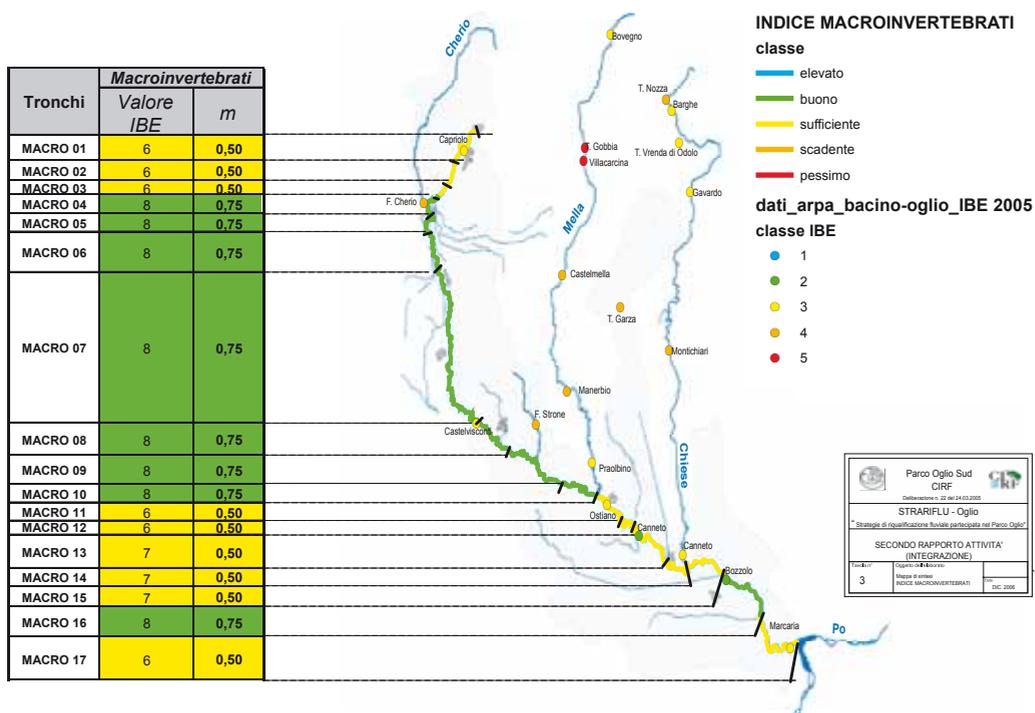


Figura 6 - Valori e classi dell'indice macroinvertebrati

Vegetazione

Lo studio della vegetazione presente nelle fasce riparie ha assunto sempre più importanza, perché permette di ottenere informazioni molto significative ai fini della comprensione delle dinamiche del corso d'acqua e del modo in cui esso influenza o ha influenzato le fasce di territorio che lo circondano. Per un esperto rilevare la presenza di questa o quella consociazione vegetazionale (si utilizza questo termine perché generalmente ad un determinato ambiente corrispondono gruppi di specie arboree-arbustive ed erbacee che si abbinano con combinazioni fisse) è un modo di leggere la storia recente e passata del rapporto fiume - territorio: con che frequenza il fiume riesce ad inondare determinate porzioni di piana inondabile, a quale profondità si trova la falda, come si è spostato negli anni un corso d'acqua, come sono variate le proprie dinamiche morfologiche (si è inciso, allargato, ristretto?), che tipo di impatto hanno generato gli interventi antropici, che tipo di substrato è presente etc..

Uno studio dettagliato di una determinata sezione rappresentativa è in grado di fornire molte informazioni di questo tipo; di altra natura si presenta invece il problema affrontato nel progetto STRARIFLU (improntato su una scala pianificatoria e a scala di bacino) di attribuire un valore allo stato della componente vegetazionale lungo le sponde dell'intera asta fluviale.

Per poter compiere questa operazione innanzitutto è stata considerata in modo distinto la fascia limitrofa al corso d'acqua (fascia riparia, approssimata a 30 metri di ampiezza per sponda) da quella del corridoio fluviale, più esterna ed approssimata ad un'ampiezza di 150 metri per sponda.

Sono poi stati definiti e formalizzati alcuni indici molto sintetici che hanno permesso di valutare lo stato complessivo della vegetazione: la **"copertura"** che da una misura diretta della percentuale di superficie in cui effettivamente la vegetazione è ancora presente e non ha lasciato il posto alle colture agricole o all'urbanizzazione; la **"continuità"**¹, che da un'indicazione del numero di interruzioni longitudinali presenti; l' **"ampiezza"**⁷, che esprime invece un giudizio sulla continuità laterale della fascia vegetata; ed infine la **"naturalità"** che aggiunge un'informazione sulla qualità delle consociazioni presenti (sono quelle che dovrei avere o è avvenuta, ad esempio, l'intromissione di specie infestanti invasive?).

Sulla base dei risultati emersi dall'applicazione degli indici sopra descritti, appare chiaro (*Figura 7*) che nel fiume Oglio, se da un lato **la vegetazione della fascia riparia risulta in alcuni tratti ancora in buono stato di conservazione** (con tratti anche in seconda classe), dall'altro **la vegetazione del corridoio risulta per lunghissimi tratti pressoché assente e, dove presente, in condizioni di naturalità estremamente bassa** (si conserva solo parzialmente nei tronchi centrali del corso d'acqua, situati fra Rudiano e Bordolano); ciò comporta un abbassamento del valore complessivo dell'indice di vegetazione lungo tutta l'asta fluviale.

Analizzando ora in modo più dettagliato lo stato della sola **vegetazione riparia** nei vari tronchi si registra nella porzione di monte, fra la diga **di Sarnico e l'immissione del Cherio** (a Palosco)

¹ Calcolata solo per la fascia riparia e non per il corridoio.

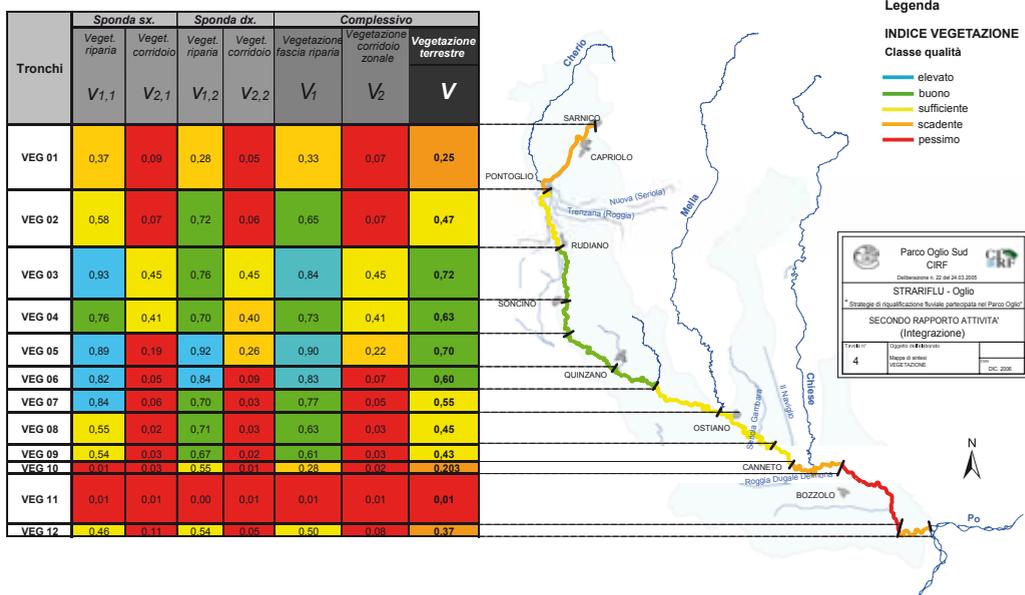


Figura 7 - Valori e classi dell'indice vegetazione terrestre e relativi sub-indici

una situazione piuttosto compromessa con la presenza di scarsi popolamenti vegetazionali, costituiti spesso da stretti filari e con prevalenza di specie arboreo arbustive invasive (*Robinia pseudacacia* e *rubus sp.*). Non mancano sporadici querceti di farnia con olmo e pioppeti misti a platano. La copertura arborea-arbustiva della fascia riparia è inferiore al 40% (Figura 8).



Riva fluviale con scarsa vegetazione presso Gazzuolo



Figura 8 - Tratti con vegetazione riparia assente o ridotta a monofilare. Dall'alto: poco a valle della diga di Sarnico e presso Palazzolo.

Fino a Rudiano la situazione non sembra migliorare: molti tratti di sponda appaiono privi di vegetazione riparia o scarsamente vegetati (copertura 35%); prevalgono formazioni riparie miste, robinieti e pioppeti misti a platano con qualche saliceto di sponda.

Decisamente migliore invece la situazione nella successiva porzione di corso d'acqua **da Rudiano all'immissione del Fiume Strone presso Ponteviso**; la copertura della fascia riparia aumenta notevolmente (a seconda dei vari tratti omogenei fra il 60-70%), la piana inondabile preserva in molti tratti la connessione con il corso d'acqua, la vegetazione della fascia riparia è connessa a quella del corridoio fluviale (successione vegetazionale) e le interruzioni della continuità longitudinale sono più circoscritte (Figura 9); permangono boschi a *Quercus robur*, *Populus nigra*, *Fraxinus oxycarpa*, *Ulmus minor*, con un buon contingente di specie della classe *Quercus fagetea*. Presente anche la vegetazione dei boschi alluvionali ed elofitica. Visto il maggiore equilibrio, il contributo degli aggruppamenti sinantropici e ruderali risulta più contenuto.



Figura 9 - Boschi ripari presso Torre Pallavicina

Più a valle, **fino a Canneto**, lo stato della vegetazione spondale tende nuovamente a peggiorare, con una percentuale di copertura vicina al 35%. Oltre a residui pioppeti saliceti, si rileva la presenza di formazioni riparie a Platano, formazioni a robinia e formazioni a *Humulus scandens* e *Humulus lupulus* oltrechè la comparsa di amorfeti.

Il valore dell'indice si abbassa ancora **a valle di Canneto e fino alla confluenza con il Po**. Buona parte della superficie delle golene è occupata da vivai e pioppeti produttivi (Figura 10); il fiume, inoltre, in molti punti, è abbassato rispetto alle golene e sconnesso idraulicamente da esse; la copertura della fascia riparia risulta del 30- 40%; prevalgono Amorpheti, Saliceti ripariali e formazioni a rovo e robinia. Un contributo importante all'aumento del valore dell'indice è stato ottenuto grazie ai numerosi e recenti rimboschimenti a fini naturalistici (Figura 11), che hanno interessato la quasi totalità delle aree golenali demaniali (censiti in modo dettagliato all'interno del "Piano di Settore - Riqualificazione Ambienti Naturali del Consorzio del Parco Naturale dell'Oglio Sud"). Il valore dell'indice rimane complessivamente comunque basso vista la prevalenza di superfici non demaniali nelle quali prevale ancora un uso del suolo "produttivo".



Figura 10 - Golea priva di vegetazione arborea/arbustiva e tratto con pioppeti fino al ciglio su entrambe le sponde tra Gazzuolo e Viadana .



Figura 11 - Interventi di rimboscimento a fini naturalistici nella golaena dell'Oglio nei pressi rispettivamente, da sinistra, di San Martino all'argine e Bozzolo.

Effetti della vegetazione ripariale sulla corrente

AUMENTO DELLA SCABREZZA IDRAULICA

**AUMENTO DELLA RESISTENZA
AL FLUSSO DELLE ACQUE**

**RIDUZIONE DELLAVELOCITA' MEDIA DELLA CORRENTE
E AUMENTO DEL LIVELLO IDROMETRICO**

RIDUZIONE DEL GRADIENTE DI VELOCITA'

Per una determinata portata, raddoppiando la scabrezza si assiste ad un incremento di livello idrico del 50 % e ad una riduzione della velocità del 34%

Progetto DEM.O.S. Ricostruzione di boschi e ambienti naturali in aree golenali del Parco Oglio Sud

A cura di: Susanna Perlini e Fabrizio Malaggi - Parco Regionale Oglio Sud

Introduzione

Le scarse condizioni di naturalità delle fasce perfluviali del tratto terminale del fiume Oglio, nelle Province di Cremona e Mantova, determinano una ridotta efficienza ecologica del corso d'acqua; la frammentazione e la ridotta superficie degli ambienti naturali rendono estremamente precaria la loro capacità di risposta a perturbazioni ambientali e ostacolano il consolidamento di popolazioni faunistiche stabili.

Considerato l'assetto territoriale, le finalità del Parco agricolo-fluviale, le previsioni normative del PAI (Piano di Assetto Idrogeologico) dell'Autorità di Bacino del Po, l'art. 31 dell'ex D. Lgs. 152/99 e s.m.i. (Disposizioni per la tutela delle acque dall'inquinamento), il Parco si è fatto promotore di varie iniziative volte a mettere in atto il migliore sistema possibile di gestione delle fasce fluviali.

In questi ultimi anni sono stati avviati interventi diffusi di rimboschimento protettivo, produttivo e di rinaturazione finalizzati a ricostruire la continuità della vegetazione naturale lungo le rive del fiume, collegare tra loro gli ambienti frammentati attraverso la creazione di nuovi habitat o di agro-ecosistemi naturaliformi, ripristinare l'idrodinamismo dei sistemi umidi per conservarne l'igrofilia e migliorarne lo stato di conservazione e creare opportunità di integrazione di reddito per gli imprenditori agricoli e nuove professionalità legate alla forestazione e alla riqualificazione ambientale.

Il punto di forza dei programmi di intervento è che tutte le iniziative vedono la partecipazione attiva degli imprenditori agricoli, con varie forme di contratto o convenzione, come previsto dal D.Lgs. 18 maggio 2001 n. 228 "Orientamento e modernizzazione del settore agricolo a norma dell'articolo 7 della L.5 marzo 2001 n.57", e delle scuole, che partecipano con attività di monitoraggio, progettazione e con l'uso attivo delle aree naturalizzate.

Questa peculiarità contraddistingue tutte le iniziative ed è presupposto fondamentale per l'efficacia dei risultati, che non viene misurata soltanto dal punto di vista quantitativo, ma anche dal grado di condivisione e partecipazione delle comunità locali al processo di restauro del paesaggio.

Progetto DEM.O.S. "Gestione del Demanio Fluviale del Parco dell'Oglio Sud"

Tra gli interventi più significativi rientra il Progetto DEM.O.S. (acronimo per Demanio Oglio Sud), grazie al quale sono in corso dal 2003 interventi di forestazione lungo il corso del fiume, nelle pertinenze idrauliche demaniali concesse al Parco per finalità ambientali, come previsto dalla L.37/94.

Destinazione funzionale	Interventi previsti
filtro dell'inquinamento diffuso	fasce inerbite, fasce ad arbusti, fasce boscate
forestale-naturalistica	impianto di boschi con prevalente funzione naturalistica
riattivazione lanche e zone umide	modellamento morfologico, impianto vegetazione acquatica, scavi con commercializzazione del materiale
didattico-ricreativa	aree verdi estensive attrezzate, collezione degli alberi e arbusti di pianura, strutture di osservazione e supporti per l'interpretazione del paesaggio
gestione forestale	governo del bosco esistente
rinverdimento e consolidamento sponde	sistemazioni con tecniche di ingegneria naturalistica
conservazione e monitoraggio	naturale evoluzione, con monitoraggio ed eventuali interventi mirati

Descrizione degli interventi realizzati

Le maggiori difficoltà derivano dalla particolare situazione pedologica e idrologica: suoli alluvionali sciolti, calcarei, poveri di sostanza organica, soggetti a sovralluvionamento e ricopertura con sedimenti fini, falda acquifera superficiale con rapida percolazione dell'acqua, ristagni con sommersione nei periodi di piena autunnale e primaverile, con alternanza di fasi di sub-aridità e di sommersione completa. Un'ulteriore difficoltà è dovuta alla competizione delle specie esotiche naturalizzate (*Sycios angulatus* e *Amorpha fruticosa*).

Altri vincoli al progetto sono costituiti da:

- necessità di adeguare i sestri d'impianto alla meccanizzazione dei lavori agricoli, in particolare ai tipi di macchinari in uso alle aziende esecutrici, attrezzate per la pioppicoltura o la vivaistica ornamentale;
- necessità di semplificare le fasi di tracciamento e d'impianto, per non creare eccessive difficoltà agli esecutori inizialmente privi di esperienza in materia;
- la forma delle aree demaniali, in genere strette e allungate, che spesso non consente impianti a file sinusoidali;
- la prescrizione dell'Autorità di Bacino del Po relativa all'impianto di sole specie arbustive nella fascia più prossima alla sponda, per ragioni di sicurezza idraulica;
- esigenze di contenere i costi delle cure colturali.

Le specie impiegate sono state scelte in relazione alla tolleranza sia alle inondazioni che all'aridità. Il materiale vegetale è costituito da piante forestali in fitocella e, per le *Salicacee*, da talee o da astoni piantati con la tecnica cosiddetta "a palo" (mutuata dalla pioppicoltura) che consiste nell'apertura di una buca con trivella, nella posa dell'astone senza radici a profondità di 1-1,50 m e nel successivo riempimento con sabbia. Il successo dell'impianto è determinato dal fatto che l'astone emette le radici in corrispondenza della quota di falda.

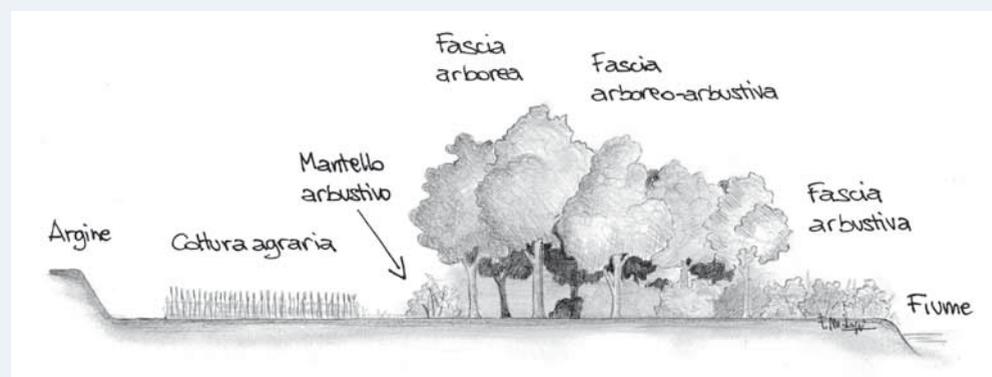
Gli astoni di *Populus alba* e *nigra* sono esemplari di origine locale selezionati dal CRA -Istituto di sperimentazione per la pioppicoltura di Casale Monferrato- nell'ambito di un programma

finalizzato alla ricerca e selezione dei genotipi delle due specie pure e loro diffusione nelle fasce fluviali del bacino del Po.

1) Impianto di fasce boscate e boschi con funzione naturalistica

I primi impianti sono stati eseguiti nell'inverno 2003-04 e per i primi tre anni si sono effettuate le cure colturali consistenti in quattro-sei irrigazioni e tre-quattro interventi di ripulitura dalla vegetazione erbacea, controllo degli shelter e delle bacchette.

Lo schema progettuale iniziale, come rappresentato nello schema 1, prevedeva nelle aree di ampiezza minima adeguata, una prima fascia ad arbusti (come prescritto dall'Autorità di Bacino del Po), una seconda fascia arboreo-arbustiva, una terza fascia arborea e un mantello arbustivo al confine con i coltivi (nel rispetto delle distanze del Codice civile), che ne minimizza l'ombreggiamento ed esercita azione funzionale al bosco.



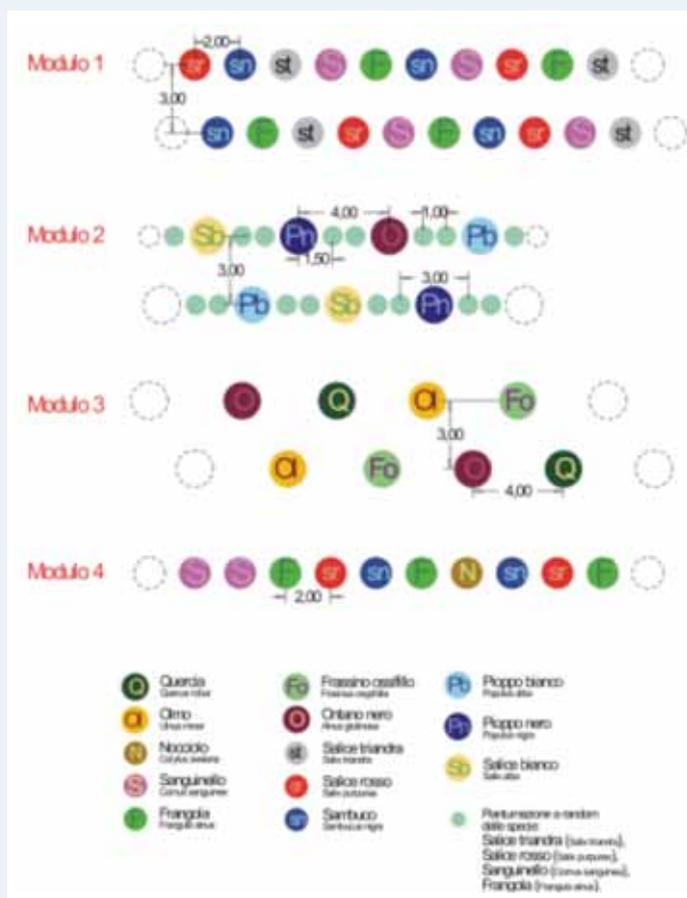
Schema 1: esempio di impianto tipo.



Foto 1: particolare della bacchetta trasversale; Foto 2: imboschimento al quarto anno.

La densità d'impianto varia da 1500 a 2000 piante/ettaro e i sestri sono regolari a file sinusoidali. È stato mantenuto l'inerbimento per massimizzare l'effetto di filtro e minimizzare l'erosione idrica, causata dalle periodiche piene.

Gli impianti sono stati preceduti da lavorazioni del terreno. Tutte le piantine sono dotate di bacchetta segnalatrice e shelter, fissati al suolo con un picchetto in legno inserito trasversalmente a terra, per evitarne l'asportazione durante le piene.



Schema 1: esempio di impianto tipo.

2) Interventi di modellamento morfologico per riattivazione lanche e zone umide

Considerato l'assetto morfologico del fiume con scarsa dinamica evolutiva, le zone umide riparie costituiscono elementi di pregio, ospitando habitat naturali estremamente rari, costituendo efficienti sistemi autodepurativi delle acque e contribuendo ad aumentare la capacità d'invaso delle golene.

In un sito che presenta caratteristiche morfologiche favorevoli, sono stati aperti piccoli stagni alimentati dalla falda ove si è spontaneamente insediata vegetazione palustre.



Foto 2 e 3: apertura di stagni

3) Aree attrezzate con funzione didattico-ricreativa

Le particelle con questa destinazione presentano requisiti di vicinanza a strade o centri abitati e facile accessibilità. Sono state allestite con posa di alberi a pronto effetto e arredi per la sosta, cartelli didattici, ecc.;



Foto 4 e 5: area di sosta e bambini in attività di educazione ambientale

4) Gestione forestale e governo dei saliceti

Si attuano azioni volte a conservare i piccoli boschi di salice per impedire il disseccamento delle piante, lo sradicamento delle ceppaie più vicine alla riva e limitare l'invasione di esotiche infestanti aggressive, in grado di compromettere lo sviluppo della rinnovazione naturale. Si è operato con tagli selettivi e impianto di talee di salice e pioppo bianco e nero nelle radure.

5) Conservazione e monitoraggio

Un ridotto numero di aree presenta formazioni boscate composte da salice bianco con sporadica presenza di poche altre specie (*Ulmus minor*, *Platanus acerifolia*, *Morus alba*, *Populus nigra*...). Queste formazioni, ubicate in luoghi di difficile accessibilità (per lo più isole fluviali) generalmente non sono soggette ad alcun intervento e si prestano per questo alla conservazione ed al monitoraggio.

Dopo i primi anni sulla base dei risultati conseguiti, si sono riscontrate due esigenze: ridurre i costi delle cure colturali, particolarmente elevate soprattutto in relazione ai decorsi stagionali sfavorevoli; differenziare gli impianti in relazione ai caratteri podologici, modificando specie e schemi d'impianto nelle situazioni più sfavorevoli.

Sono state quindi sperimentate le seguenti diverse tipologie:

- a) **impianti boschivi con pacciamatura in film plastico biodegradabile** (non in seguito estesa ai nuovi impianti in quanto la durata del materiale pacciamante è stata limitata alla sola prima stagione vegetativa);
- b) **impianti boschivi a "macchie seriali"**: il metodo -Sartori, 1992- rappresenta un modello di rimboschimento che imita i processi naturali di spontanea riforestazione presentandosi come una struttura concentrica dove le specie sono disposte, in base alle loro caratteristiche, partendo da un centro con vegetazione evoluta verso una periferia con caratteri pionieri. L'intervento sperimentale realizzato nel 2006, è stato effettuato senza lavorazione del terreno e con una densità di tre piante a metro quadro. Essendo un'imitazione di processi naturali, si ritiene in grado di svilupparsi senza cure colturali, diminuendo le spese di gestione a fronte però di una spesa d'impianto maggiore rispetto ai metodi tradizionali. La valutazione costi-risultati è differita al termine del quinquennio;
- c) **impianti boschivi con prevalenza di specie della fam. Salicaceae, da impiantare a gruppi monospecifici**: la scelta della composizione ha l'obiettivo di ridurre la competizione tra le specie a rapido accrescimento iniziale e le altre specie più longeve ma a minor ritmo di crescita; i primi risultati, anche se ancora immaturi, validano la scelta progettuale.

Risultati

I risultati conseguiti nei primi cinque anni di attività sono:

- il miglioramento dello stato di conservazione delle fasce fluviali con la realizzazione di 35 ettari di nuovi boschi e macchie boscate e la ricostruzione di stagni e zone umide che aumentano la valenza ecologica dell'area;
- il potenziamento dell'attrattività del corridoio fluviale, grazie alla introduzione di neo-ecosistemi di valore didattico-ricreativo e all'allestimento di aree di sosta con pannelli di interpretazione del paesaggio;

- la diffusione di professionalità nuove nel settore forestale e della rinaturazione (oltre venti aziende agricole coinvolte);
- la diffusione nella popolazione locale di una maggiore consapevolezza del valore ambientale e culturale del territorio e una crescita del senso di appartenenza.

Qualità biologica complessiva

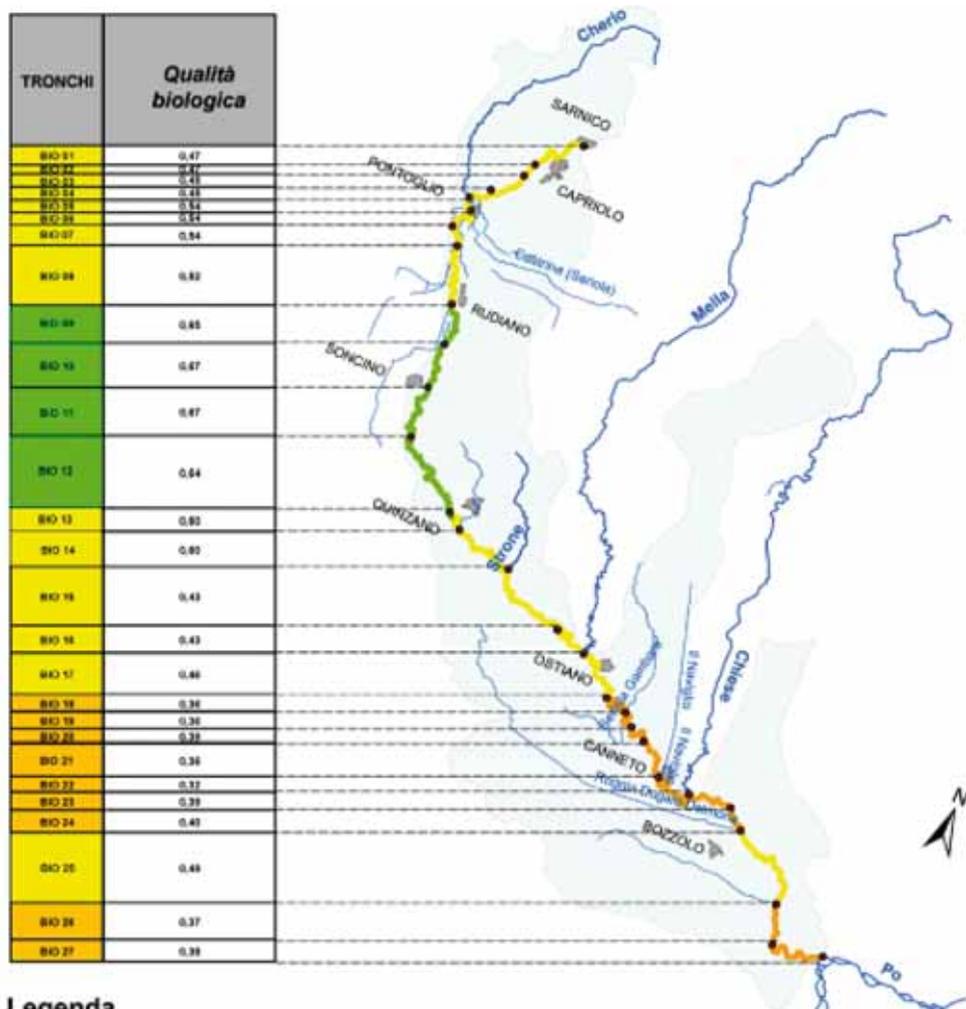
Dall'aggregazione dei 3 precedenti indici emerge il valore dell'indice qualità biologica (Figura 12): un fiume con una qualità biologica complessivamente mediocre (molti tratti solo sufficienti e lunghe porzioni in stato scadente, solo un tratto in condizioni buone), un fiume che, se tale giudizio venisse confermato dall'applicazione degli indici che un giorno verranno ufficialmente definiti e misurati per ottemperare alle richieste della Direttiva Quadro, dovrebbe inevitabilmente essere oggetto di interventi di riqualificazione ambientale molto significativi (dovrebbe diventare tutto in qualità buona!), un fiume in cui lo stato degli organismi che lo popolano sembra rispecchiare i gravi problemi di riduzione delle portate, di immissioni di inquinanti e di perdita di habitat (legati alla riduzione delle dinamiche morfologiche) che lo attanagliano.

Venendo ad un'analisi per tratti omogenei osserviamo che:

- tutta la parte a monte dell'Oglio, **dalla diga di Sarnico a Rudiano**, presenta una qualità biologica appena sufficiente: lo stato complessivo della vegetazione è scadente su entrambe le sponde, con la presenza di scarsi popolamenti vegetazionali costituiti spesso da stretti filari con prevalenza di specie arboreo arbustive invasive (*Robinia pseudacacia* e *rubus sp.*), mentre la comunità dei macroinvertebrati e dei pesci (che nel complesso raggiungono un giudizio sufficiente) sembrano risentire della perdita di habitat legata all'effetto di bacinnizzazione a monte delle traverse, alle grandi derivazioni e ad alcune criticità relative allo stato di qualità delle acque.
- nel tratto a valle di **Rudiano e fino all'altezza di Castelvisconti** la qualità biologica migliora e diventa buona; il corso d'acqua infatti presenta lunghi tratti con fasce fluviali coperte da vegetazione (anche ad elevata naturalità), non solo sulle sponde ma anche nel corridoio, mentre lo stato della comunità di macroinvertebrati viene favorita dalla presenza di un alveo più diversificato e da una riduzione dei prelievi; il giudizio sulla fauna ittica non migliora per la scarsità o assenza di mormorata e temolo, specie per cui questa porzione di corso d'acqua risulta vocata; il tratto non sembra comunque esprimere a pieno tutte le sue potenzialità.
- la situazione torna mediocre più a valle, **fino ad Ostiano**; questo principalmente a seguito di bassi valori dell'indice vegetazione che risente dell'uso del suolo agricolo fino a pochi metri dal corso d'acqua. Il tratto in termini di riqualificazione e di recupero della qualità biologica esprime grandi potenzialità.
- a valle di **Ostiano e fino al Po** (se si esclude un leggero miglioramento fra Bozzolo e l'immissione del canale Acqua Alte) la qualità biologica del corso d'acqua risulta scadente: la vegetazione nelle ampie aree golenali, nonostante i recenti interventi di rimboschimento a fini naturalistici, è ancora scarsa e poco continua; la fauna ittica paga la presenza di specie alloctone invasive quali il siluro, la scarsa diversificazione delle sponde, la scarsa disponibilità di habitat laterali; la comunità dei macroinvertebrati infine risente del progressivo scadimento della qualità

delle acque; le maggiori potenzialità di miglioramento e recupero di qualità biologica sono legate ad un diverso utilizzo delle golene ed al miglioramento delle qualità delle acque.

Qualità biologica



Legenda

INDICE Q BIOLOGICA

classe

- elevato
- buono
- sufficiente
- scadente
- pessimo

Figura 12 - Valori e classi dell'indice di Qualità biologica

Le diatomee come bioindicatori

Introduzione

La Direttiva Europea WFD/60/2000/EC prevede che nella valutazione dello stato ecologico dei fiumi si tenga conto anche della componente vegetale, costituita essenzialmente da alghe, briofite e idrofite fanerogamiche.

Non c'è dubbio, tuttavia, che sono le alghe a svolgere il ruolo più importante in questo contesto, in quanto sono completamente immerse in acqua con il loro corpo vegetativo o tallo, sono ben fissate al substrato e sensibili alle caratteristiche chimiche e fisiche del corpo idrico.

I corsi d'acqua sono popolati da moltissime specie di alghe, anche se sono le Diatomee a rivelarsi le più idonee al monitoraggio delle acque correnti, perché sono presenti con una elevata diversità in tutti i fiumi e sono molto reattive al variare delle condizioni ambientali, oltre ad essere ben conosciute sia dal punto di vista sistematico che ecologico.

L'**EPI-D**, ovvero "**E**utrophication and/or **P**ollution **I**ndex - **D**iatom based", è un indice integrato ponderato di eutrofizzazione e/o inquinamento basato sulla sensibilità delle Diatomee alle condizioni ambientali, soprattutto alla sostanza organica, ai nutrienti ed ai sali minerali disciolti in acqua, in particolare ai cloruri: l'indice esprime pertanto un giudizio sulla qualità globale del corpo idrico, con riferimento al suo stato trofico ed ai fenomeni di inquinazione organica e minerale.

Il monitoraggio tramite Diatomee è ormai largamente utilizzato, nelle sue varianti nazionali, in quasi tutti i paesi d'Europa.

L'indice è complementare all'I.B.E. (Ghetti, 1997) e solo in alcuni casi può sostituirsi ad esso, quando ad esempio ci si trova in prossimità delle sorgenti o quando i corsi d'acqua sono molto profondi, perché le Diatomee sono ovunque presenti e consentono il campionamento, con opportuni accorgimenti, in qualsiasi situazione.

Il monitoraggio tramite Diatomee, come tutti i tipi di biomonitoraggio, non sostituisce le tradizionali analisi chimiche, tuttavia se ne rende autonomo.

Le Diatomee o alghe silicee

Le Diatomee (Divisione *Bacillariophyta*, Classe *Bacillariophyceae*) sono alghe unicellulari, talora riunite in colonie, delle dimensioni che vanno da pochi μm fino ad oltre mezzo mm: sono organismi eucarioti, autotrofi per la presenza di clorofilla *a* e di altri pigmenti.

Popolano con migliaia di specie tutti gli habitat sia delle acque dolci che salate, ma con generi e specie diverse a seconda delle caratteristiche geografiche, idrologiche e chimico-fisiche del corpo idrico che le ospita.

La particolarità che meglio distingue le Diatomee è la parete cellulare, fortemente impregnata di silice e detta *frustulo*, costituito da due metà chiamate valve, che s'incastano l'una nell'altra come una scatola ed il suo coperchio. Il coperchio prende il nome di *epivalva*, il fondo della scatola quello di *ipovalva*. Le superfici di fondo del coperchio e della scatola rappresentano

le placche valvari. Queste si prolungano entrambe verso il fianco della scatola con una o più bande connettivali che risultano parzialmente sovrapposte nella porzione mediana del frustulo. Le placche valvari, a differenza delle bande connettivali che sono generalmente lisce, si presentano ricche di ornamentazioni.

Le Diatomee colonizzano con un gran numero di specie, di volta in volta differenti, le acque dolci (sorgenti, ruscelli, torrenti, fiumi, laghi, paludi, torbiere, ecc.), le acque salmastre e quelle salate (mari ed oceani). Esse possono essere suddivise, in base all'habitat, in due principali categorie: *bentoniche* e *planctoniche*.

Le Diatomee bentoniche sono quelle che vivono aderenti a vari substrati, fra cui le Pennate.

Le Diatomee centriche, invece, sono presenti quasi esclusivamente nel plancton, sia lacustre che marino.

Le Diatomee, assieme alle Dinoficee, rappresentano la componente decisamente più importante del plancton marino, le prime dominando nelle acque fresche primaverili ed autunnali, le seconde nelle acque calde e calme della stagione estiva. In un metro cubo d'acqua di mare sono state contate fino a otto milioni di Diatomee, da cui anche la denominazione di "foraggio del mare". Le Diatomee sono talmente sensibili alle variazioni della salinità e della temperatura che la loro distribuzione permette di stabilire con precisione il percorso delle correnti marine.

I frustuli delle Diatomee si conservano inalterati dopo la loro morte e, accumulandosi in grande quantità sul fondo dei bacini, formano depositi conosciuti con il nome di diatomite o farina fossile. Questi depositi sono talora molto vasti e di notevole spessore.

L'indice diatomatico di eutrofizzazione/polluzione o EPI-D

L'indice diatomatico elaborato per i fiumi d'Italia dopo un lungo periodo di ricerche sulle alghe e le comunità algali dei corsi d'acqua dell'Appennino centrale in particolare, ma anche con verifiche e confronti relativi ad ambienti lotici alpini ed appenninici meridionali, è l'**Indice Diatomico di Eutrofizzazione/Polluzione** o **EPID** (**E**utrophication/**P**ollution **I**ndex - **D**iatom based) (Dell'Uomo 1996, 1999).

Questo indice si basa sulla sensibilità (affinità/tolleranza) delle Diatomee ai nutrienti, alla sostanza organica ed al grado di mineralizzazione del corpo idrico, con particolare riferimento ai cloruri, che possono rappresentare un potente fattore di polluzione delle acque interne.

L'indice qui proposto si basa, come la maggior parte degli indici diatomici utilizzati in Europa, sulla formula matematica di Zelinka e Marvan (1961):

$$EPI - D = \frac{\sum_{j=1}^n a_j x_j j_j}{\sum_{j=1}^n a_j x_j}$$

dove:

- **EPI-D** = indice globale di eutrofizzazione/polluzione della stazione considerata;
- **aj** = abbondanza della specie j; si parlerà più avanti delle modalità per attribuire i valori di abbondanza;

- r_j = affidabilità (dall'inglese "reliability") della specie j , inversamente proporzionale al suo "range" ecologico; valori utilizzati: 5 per un indicatore ottimo, 3 per un indicatore buono, 1 per un indicatore solo sufficiente; si vedrà più avanti come questi valori vengono attribuiti;
- ij = indice integrato ponderato di sensibilità della specie j ; i valori attribuiti vanno da 0 (per un specie che indica un ambiente di ottima qualità) a 4 (specie che indica un corpo idrico completamente degradato).

Vediamo ora come si è proceduto per attribuire ad ogni taxon riportato nell'Allegato 1 il valore di " i ". Nella Tabella 1, con riferimento ai sistemi saprobico, alobico e trofico, di cui si è detto in precedenza e tutti e tre articolati in cinque livelli, sono stati messi in correlazione i corrispondenti livelli di questi sistemi. È stato poi assegnato alle Diatomee caratteristiche di questi livelli un valore numerico che esprima sinteticamente la loro sensibilità (da **0**, molto sensibile a **4**, molto tollerante) nei confronti dei parametri considerati. Più precisamente, questi valori, ripartiti su cinque livelli, sono stati attribuiti come segue:

- $i = 0$ alle specie xenosaprobie, alofobe e caratteristiche di ambienti ipotrofici (o ultraoligotrofici), che indicano quindi una eccellente qualità del corpo idrico;
- $i = 1$ alle specie oligosaprobie, oligoalobie esigenti e tipiche di ambienti oligotrofici che testimoniano una buona qualità del corpo idrico, solo di poco inferiore alla precedente;
- $i = 2$ alle specie β -mesosaprobie, oligoalobie tolleranti e caratteristiche di ambienti mesotrofici che attestano una mediocre qualità del corpo idrico;
- $i = 3$ alle specie α -mesosaprobie, alofile e che si sviluppano tipicamente in ambienti eutrofici; queste contraddistinguono una qualità biologica del corpo idrico ormai alquanto compromessa;
- $i = 4$ alle specie polisaprobie, β -mesoalobie e che popolano ambienti ipertrofici; esse segnalano un deterioramento molto spinto del corpo idrico.

Il valore di " i " così attribuito è pertanto l'indice "integrato" di sensibilità della specie, che tiene conto della reattività della specie alla polluzione organica, alla polluzione minerale ed al grado trofico del corpo idrico. Si tratta, in tutti questi casi, di Diatomee che rivestono un ruolo di "indicatori eccellenti", in quanto possiedono una valenza ecologica molto ben definita, ovvero un "range" molto stretto nei riguardi dei parametri considerati. Esse hanno un grado di affidabilità, o peso indicatore, molto elevato nella diagnosi di qualità biologica del corpo idrico, quindi $r = 5$.

Livello saprobico della specie	Livello abiotico della specie	Livello trofico dell'ambiente	i_e $r=5$	i_b $r=3$	i_s $r=1$
mesosaprobia	alofoba	ipotrofico	0	0,5	
oligosaprobia	oligoalobias esigente	oligotrofico	1	1,5	2
β -mesosaprobia	oligoalobias tollerante	mesotrofico	2	2,5	3
α -mesosaprobia	stofila	eutrofico	3	3,5	4
polisaprobia	β -mesoalobias	ipertrofico	4		

Tabella 1. Schema teorico della corrispondenza tra i vari tipi di approccio all'ecologia delle Diatomee e metodo pratico per attribuire a ciascuna di esse un indice integrato di sensibilità "i" (da 0 molto sensibile a 4 molto tollerante) nei confronti dei fenomeni di eutrofizzazione e inquinazione; "r" esprime il grado di affidabilità del bioindicatore ed è inversamente proporzionale al suo "range" ecologico: $r = 5$ indicatore eccellente (ie), $r = 3$ indicatore buono (ib), $r = 1$ indicatore sufficiente (is). (Da: Dell'Uomo, 1996, modificato).

Occorre ricordare che ad ogni regione geografica corrisponde anche una ben definita regione ecologica dove si sviluppano caratteristici ecotipi, ciascuno con proprie esigenze ecologiche e fisiologiche, di cui è necessario tenere conto nella messa a punto degli indici biologici.

Interpretazione dei risultati

Il risultato fornito dall'indice EPI-D, che si ottiene estendendo la sommatoria a tutte le specie della stazione considerata, è un valore compreso tra 0 e 4, dove i valori prossimi allo 0 indicano acque pulite, mentre quelli via via più elevati stanno a significare acque sempre più compromesse. Per cogliere anche piccole, ma significative variazioni dell'indice diatomoico lungo un corso d'acqua, il calcolo va effettuato alla seconda cifra decimale. L'interpretazione del risultato è stata proposta inizialmente in otto classi di qualità come mostrato nella tabella seguente.

Valori EPI-D	Qualità	Colore
$0.0 < EPI-D \leq 1.0$	ambiente di qualità eccellente	celeste
$1.0 < EPI-D \leq 1.5$	ambiente di buona qualità	blù
$1.5 < EPI-D \leq 1.8$	ambiente di qualità sufficiente	verde scuro
$1.8 < EPI-D \leq 2.0$	ambiente leggermente alterato	verde chiaro
$2.0 < EPI-D \leq 2.2$	ambiente moderatamente inquinato	giallo
$2.2 < EPI-D \leq 2.5$	ambiente fortemente inquinato	arancione
$2.5 < EPI-D \leq 3.0$	ambiente pesantemente inquinato	rosso
$3.0 < EPI-D \leq 4.0$	ambiente completamente degradato	marrone

Tabella 2. Interpretazione, in otto classi di qualità, del risultato fornito dall'indice EPI-D.

Valori EPI-D	Classe	Qualità	Colore
$0.0 < EPI-D < 1.0$	I	ottima	blù
$1.0 < EPI-D < 1.7$	II	buona	verde
$1.7 < EPI-D < 2.3$	III	mediocre	giallo
$2.3 < EPI-D < 3.0$	IV	cattiva	arancione
$3.0 < EPI-D < 4.0$	V	peccima	rosso

Tabella 3. Giudizio, espresso in cinque classi di qualità, dei risultati ottenuti con l'indice EPI-D.

L'indice diatomico esprime giudizi globali sulla qualità del corpo idrico, sommando eutrofizzazione naturale ed eutrofizzazione di origine antropica, inquinamento naturale ed inquinamento provocato dalle attività umane. Per rilevare l'impatto nel corso d'acqua dovuto ad una industria, ad un allevamento, ad un centro abitato, sarà però sufficiente confrontare i valori dell'indice diatomico rilevati a monte e a valle dell'insediamento, ovviamente adottando in entrambi i casi la stessa metodica di campionamento.

I più importanti parametri chimici che influenzano l'indice EPI-D che, si ribadisce, prende in considerazione la sensibilità delle Diatomee al carico organico, al grado di mineralizzazione del corpo idrico ed alla concentrazione in nutrienti, sono l'ossigeno disciolto e percentuale del valore di saturazione (%V.S.), il BOD5, il COD, il fosforo totale e soprattutto gli ortofosfati, l'azoto ammoniacale, l'azoto nitrico, i cloruri, i solfati, la durezza totale, la conducibilità.

La correlazione, data la natura dell'indice (integrato, ponderato) non avviene di regola con un singolo fattore, ma con l'insieme degli stessi, che interagiscono nel corpo idrico.

Studio effettuato da ARPA Lombardia utilizzando l'Indice Diatomico (EPI-D) in alcune stazioni del bacino dell'Oglio attraverso due campagne di indagine (1°: marzo 2005; 2°: ottobre-novembre 2005).

Corso d'acqua	Stazioni	EPI-D	
		1° campagna	2° campagna
Fiume Oglio - tratto sopralacuale	Veza d'Oglio	16.70	14.30
	Esine	12.40	15.70
	Costa Volpino	15.70	14.70
Fiume Oglio - tratto sublacuale	Capriolo	9.90	11,70
	Pumenengo	11,00	12,10
	Castel Visconti	12.20	10.30
	Ostiano	9.90	Np

Corso d'acqua	Stazioni	EPI-D	
		1° campagna	2° campagna
Fiume Mella	Bovegno	16.60	16.20
Torrente Gobbia	Srezzo	6.40	6.90
Fiume Mella	Manerbio	12.30	10.30

Corso d'acqua	Stazioni	EPI-D	
		1° campagna	2° campagna
Torrente Nozza	Vestone	12.90	13.10
Torrente Vrenda	Sabbio Chiese	13.40	12.60
Fiume Chiese	Barghe	15.00	14.50
	Gavardo	12.80	12.20
	Montichiari	Np	12.80

Dall'osservazione dei valori dell'Epi-d per il Fiume Oglio emerge un peggioramento delle acque nel tratto in uscita dal Lago Iseo, probabilmente a causa dello stato eutrofico delle acque lacustri: come si può osservare, infatti, dai dati riportati nelle tabelle soprastanti la qualità delle acque del fiume Mella subisce un netto peggioramento a causa dell'immissione del torrente Gobbia, caratterizzato da bassa qualità, passando da uno stato elevato delle acque del sito a monte dell'immissione, presso la stazione di Bovegno, ad uno stato di qualità buona-mediocre.

Per quanto riguarda, invece, il bacino idrografico del fiume Chiese, comprendente i torrenti Nozza e Vrenda, si può evidenziare uno stato qualitativo buono per tutti i corpi idrici indagati.

Per cercare di mettere in luce l'eventuale uniformità e la similitudine di informazioni che si possono desumere da indagini di carattere biologico sono stati confrontati i risultati dell'indice biotico esteso (IBE) con quelli della campagna diatomica (EPI-D).

Le forme che esigono acque pulite, come *Diatoma hyemalis*, *Fragilaria arcus*, *Meridion circolare*, sono in percentuale più bassa e concentrate soprattutto nelle stazioni sopralacuali.

Principalmente si riscontra una dominanza di forme che tollerano una bassa quantità di cloruri (oligoalobie) e medio/bassa di nutrienti (oligo/mesotrofiche) quali *Cymbella minuta*, *Diatoma vulgaris*, *Melosira varians*, *Navicula cryptotenella*.

Sono altresì poche le forme che tollerano ambienti decisamente compromessi con acque di scarsa qualità tendenzialmente alofiche ed eutrofiche (*Navicula minima*, *Nitzschia amphibia*, *Navicula capitatoradiata*).

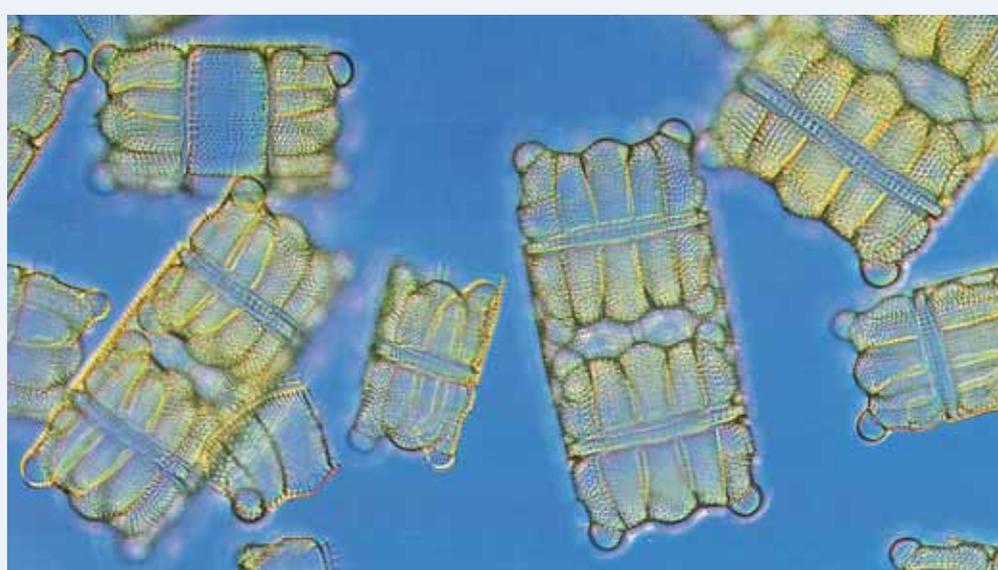
Le stazioni di Vezza d'Oglio, Esine e Costa Volpino sono caratterizzate dall'abbondanza di specie sensibili come *Achnanthes minutissima*, *Cymbella minuta* e *Cocconeis placentula*, caratteristiche di acque con elevati valori di ossigeno disciolto e scarso carico di nutrienti.

Al contrario le stazioni Capriolo e Ostiano sono caratterizzate dall'abbondanza di specie tolleranti quali *Cyclotella meneghiniana* e *Navicula cryptotenella*, specie correlate ad una elevata domanda biologica di ossigeno.

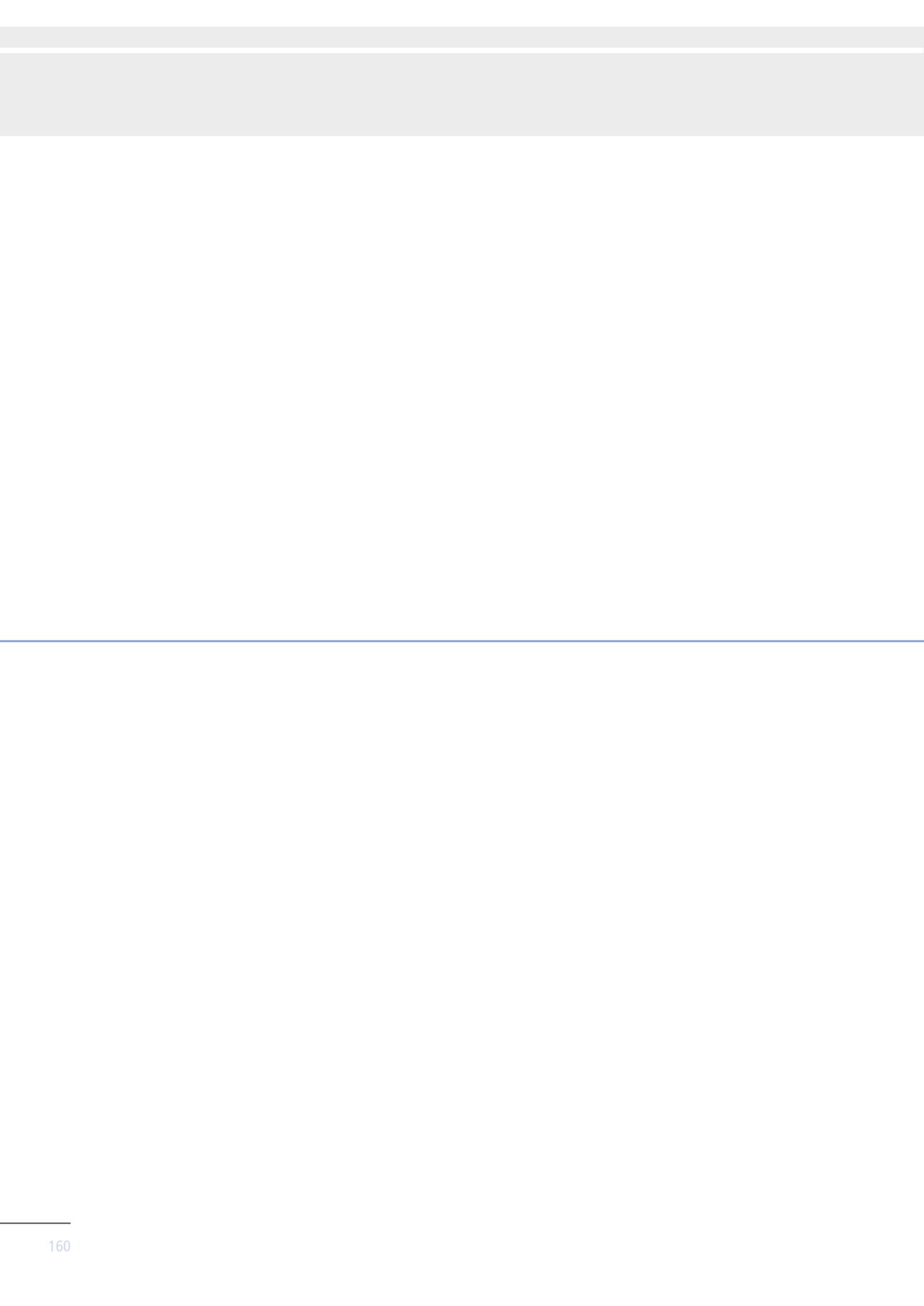
La stazione Castel Visconti è invece caratterizzata dalla dominanza di *Diatoma tenuis* e *Diatoma vulgaris*, entrambe specie correlate da un elevato carico di nutrienti (ortofosfati e nitrati).

La stazione di Gobbia presenta elevati valori di nutrienti e di domanda biologica di ossigeno con la dominanza di *Navicula minima* specialmente nel campionamento estivo (229 individui) e la dominanza nel campionamento autunnale di specie indicatrici di cattiva qualità quali *Nitzschia palea*, *Navicula minima*, *Navicula saprophila*.

Le condizioni di buona qualità delle acque dell'intero bacino del Chiese (torrente Nozza, torrente Vrenda e fiume Chiese) evidenziate dai valori dell'epi-d sono confermate dalla presenza in tutte le stazioni di specie sensibili come *Achnanthes minutissima*, *Nitzschia fonticola* e *Cymbella minuta*.



Diatomee, ripreso da National Geographic 1999. Fotografia rielaborata da Murawski, 1999.



Qualità Idromorfologica

Qualità idromorfologica

Marco Monaci - Centro Italiano per la Riqualificazione Fluviale

I fiumi scorrendo sulla superficie erodono, trasportano e depositano; diversificano il proprio corso in un continuo variare di forme. L'acqua dei fiumi incontrando la terra comincia a modellarla e attraverso processi idromorfologici (incisione, erosione, trasporto, sedimentazione, allargamento, restringimento) dà origine ad una serie (Figura) di forme fluviali (barre, isole, terrazzi, raschi, buche, meandri), che si ripetono con una caratteristica periodicità lungo il tracciato del fiume. Assemblando in diverso modo tutte queste forme caratteristiche, il fiume assume una sua configurazione complessiva che prende il nome di morfologia d'alveo (Figura 2). Ad esempio, pensando all'Oglio viene subito a mente l'idea di un fiume meandriforme, ma esistono molte altre morfologie d'alveo.

Le forme fluviali

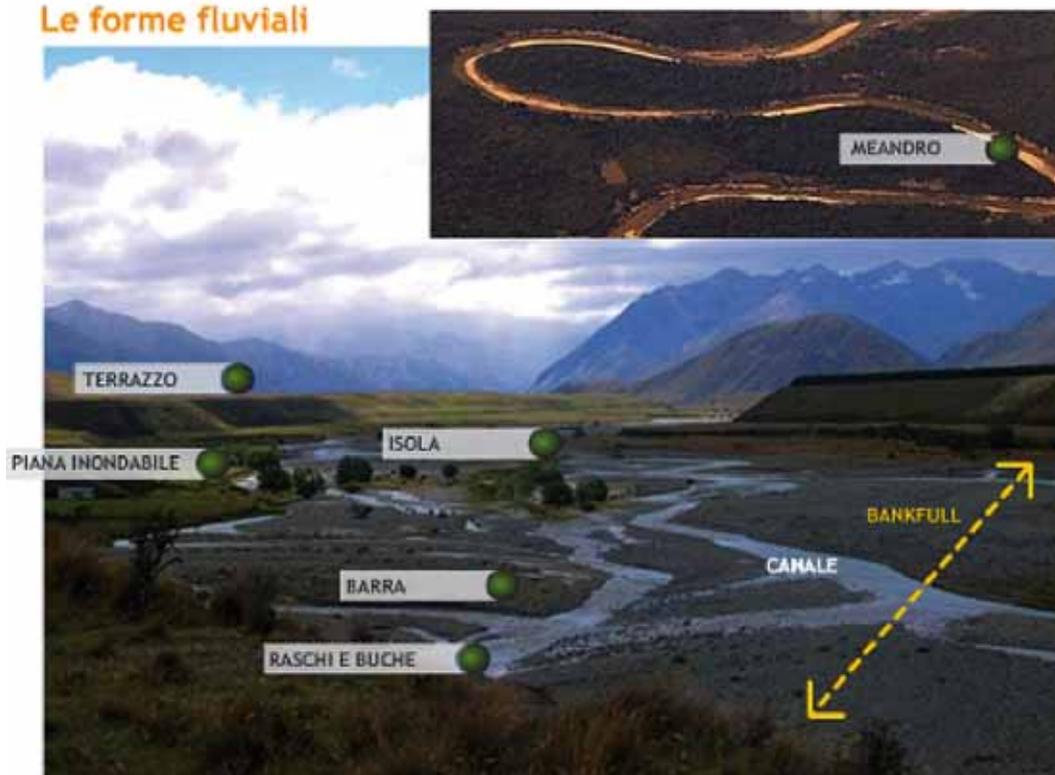


Figura 1 - Le principali forme fluviali

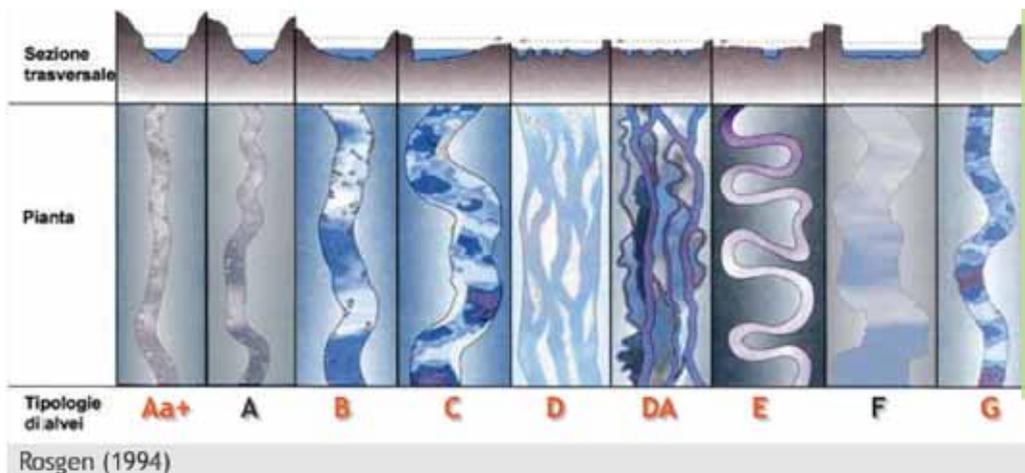


Figura 1 - Le principali morfologie d'alveo fluviale secondo la classificazione di Rosgen: A e Aa+=rettilineo; B e C= sinuoso; D= a canali intrecciati; DA= anastomizzato; E= meandriforme; G=Wandering

Ogni fiume non è quindi un elemento stabile ed immutato, ma, se lasciato libero di fare è un elemento dinamico e variabile nel tempo e nello spazio (Figura 3).

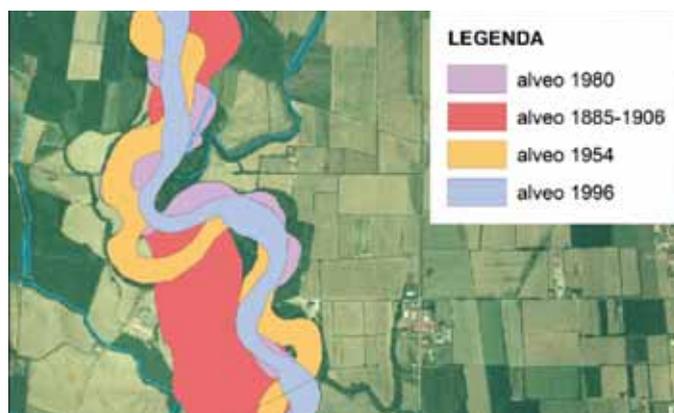


Figura 2 - Le variazioni di tracciato effettuate dall'Oglio in un tratto presso Rudiano (BG) dal 1885 al 1996.

Questi aspetti idromorfologici, se pure subordinati a quelli biologici, per la prima volta vengono inseriti, dalla Direttiva Quadro sulle Acque, tra quelli da considerare per valutare lo stato ecologico di un corso d'acqua.

L'indice di qualità geomorfologia definito e calcolato per il fiume Oglio nel progetto STRARIFLU, esprime un giudizio sullo stato del corridoio fluviale dal punto di vista sia morfologico, che dei processi idrologici e geomorfologici (ovvero che hanno a che fare con l'evoluzione della sua "forma") che lo caratterizzano. È dato dall'aggregazione di diversi sub-indici (Figura 4), di seguito descritti.

Qualità idromorfologica

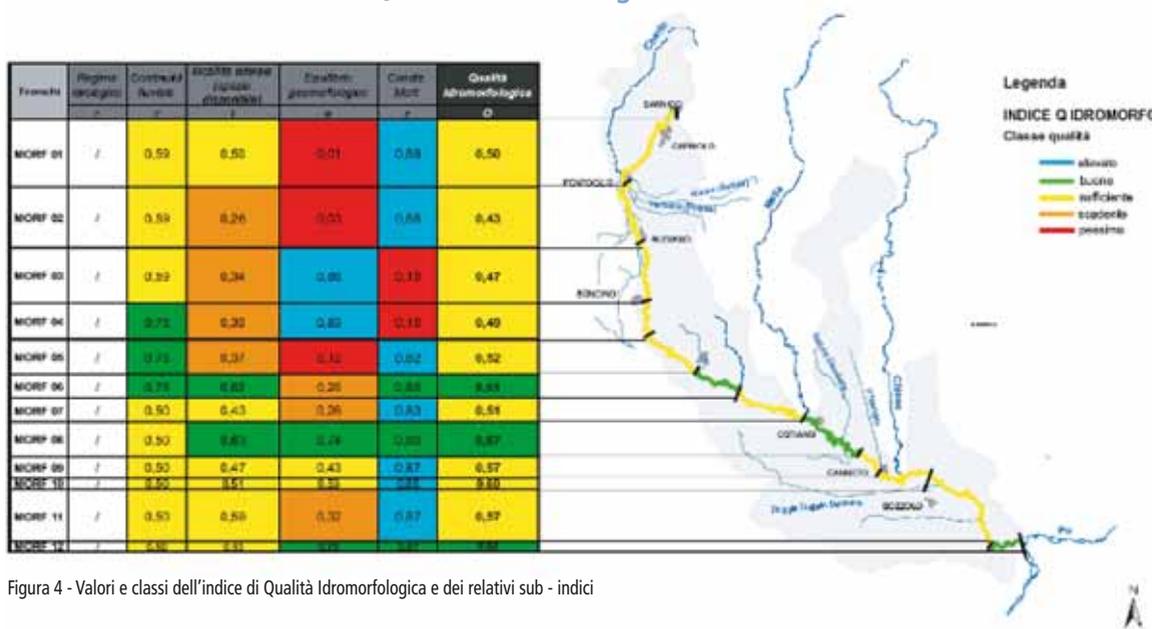


Figura 4 - Valori e classi dell'indice di Qualità Idromorfologica e dei relativi sub - indici

Continuità fluviale

In un ecosistema fluviale integro (se si eccettua la presenza di elementi naturali di discontinuità) non vengono frapposti ostacoli allo svolgimento dei processi biologici, morfologici, chimici e funzionali che si svolgono in direzione longitudinale (tra monte e valle), laterale e verticale; tali processi, tra l'altro, non sono ostacolati nemmeno lungo una quarta dimensione, quella temporale, consentendo a breve e lungo termine la libera evoluzione dell'alveo. Il sub-indice *continuità fluviale* ha lo scopo di descrivere in che misura gli interventi antropici limitino questa continuità.

In particolare, la *continuità longitudinale*, impedita dalla presenza di barriere antropiche (briglie, traverse, dighe), consente sia il trasporto solido verso valle (che influenza il ripascimento dei litorali e la stessa evoluzione morfologica dell'alveo, quindi la disponibilità di habitat) che i movimenti degli organismi acquatici, sia verso valle che verso monte. La *continuità laterale* ha invece a che fare con l'importante ruolo morfologico e biologico svolto dal rapporto tra il fiume e la sua piana, esercitato principalmente tramite le periodiche inondazioni. La piana inondata in occasione di eventi estremi (pluridecennali, centennali o più) svolge una funzione di regolatore naturale dei deflussi, principalmente attraverso l'effetto di laminazione delle piene; la porzione di piana inondata più frequentemente -mediamente una volta ogni due anni- è invece fondamentale per l'ecosistema nel suo complesso: per la biodiversità, i cicli biogeochimici e l'abbattimento dei carichi di inquinanti e l'interazione con la falda.

Se si esclude il tratto tra Soncino e Pontevico, in cui la condizione dal punto di vista della continuità può ritenersi buona (nessuna discontinuità longitudinale e presenza solo discontinua

di opere spondali), **tutto l'Oglio è in condizioni solo sufficienti**. Il tratto di monte a causa sia di una limitata continuità laterale, per la presenza di opere spondali di media continuità, sia di interruzioni della continuità longitudinale; il tratto da Pontevecchio al Po (dove non si riscontrano interruzioni trasversali, se si eccettua la briglia di Isola Dovarese) a causa della presenza di argini e/o difese praticamente continui.



Figura 5 - Esempio di interruzione di continuità longitudinale (soglia a Palazzo) e laterale (difesa spondale presso Villachiera e argine presso Gazzuolo).

Mobilità laterale

In un corso d'acqua in condizioni naturali (se si escludono i corsi d'acqua a fondo fisso, tipicamente i torrenti montani che scorrono in un alveo roccioso) una parte di territorio, oggi piana inondabile oppure terrazzo non interessato dalle esondazioni, potrà diventare "domani" alveo attivo, a seguito di erosione; o, al contrario, una porzione dell'alveo oggi attivo potrà "domani" ospitare sedimenti e costituire così una nuova barra che poi migrerà lungo il corso d'acqua. Un fiume in condizioni integre dispone quindi di sufficiente spazio non solo per l'alveo attuale e le sue esondazioni, ma anche per tutti gli alvei che in futuro vorrà assumere, divagando. Questi processi sono essenziali per garantire un equilibrio dinamico al corso d'acqua ed essenziali per rinnovare gli habitat: i sedimenti asportati dalle sponde, infatti, vengono trasportati a valle e nel loro percorso sedimentano in modo e luoghi differenziati, formando raschi, barre, aree di frega ed altri elementi morfologici di importanza ecologica. Questo sub-indice misura in pratica quanto gli interventi antropici abbiano limitato lo spazio a disposizione per l'evoluzione morfologica ().

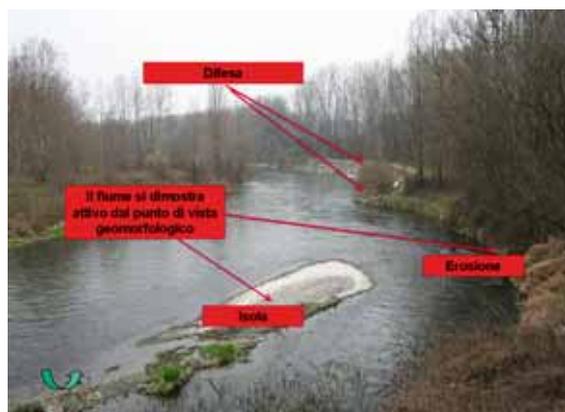


Figura 6 - Si noti come in questo tratto (presso Villachiera) il fiume, subito a valle di un tratto difeso, sia ancora attivo dal punto di vista delle dinamiche geomorfologiche.

La situazione più compromessa (valutata scadente) per quanto riguarda lo spazio ancora a disposizione del fiume per la mobilità laterale, si riscontra nel tratto compreso **tra Pontoglio a Bordolano**, in cui difese e arginature lasciano alla libera evoluzione dell'Oglio circa 1/3 dello spazio di mobilità storicamente disponibile (Figura 6 e 7). **Se si escludono i tratti fra Bordolano a Ponteviso e dalla confluenza del Mella a Carzaghetto**, in cui l'indice assume valore "buono", tutto il resto del fiume raggiunge solo la valutazione di "sufficiente", corrispondente ad uno spazio di mobilità di dimensioni inferiori al 60% di quello storico.



Figura 7 - tratto di sponda con rivestimento in massi tra Pontoglio e Bordolano

Equilibrio geomorfologico

In un corso d'acqua naturale e facendo riferimento ad una scala temporale di medio periodo (50-100 anni), l'alveo tende a mantenere mediamente la propria struttura (tipologia fluviale, pendenza, larghezza, profondità, sinuosità, ecc.), pur modificandosi localmente e variando continuamente il tracciato (si pensi ad esempio all'evoluzione nel tempo dei meandri); si trova cioè in una condizione di equilibrio "dinamico".

La struttura di indicatori qui utilizzata si basa sulla misura delle variazioni morfologiche verticali e planimetriche dell'alveo, in quanto due tra le caratteristiche principali di un fiume in equilibrio dinamico sono l'invarianza, in termini medi, del suo profilo di fondo e la variazione nel tempo della forma -ma non delle dimensioni medie- dell'alveo attivo. Va sottolineato che la valutazione dello stato di equilibrio geomorfologico va in realtà effettuata tramite un'accurata analisi storica dell'evoluzione a scala di bacino, integrando il confronto cartografico/ortofotometrico con dati di campo, secondo una metodologia non facilmente standardizzabile, e che pertanto la caratterizzazione qui effettuata ne costituisce solo un'approssimazione.

Non si evidenziano tendenze chiare ed univoche a scala di intero bacino, se non una instabilità del profilo di fondo generalmente bassa (media solo nel tratto tra Bompensiero e Bordolano e tra Canneto e Bozzolo). Dal punto di vista della dinamica morfologica laterale, si riscontrano sia porzioni di alveo praticamente "ingessate", come i primi due tronchi di monte (dal Lago a Pumenengo), sia altri (da Pumenengo a Bompensiero e da Bocca Chiavica alla confluenza in Po)

in cui l'evoluzione trasversale dell'alveo attivo non è lontana da quella della fine del XIX secolo. I valori associati ai diversi tronchi spaziano con ampia variabilità da un tronco al successivo, in tutto il range di valori possibili, ovvero dal pessimo all'ottimo.



Figura 8 - tratto di sponda con dinamica erosiva attiva, 3 km a monte della confluenza con il Po.

Condizioni morfologiche

Per valutare lo stato di salute di un corso d'acqua è importante misurare quanto le sue caratteristiche morfologiche, ovvero la sua forma, si discostino da quelle in condizioni naturali. In questo sub-indice si valutano ad esempio, per ogni tronco, il *tipo di alveo* (*rettilineo, sinuoso, meandriforme, a canali intrecciati, ecc.*), l'*ampiezza dell'alveo attivo*, la *sinuosità del tracciato* (si noti che gli alvei alluvionali in condizioni naturali sono, in genere, sinuosi e che la riduzione della sinuosità, causata da interventi di rettificazione e canalizzazione, è una delle alterazioni più frequenti e può avere un forte impatto sulla fauna, in quanto condiziona la formazione di buche, raschi, barre, fornendo habitat differenziati agli organismi acquatici).

Se si esclude il tratto fra Pumenengo e Bompensiero, in cui il cambiamento di tipo morfologico rispetto allo stato di riferimento (da alveo a canali intrecciati, a meandriforme) determina l'attribuzione di un giudizio di valore pessimo, in tutto il resto dell'Oglio sublacuale le condizioni morfologiche sono buone (dove una riduzione significativa di ampiezza dell'alveo attivo si accompagna ad una sinuosità prossima a quella di riferimento) od ottime (dove la riduzione di ampiezza dell'alveo attivo rispetto allo stato di riferimento è limitata).

Regime idrologico

Come è abbastanza intuitivo supporre, una delle caratteristiche peculiari di un dato corso d'acqua è il suo regime di portate in alveo. Regime che non si limita agli aspetti più evidenti (e spesso agli onori della cronaca) quali la portata minima o di piena, ma comprende anche molte altre caratteristiche, quali la variabilità della portata nel tempo, il numero di periodi di piena e di magra, la loro localizzazione nell'anno, ecc., che tutte insieme rappresentano l'andamento tipico delle portate per quel fiume.

In questa fase del progetto, a causa dell'insufficienza dei dati a disposizione, non è stato possibile implementare su tutto il corso dell'Oglio il sistema di indicatori completo, descritto dettagliatamente nella relazione tecnica (e calcolato -a titolo esemplificativo- in una sola sezione fluviale). È stato invece utilizzato un indice semplificato, costituito dai soli indicatori relativi alle medie mensili. Tuttavia, data la minore rappresentatività di questo indice semplificato -non in grado di cogliere alcune delle criticità legate al regime idrico-, la generale necessità di chiarire più approfonditamente la disponibilità ed affidabilità dei dati di portata dell'Oglio sublacuale, le forti semplificazioni adottate (si sono trascurati i prelievi a scopo idroelettrico e di conseguenza gli effetti sul regime idrico nei tratti sottesi tra prelievo e rilascio) e il conseguente rischio di fornire un'immagine poco aderente alla realtà di questo importante attributo, non è stato ritenuto opportuno, in questa fase, aggregare il sub-indice regime idrologico all'interno dell'indice di qualità idromorfologica, presentando per ora i risultati delle elaborazioni come un approfondimento settoriale a sé stante. Si rimanda quindi ad una fase successiva (subordinata ad un approfondimento con tutti gli enti competenti da effettuare durante o parallelamente ai forum e al reperimento dei dati necessari) il calcolo dell'indice completo per tutto l'Oglio e la sua integrazione nell'indice di qualità idromorfologica.

Il calcolo dell'indice sulla base delle sole medie mensili, seppure i valori forniti abbiano valore solo indicativo data la parzialità dell'informazione, conferma quanto già evidenziato nelle fasi preliminari dello studio dal confronto con gli Enti territoriali: **in termini medi annui** lo stato del regime idrico a partire dall'incile lacuale scendendo verso valle peggiora gradualmente con il succedersi dei prelievi a scopo irriguo (si veda la schematizzazione di prelievi e rilasci/immissioni in Figura) fino a giungere ad uno stato scadente a valle del naviglio Grande Pallavicino e del Cavo Molinara, per poi migliorare gradualmente verso valle, grazie agli apporti da falda (aspetto questo che necessiterebbe adeguati approfondimenti) e alla preponderanza delle immissioni sugli ulteriori prelievi, fino a raggiungere nuovamente uno stato elevato, in particolare a partire dalla confluenza Oglio-Chiese. Il basso valore dell'indice su base annua in tutta la porzione intermedio (fino alla confluenza con il Chiese) è, come atteso, dovuto ai valori molto bassi degli indicatori relativi ai mesi estivi, corrispondenti al periodo irriguo e quindi con i massimi valori dei prelievi da Oglio.

progr KM

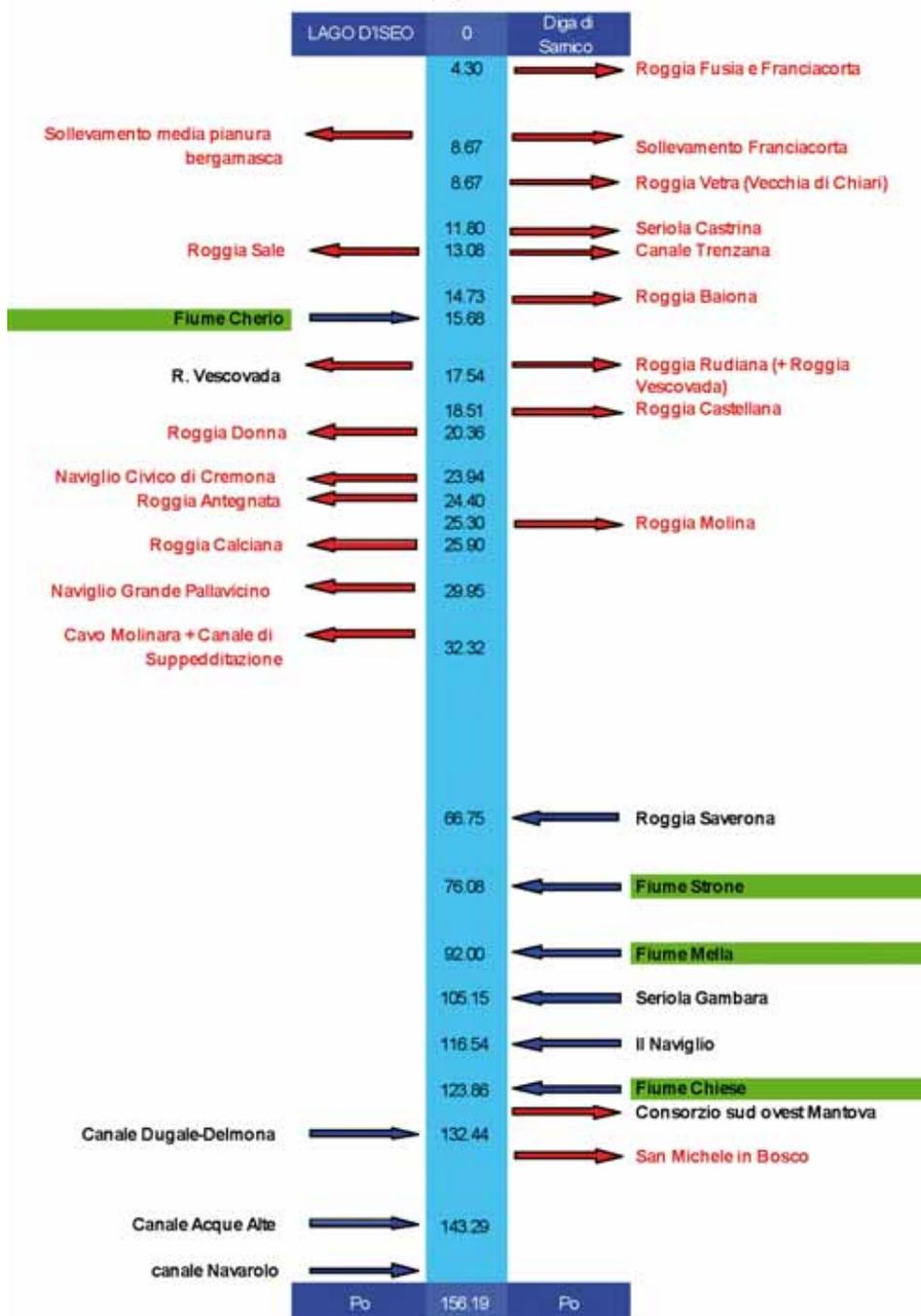
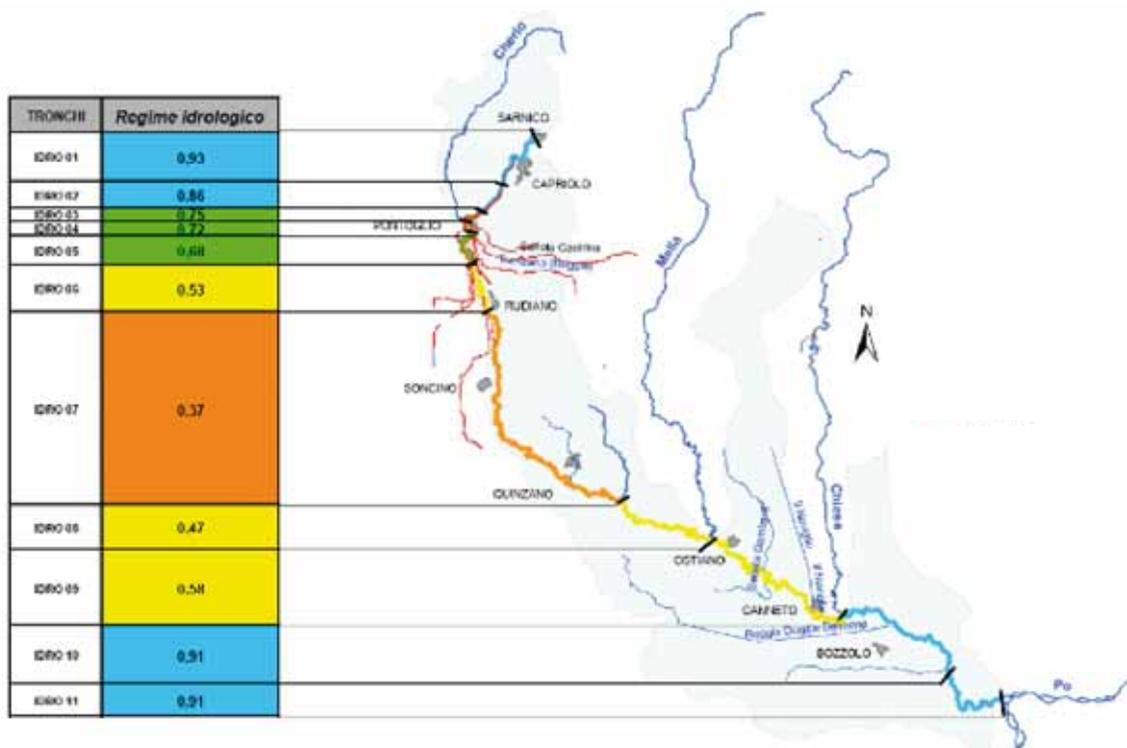


Figura 9 - Schematizzazione idrica adottata nel calcolo del sub-indice regime idrico in forma semplificata.

Regime Idrologico



Legenda

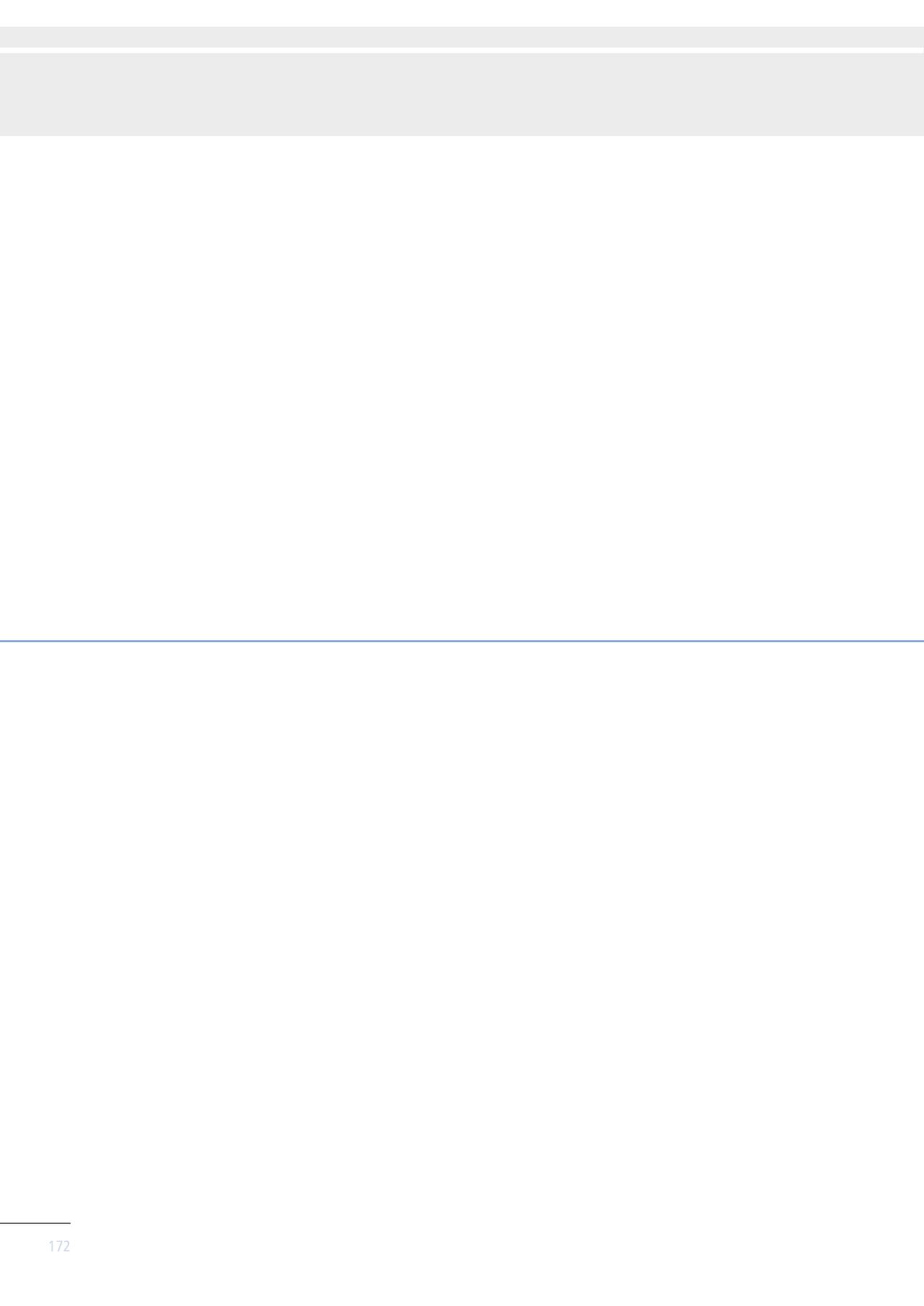
- derivazioni principali
- immissioni principali

INDICE REGIME IDROLOGICO

classe

- elevato
- buono
- sufficiente
- scadente
- pessimo

Figura 10 - Valori e classi dell'indice di Regime Idrologico (analisi su dati non completi)



Fruizione e sviluppo economico

Fruizione

Davide Malavasi

In un rapporto Censis del 1998, riportato dalla Rivista Airone nel febbraio 1988, intitolato "Nuova cultura, nuova economia" si delineava una nuova sensibilità ambientale fra gli italiani, con una coscienza ambientale, informati e preoccupati dai grandi problemi ecologici mondiali.

Il rapporto evidenziava anche la crescita di domanda di natura.

Ma in cosa consiste la domanda di natura e di quale natura?

Fra i visitatori delle aree protette, la maggioranza assoluta, con oltre il 85 %, intendeva il parco come un luogo dove effettuare lunghe passeggiate in ambienti naturali o quasi, un numero molto minore per fotografare animali, piante e ambienti naturali, una quota assai più contenuta per effettuare attività sportive, come la canoa o lo sci, ed una quota non indifferente per istruirsi maggiormente sull'ambiente, con visite guidate e attività didattiche.

Tutte queste attività si confanno ad un territorio come quello dei Parchi dell' Oglio, dove negli ultimi anni si è assistito ad un notevole incremento dei turisti e degli appassionati di natura.

Combinare lo sviluppo economico con le attività ricreative e culturali può essere un obiettivo difficile da perseguire, specialmente in un'area dove storicamente le attività culturali sono appannaggio delle città storiche e monumentali.

Il Parco Oglio Sud ha elaborato numerosi progetti nel corso degli ultimi anni per raggiungere l'obiettivo sopra descritto relativi alla realizzazione di percorsi e sentieri natura, didattici, al coinvolgimento di attività commerciali nella tutela della natura (i ristoranti del Parco), all'incremento della navigazione fluviale leggera.

Il territorio del Parco Oglio Sud potrebbe inoltre svolgere un'attività di volano per incrementare la valorizzazione scientifica e divulgativa delle aree archeologiche presenti sul territorio limitrofo al parco, compreso nei comuni consorziati, come l'area archeologica di Calvatone-*Bedriacum*, o i vari musei archeologici presenti a Piadena (*Antiquarium Platina*) e a Canneto sull'Oglio (*Ecomuseo dell'Oglio e del Chiese*), che coniughino una visita al Parco e alle strutture di interesse archeologico, con un'eventuale musealizzazione dell'area con percorsi di visita attrezzati.

Occorre inoltre ricordare che negli ultimi anni l'accentuarsi di fenomeni siccitosi tardo-primaverili ed estivi ha comportato una rilevante riduzione della portata idrica del fiume, con la conseguente riduzione delle eventuali attività ricreative fluviali.

Con l'accentuarsi di fenomeni di siccità tutti i fruitori della risorsa idrica vedono inasprirsi i loro contenziosi: gli agricoltori chiedono più acqua per irrigare i campi e le industrie chiedono acqua per il funzionamento degli impianti ed i pesci vorrebbero più acqua per vivere.

La protezione dell'ambiente e la tutela dell'equilibrio idrologico del fiume richiede che all'interno dell'alveo venga mantenuta durante l'estate una quantità d'acqua compatibile con la sopravvivenza di piante ed animali: inoltre gli scarichi idrici dei depuratori civili, con la scarsità d'acqua, vanno a peggiorare ulteriormente la qualità del fiume.

Balneabilità

Durante i forum tematici il problema della balneabilità del fiume è stato più volte dibattuto in quanto l'area durante l'estate, specialmente in alcuni tratti con fondale ciottoloso, attira grandi folle di persone.

Purtroppo la balneabilità è vietata nel fiume Oglio a causa della presenza, in special modo, durante i mesi estivi quando la portata fluviale è molto scarsa, di elevate concentrazioni di coliformi fecali, derivanti dagli scarichi di origine civile, ossia dai depuratori urbani.

La presenza di tali batteri non determina uno scadimento della qualità idrochimica del corso d'acqua ma un ragguardevole degrado della qualità igienico-sanitaria del fiume.

La soluzione migliore prevede l'incremento dell'efficienza depurativa degli impianti nei confronti del parametro "Coliformi fecali", attraverso la realizzazione di sistemi di fitodepurazione a valle dei depuratori, poiché le piante acquatiche, principalmente i canneti, riescono ad abbattere la presenza di tali batteri anche del 90%.

Il risanamento del sistema dei depuratori e/o l'incremento della loro efficienza depurativa è alla base anche del ripristino di condizioni propedeutiche alla possibilità di tuffarsi nuovamente nelle acque dell'Oglio.



Cartello divieto di balneabilità

Navigazione leggera

Il Parco Oglio Sud ha sostenuto un ampio programma di incentivazione al potenziamento turistico dell'area sin dal 1998, attraverso la realizzazione di piccole infrastrutture a servizio della navigazione leggera lungo l'Oglio nel tratto compreso fra il comune di Isola Dovarese e la foce del fiume nel Po.

Le aree prescelte per il posizionamento delle strutture fluviali presentano una vocazione ricettiva consolidata, essendo aree dove il Parco ha realizzato piccole strutture per la sosta con tavoli e panchine o dove associazioni locali di appassionati del fiume si riuniscono quotidianamente, e si trovano nei comuni di Canneto sull'Oglio, Isola Dovarese, Gazzuolo, San Martino dall'Argine e Marcaria.

Considerata la non invasività delle strutture, la loro realizzazione permette una maggiore valorizzazione dell'ambiente fluviale.

Gli interventi progettuali riguardano la realizzazione di piccoli pontili, raggiungibili dalla sponda attraverso passerelle incernierate all'ormeggio e poggianti su scale adagiate sulla pendenza della sponda, in prossimità degli abitati di Gazzuolo, Isola Dovarese e Canneto sull'Oglio.

Inoltre verrà ripristinato l'antico traghetto fluviale fra la località Casale, nel comune di San Martino dall'Argine, sulla sponda destra e San Michele in Bosco, frazione di Marcaria, sulla sponda sinistra, con la costruzione di due pontili per lo sbarco e l'ormeggio sulle rispettive sponde, la sistemazione delle due aree a terra con il ripristino delle antiche scale di discesa dalle sponde ed infine il traghetto a pendolo costituito da una sistema d'ancoraggio a traliccio e da un'imbarcazione dotata di un timone a barra lunga.

Greenway

Il Parco ha promosso il completamento del sistema ciclabile che dalla Val Camonica scenderà fino al Po, tramite la realizzazione di infrastrutture leggere e servizi a supporto della percorribilità lenta e di lunga percorrenza.

La Greenway dell'Oglio non è una semplice ciclovia ma un elemento di valorizzazione e promozione della biodiversità e del paesaggio e al contempo un veicolo per promuovere un turismo sostenibile, volto a contribuire alla scoperta dei territori dei Parchi da parte di turisti e di escursionisti.

L'intervento sta diventando parte di un progetto più ampio che coinvolgerà le province di Bergamo, Brescia, Cremona e Mantova, i parchi dell'Oglio e i comuni rivieraschi.

L'obiettivo progettuale prioritario è costituito dalla coerenza e dalla continuità degli interventi proposti da enti diversi e in tempi diversi con l'obiettivo comune di favorire la percorrenza lenta con mezzi non motorizzati nell'ambito fluviale del fiume Oglio dal Lago d'Iseo sino al Po, promuovendo l'ecoturismo e la fruizione di qualità sia da parte dei residenti che dei visitatori, e conseguentemente sviluppando imprenditorialità locali con possibili benefici economici per le comunità locali.

L'obiettivo principale è la creazione del collegamento fra la Val Camonica, il Lago d'Iseo e l'alto corso dell'Oglio con il Po, nei due parchi fluviali dell'Oglio Nord e dell'Oglio Sud e la realizzazione di altre infrastrutture leggere per mezzi non motorizzati per consentire la percorribilità lenta lungo il sistema fluviale della valle dell'Oglio.

Le azioni progettuali da porre in essere riguardano il completamento del sistema ciclabile dell'Oglio da Seniga (BS) a Borgoforte (MN), la ricostruzione dell'antico traghetto fluviale a pendolo tra Casale (San Martino dall'Argine) e San Michele in Bosco (Marcaria) con sistemazione delle aree di imbarco e sbarco, la promozione e la messa in rete degli agriturismi, dei Bed and Breakfast e degli alberghi per l'accoglienza integrata e il trasporto bagagli dai posti tappa in tutta l'asse Val Camonica - Po, i collegamenti ciclabili con centri abitati vicini e con i luoghi di interesse.



Strada argine Gazzuolo

Comunicazione e educazione ambientale

I Parchi si sono impegnati negli ultimi anni nel potenziamento del sistema di educazione ambientale per incrementare la diffusione presso la comunità locale della conoscenza dei valori e delle potenzialità che offre il territorio fluviale e delle problematiche al fine di stimolare comportamenti consapevoli e responsabili e una fruizione più sostenibile del territorio.

Inoltre si intende favorire la nascita di imprenditorialità legata alla valorizzazione del patrimonio naturalistico del territorio e promuovere il coinvolgimento attivo della Comunità Locale nella pianificazione dello sviluppo del territorio e nell'attuazione degli indirizzi sviluppati e delle attività pianificate nell'ambito del Forum dell'Oglio.

L'educazione ambientale nel Parco Oglio Sud

Graziella Rossetti

Il Parco Regionale Oglio Sud, in tanti anni di operato nell'ambito dell'educazione ambientale, ha sempre lavorato mantenendo una gestione diretta delle attività.

Questo è stato possibile grazie alla creazione di un gruppo di lavoro, composto dal coordinatore, dalla responsabile dei monitoraggi ambientali e da alcuni docenti che già da anni aderiscono ai progetti proposti dal Parco e partendo dal principio di " *formare il formatore* ", attraverso un corso di formazione-coinvolgimento docenti e la creazione di una rete.

Si propongono progetti a carattere interdisciplinare, in modo di coinvolgere anche le materie umanistiche e artistiche, per meglio approfondire e ampliare le tematiche strettamente scientifiche, attraverso lo studio della trasformazione e della storia del territorio, la ricerca di miti e leggende su piante, erbe, animali, la toponomastica, la ricerca sui lavori legati al fiume, l'autobiografia, la lettura e la realizzazione di testi e poesie...

I temi maggiormente affrontati sono il risparmio energetico, la raccolta differenziata, la conoscenza storico, geografica, ambientale del territorio, lo studio della vegetazione e della fauna degli ambienti umidi, la salvaguardia dell'ambiente, l'ornitologia.

Largo spazio è dato alla realizzazione di orti, aiuole di fiori e aromatiche, stagni, compostaggio, mangiatoie invernali per passeriformi, spaventapasseri, cartapesta e carta riciclata, laboratori con le erbe officinali, ecc., progetti felicemente collaudati negli scorsi anni scolastici.

Inoltre, si segnala il progetto "Adozione di Aree DEM.OS (Demanio Oglio Sud)", attraverso il quale alcune aree demaniali rinaturalizzate dal Parco sono state adottate dalle scuole, che le hanno trasformate in vere e proprie aule all'aperto.

Durante tutto l'anno scolastico, la coordinatrice dei progetti di educazione ambientale partecipa alle riunioni di programmazioni delle singole classi, recandosi presso le scuole.

Ai progetti proposti dal parco partecipano ogni anno circa 50 scuole con oltre 4.000 bambini e ragazzi dai 3 ai 18 anni.

Il Progetto Oglio

Dal 1998 è attivo il "Progetto Oglio", relativo al monitoraggio ambientale del fiume attraverso i macroinvertebrati presenti.

Ogni anno circa 15 classi partecipano al progetto e molto spesso le classi della scuola secondaria di 1° grado sono accompagnate da quelle di scuola secondaria di 2° grado. In questo modo si stimola il tutoraggio, metodo ampiamente sperimentato negli scorsi anni scolastici, che ha il pregio di rendere più responsabili e attenti i ragazzi coinvolti. Tra i vari progetti attivati, si segnalano anche i monitoraggi dell'aria attraverso il riconoscimento dei licheni presenti sulle piante, dei microartropodi del terreno, delle farfalle, ecc.

I laboratori didattico ambientali

In questi anni sono stati realizzati tre laboratori didattico-ambientali a Canneto sull'Oglio, Marcaria e Viadana, grazie a un co-finanziamento del Gal Oglio Po, del Parco Oglio Sud e dei comuni interessati. Ogni laboratorio è gestito da una commissione, formata da un rappresentante del Comune, insegnanti, rappresentanti di associazioni locali e da un referente del Parco, che organizza corsi e serate rivolte a tutta la cittadinanza.

Le pubblicazioni

Sono stati prodotti alcuni quaderni da campo, che hanno riscosso molto successo per la loro praticità. I temi trattati sono quelli di: macroinvertebrati, licheni, aironi della Riserva naturale Torbiere di Marcaria, microartropodi del terreno. Un CD e una cassetta video realizzati da due istituti superiori affrontano dal punto di vista didattico il tema del riconoscimento dei macroinvertebrati.

Progetto regionale "sistema parchi"

La Regione Lombardia da molti anni propone il progetto "**SISTEMA PARCHI**", rivolto a tutte le scuole di ogni ordine e grado, comprendente tutte le aree protette. Tra le sue funzioni vi è quella di fornire a tutte le scuole aderenti utilissime informazioni sulle opportunità, sulle strutture e sui servizi offerti in ogni area, con particolare riferimento all'educazione ambientale. Permette tra l'altro di poter usufruire di visite guidate a costi molto agevolati. Nell'ambito di questa iniziativa il Parco Oglio Sud si propone con diverse possibilità di visite a luoghi di particolare interesse naturalistico.

L'educazione ambientale nel Parco Oglio Nord

Greta Delfini

L'Educazione Ambientale nel Parco Oglio Nord nasce nel giugno 2004 con l'apertura dell'ufficio di "Educazione Ambientale e Promozione Culturale" con sede in Soncino (CR).

Negli anni il Parco ha riscontrato un notevole interesse da parte di insegnanti e ragazzi verso l'insegnamento dell'Educazione Ambientale, oltre ad una forte sensibilità ed attenzione alle problematiche ambientali ed alla salvaguardia del territorio del Parco. Molti degli alunni delle classi che hanno svolto attività didattiche con il Parco, infatti, abitano nei Comuni consorziati del Parco e vivono quindi il territorio direttamente, amandone la natura e verificandone direttamente le problematiche.

Il Parco intende, infatti, valorizzare la conoscenza del proprio territorio sensibilizzando bambini e ragazzi verso l'ambiente che li circonda, facendogli vivere un'esperienza ed un'avventura a contatto con la natura e permettendogli di "percepire" i luoghi protetti in prima persona: una importante occasione per interessare le nuove generazioni alla bellezza del nostro territorio e alle problematiche della sua salvaguardia.

Il Parco Oglio Nord, in collaborazione con la Cooperativa Sociale Alboran, dal 2004 offre a scuole materne, primarie e secondarie di primo e secondo grado escursioni all'interno del suo territorio attraverso visite guidate in cui le classi sono accompagnate da Educatori Ambientali qualificati, oltre a lezioni in classe di approfondimento sulle problematiche che verranno poi affrontate in campo o su argomenti specifici definiti con gli insegnanti.

Gli Educatori Ambientali sono stati formati direttamente dal Parco, in collaborazione con la Cooperativa Alboran, attraverso un corso che ha affrontato sia tematiche ambientali che tematiche pedagogiche e che è durato diverse settimane.

I percorsi presenti nelle attività didattiche sono circa una decina, con diverse lunghezze e ubicati nella zona centrale del territorio del Parco (zona ambientalmente e didatticamente più interessante) in tutte e tre le Province del consorzio: Bergamo, Brescia e Cremona.

Ogni percorso è caratterizzato da sue peculiarità che lo caratterizzano per flora, fauna e paesaggio (molti percorsi si sviluppano all'interno o in zone adiacenti le 7 Riserve Naturali del Parco, toccando anche ambienti molto particolari ricchi di fontanili), oltre ad elementi storici e/o agricoli culturalmente molto interessanti.

Tra gli argomenti che si possono sviluppare durante le uscite e/o le lezioni troviamo: **IL FIUME, LE ZONE UMIDE, IL BOSCO** od **I FONTANILI**, che rappresentano gli elementi caratterizzanti un parco fluviale di pianura quale il Parco Oglio Nord. Le tematiche trattate durante le uscite vengono concordate con i singoli insegnanti, di volta in volta, cercando di restare nell'ambito delle attività didattiche che i ragazzi svolgono anche in classe, in modo da avere una continuità didattica anche col lavoro in classe.

Ad ogni classe che ha partecipato al programma di Educazione negli anni è stato consegnato il primo quaderno didattico del Parco Oglio Nord intitolato "il fiume e il suo ambiente" (a cura

della Coop. Alboran), un "quaderno da campo" composto da 13 schede a colori ed illustrate in fronte e retro sul tema dell'acqua: ognuna di esse presenta da un lato la spiegazione dei diversi argomenti e sul retro la relativa scheda che gli alunni possono compilare direttamente in campo oppure in classe con gli insegnanti.

Ogni anno inoltre il Parco ha aderito al PROGRAMMA DIDATTICO SISTEMA PARCHI, progetto di Educazione Ambientale della Regione Lombardia che offre alle scuole di ogni ordine e grado la possibilità di usufruire di escursioni gratuite all'interno dei Parchi Lombardi ed inoltre di ricevere materiale didattico ed illustrativo gratuito su tutte le aree protette presenti nella regione.

Offerta turistica integrata

Il progetto prevede la messa in rete delle attività legate alla ricettività turistica, considerando come obiettivi prioritari il miglioramento della competitività dell'offerta turistica e il sostegno alle attività imprenditoriali basate sulla valorizzazione del patrimonio naturale e culturale del territorio.

L'azione intende elaborare un inventario delle attività ricettive idonee, creare un pacchetto d'offerta del sistema parchi, sviluppare un sistema della ricettività (ospitalità, ristorazione, produzioni alimentari locali), coinvolgendo musei, associazioni e laboratori artistici.

I partner del progetto sono il Consorzio Agriturismo Mantovano, il GAL (Gruppo di Azione Locale) Oglio Po, gli uffici I.A.T. (Informazione e Accoglienza Turistica) delle Province, le Associazioni Alberghiere e i ristoratori.

Gestione dell'acqua in condizioni di carenza idrica

Come già riportato all'inizio del capitolo, nel mondo attuale caratterizzato da cambiamenti repentini forte instabilità le variazioni, gli adattamenti e le risposte di un ecosistema fluviale possono essere valutate con accuratezza solo tramite programmi di monitoraggio integrati e sistematici, che consentano di evidenziare tendenze significative con rigore scientifico.

Purtroppo i dati di letteratura evidenziano per il bacino sublacuale la mancanza di serie storiche di dati di portata lungo l'asta fluviale, ad eccezione dei rilasci dal Lago di Iseo, mentre la conoscenza delle portate è indispensabile per il calcolo dei carichi inquinanti, per la stima del metabolismo fluviale e delle funzioni di autodepurazione, nonché per la verifica del rispetto delle concessioni irrigue e industriali e del deflusso minimo vitale del fiume.

Occorre pertanto mantenere ed implementare lungo l'asta fluviale una rete di monitoraggio della qualità chimica e microbiologica delle acque e delle portate che sia rappresentativa del fiume in tutto il suo percorso e a tarare nuove scale di deflusso ricorrendo a sistemi automatici di rilevazione dei flussi: le scale di deflusso, infatti, in un fiume, come l'Oglio, soggetto a variazioni estreme delle portate, dovrebbero essere tarate sia nel periodo di magra che nel periodo di piena.

Tali interventi potrebbero essere correlati ad attività "sperimentali" sul territorio, compatibilmente con la sicurezza idraulica del territorio, quali ad esempio l'invasare i canali del reticolo idrografico

secondario anche nel periodo non irriguo per incrementare la ricarica della falda, mantenendo i substrati impermeabili ed evitando perdite di carico estive.

Inoltre è ormai riconosciuto che alla base di un utilizzo attuale delle concessioni irrigue ed industriali è necessario provvedere ad una ridefinizione delle concessioni stesse irrigue alla luce della necessità di un deflusso minimo vitale per il fiume e delle reali restituzioni dalla falda, evitando l'interruzione estiva delle portate in alveo che si verifica in più punti nel tratto centrale del fiume.



Strada vicino al fiume Gambara

Miglioramento del sistema agro-ambientale lungo l'asta del fiume

Per migliorare il sistema agro-ambientale nel bacino sublacuale occorre un profondo coinvolgimento degli agricoltori nell'incrementare l'integrità ecologica degli agro-ecosistemi stessi, con una riduzione nel tempo dell'impatto che le colture agricole hanno attualmente sul territorio.

Occorre elaborare un progetto concordato d'area che preveda aiuti alle aziende agricole che svolgono attività ecocompatibili, quali ad esempio un utilizzo ridotto di pesticidi e concimi chimici, una riduzione degli impatti degli allevamenti di bovini e di suini, la corretta gestione dei liquami zootecnici, il rispetto delle zone ecotonali, e il mantenimento e/o il ripristino della naturalità dei canali irrigui.

Gli aiuti potrebbero essere forniti alle aziende sotto forma di incentivi economici per la produzione certificata oppure attraverso contributi per gli interventi di adeguamento.



Agroecosistema

Pesca

Purtroppo nell'ambito dei forum tematici si è parlato poco di pesca, un tema che sicuramente interessa molte migliaia di persone all'interno del bacino.

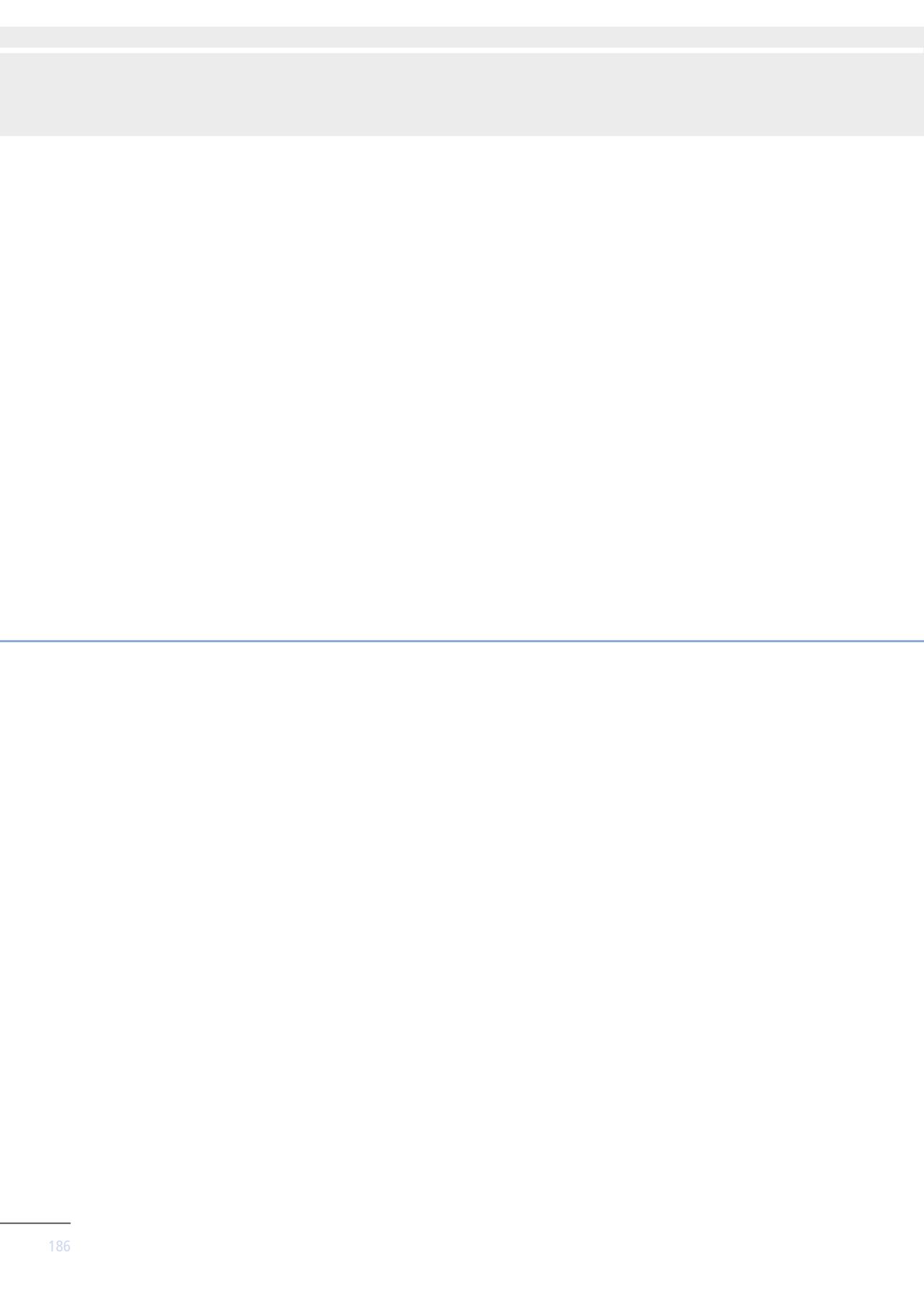
Sicuramente non sappiamo qual è l'impatto della pesca sulle popolazioni ittiche dell'Oglio e non è un interrogativo di poco conto nell'ottica di una migliore tutela delle specie di interesse conservazionistico, come lo Storione cobice, il Luccio, l'Anguilla.

Quali sono, ad esempio, i siti maggiormente utilizzati dai pescatori e quanti sono i pescatori dell'Oglio?

Quanto pesce (quintali o tonnellate all'anno o per stagione) viene pescato e quali sono le specie maggiormente pescate?



Pescatore a Palazzolo



Il processo partecipativo

Il processo partecipativo

Massimo Bastiani, Marco Mirabile - Ecoazioni s.n.c.

1. Introduzione

Il caso dell'acqua rappresenta sicuramente uno dei campi più interessanti per applicare processi di partecipazione. Nella gestione dell'acqua è infatti essenziale un coinvolgimento attivo e propositivo di tutti gli attori sociali al fine di promuovere soluzioni collettive ed evitare l'insorgere di conflitti.

Il diritto ad una **partecipazione "informata"** dei cittadini nelle fasi in cui si articolano i processi di decision making, in particolare in materia socio-ambientale, a seguito dei principi di sviluppo sostenibile emersi nel Vertice di Rio '92 (e confermati a Johannesburg), è diventato centrale non solo nel dibattito internazionale, ma anche a livello europeo e nazionale.

Tale aspetto è stato oggetto della **Conferenza dell'UNECE United Nations Economic Commission for Europe (Aarhus, 1998)** sull'accesso alle informazioni, la partecipazione del pubblico ai processi decisionali e l'accesso alla giustizia in materia ambientale. Nella conferenza è stata siglata la convenzione, comunemente denominata di Aarhus. L'Italia ha ratificato e reso esecutiva la Convenzione con la legge 16 marzo 2001 n. 108. La **Convenzione di Aarhus è fondata sui tre pilastri: il diritto alla informazione, il diritto alla partecipazione alle decisioni, l'accesso alla giustizia.** Tale Convenzione si accompagna alla Direttiva 2003/4/CE sull'accesso del pubblico all'informazione ambientale ed alla **direttiva 2003/35/CE sulla partecipazione del pubblico nell'elaborazione di taluni piani e programmi in materia Ambientale.**

La partecipazione deve assicurare "la sensibilizzazione del pubblico sulle tematiche ambientali e consentire di esprimere le preoccupazioni". Ciò permette: "di tenere adeguatamente conto"¹ di tali preoccupazioni; "di accrescere la responsabilità e la trasparenza nel processo decisionale e rafforzare il sostegno del pubblico alle decisioni in materia ambientale"²; di mettere in luce nuove e importanti informazioni pertinenti che possono indurre "cambiamenti sostanziali del piano o programma e possono dunque avere ripercussioni significative sull'ambiente";³ "... gli Stati membri provvedono affinché: **il pubblico possa esprimere osservazioni e pareri quando tutte le opzioni sono aperte prima che vengano adottate decisioni sui piani e sui programmi;** nell'adozione di tali decisioni, si tenga debitamente conto delle risultanze della partecipazione del pubblico"⁴. Direttive, indirizzi e regolamenti della Commissione dagli anni '90 ad oggi si sono susseguiti rendendo evidente la necessità dell'informazione, comunicazione e partecipazione nei piani, programmi e processi che abbiano implicazioni ambientali.

Più specificatamente per quanto riguarda l'acqua, la **Direttiva 2000/60 (Water Framework**

1 Convenzione di Aarhus - Preambolo

2 Convenzione di Aarhus - Preambolo

3 Attuazione della Direttiva 2001/42/CE, Comunità Europea, 2003

4 Direttiva 2003/35/Ce del Parlamento europeo e del Consiglio del 26 maggio 2003 che prevede la partecipazione del pubblico nell'elaborazione di taluni piani e programmi in materia ambientale

Directive) attribuisce alla partecipazione del pubblico un ruolo assolutamente centrale nel processo decisionale. Essa sancisce la fine di un modello decisionale di tipo "tecnocratico" e top-down e pone le basi per la responsabilizzazione, a vari livelli, degli attori sociali nella definizione e nella messa in opera della politica idrica. Nel 2° Forum Mondiale dell'Acqua (marzo 2000) sono stati introdotti i **"Contratti di Fiume" quali strumenti che permettono di "adottare un sistema di regole in cui i criteri di utilità pubblica, rendimento economico, valore sociale, sostenibilità ambientale** intervengono in modo paritario nella ricerca di soluzioni efficaci per la riqualificazione di un bacino fluviale". In sostanza un contratto di fiume è un accordo di programma, che prevede una serie di atti operativi, fra il gestore della risorsa e del territorio (Stato con le sue strutture di governo locale) i rappresentanti dei cittadini e delle categorie che hanno interessi sul fiume (Stakeholders) come ad esempio agricoltori, industriali, pescatori, canoisti, associazioni ambientaliste, ecc. I contratti di fiume possono contribuire ad "individuare pratiche positive di partecipazione dei cittadini, delle associazioni e dei movimenti rispetto alla gestione dell'acqua, a livello locale, secondo i principi della democrazia partecipativa"⁵. Ed è proprio a questo fine che a inizio 2008, il coordinamento nazionale agende 21 locali italiane ha recentemente istituito un tavolo di lavoro del per la valorizzazione dei bacini fluviali attraverso la promozione dei contratti di fiume <http://nuke.a21fiumi.eu> al fine di studiare e raccogliere esperienze per promuovere accordi volontari, la governance e le politiche settoriali in campo ambientale e territoriale per la valorizzazione dei bacini fluviali.

"Il Contratto di Fiume prevede l'elaborazione di scenari strategici condivisi che orientano progetti locali, piani e politiche di settore verso la messa in valore delle risorse patrimoniali. Essi sono costituiti da un corpo centrale di progetti di riqualificazione e rivitalizzazione dei sistemi ambientali rivieraschi e del bacino, accompagnati da una trasformazione in senso ecologico delle principali componenti del sistema insediativo stesso: progetti e politiche sui sistemi territoriali e urbani, sui sistemi produttivi, sui sistemi agroforestali, sui sistemi energetici, sui consumi; politiche sociali"⁶.

2. Approccio metodologico alla partecipazione

2.1 Strutturazione del Forum

Il progetto Stra.Ri.Flu. si è proposto di migliorare la qualità ambientale del Fiume Oglio sviluppando e incrementando condizioni di maggiore naturalità attraverso un approccio integrato che tenga conto dei molteplici aspetti in gioco (ambientali, riduzione del rischio idraulico, gestione della risorsa idrica, aspetti socioeconomici, fruibilità). Per raggiungere questi risultati Stra.Ri.Flu. ha avviato, oltre ad un'accurata caratterizzazione ambientale del Fiume (*intesa a fornire le basi conoscitive necessarie a decidere*), un percorso di coinvolgimento (*Forum*) della Comunità Locale nella definizione di un Piano d'Azione per il Fiume, per il quale la società Ecoazioni www.ecoazioni.it incaricata della partecipazione, ha strutturato uno specifico percorso metodologico.

5 Assemblea Mondiale Sull'acqua dei Cittadini e degli Eletti, tenutasi a Bruxelles nel marzo 2007

6 Alberto Magnaghi - I Contratti di Fiume: una lunga marcia verso nuove forme integrate di pianificazione territoriale 2007

Il progetto Strariflu ha permesso di realizzare un'esperienza di partecipazione abbastanza peculiare sia per l'articolazione del percorso svolto sia per le dimensioni del territorio coinvolto, sia per la complessità e anche la delicatezza dei temi che vi sono stati trattati. Il processo ha avuto una durata di un anno e mezzo in cui si sono svolti 18 laboratori di partecipazione, oltre a diversi seminari informativi e ha interessato direttamente due Enti Parco di 50 Comuni e 4 Province, con 378 presenze e 185 partecipanti tra i quali 84 organizzazioni. Una ulteriore elemento di successo del processo partecipativo attivato dal Parco Oglio sud, è certamente la totale integrazione raggiunta, tra le fasi di approfondimento tecnico scientifico dei sistemi ambientali, l'attività propositiva del forum ed il livello decisionale e d'indirizzo politico. Nell'ambito degli incontri del Forum sono stati trattati tutti gli aspetti chiave per la riqualificazione del fiume, dalla qualità dell'acqua e più in generale dell'ecosistema fluviale, alla gestione del rischio idraulico e geomorfologico fino a trattare degli aspetti legati alla fruizione e allo sviluppo socioeconomico del territorio fluviale.

Gli obiettivi dell'attività del Forum erano così individuati:

- comparto agricolo
- contribuire alla definizione di un Piano d'Azione Condiviso funzionale alla definizione di un Contratto di Fiume;
- contribuire ad aumentare la consapevolezza degli attori dell'area del Bacino Sub- Lacuale del Fiume Oglio;
- contribuire alla individuazione di un sistema di valori e obiettivi condivisi coerente con la pianificazione sovraordinata esistente;
- stimolare il coinvolgimento diretto, anche attraverso la creazione di sinergie o partenariati, degli attori locali nelle attività di tutela e valorizzazione dell'area;
- contribuire alla creazione di un sistema stabile di relazioni tra gli attori del fiume.

2.2 Fasi del processo di partecipazione

Il Progetto STRARIFLU ha offerto l'opportunità di sviluppare un approccio partecipato, indispensabile nel settore della pianificazione e gestione delle risorse idriche e dei corsi d'acqua, coinvolgendo tutti i soggetti competenti e i portatori di interessi così da concertare con gli attori locali, soluzioni, azioni e interventi utili a conseguire concreti obiettivi di miglioramento nel campo della qualità e gestione delle acque nonché degli ecosistemi fluviali tipici di una grande area di pianura. Per raggiungere tali obiettivi il processo partecipativo è stato strutturato, secondo una progressione logica, che ha guidato i partecipanti lungo tutte le fasi del processo decisionale pianificatorio: dall'individuazione delle priorità di cambiamento, all'individuazione dei principi e dei valori condivisi secondo cui informare questo cambiamento, fino alla definizione delle linee di intervento e alla focalizzazione delle azioni prioritarie da portare avanti.



Forum



Forum

Aspetto essenziale del processo è stata l'interazione costante del processo decisionale inclusivo, con l'attività tecnica di caratterizzazione ambientale, attraverso lo svolgimento di workshops del Forum. Il far confluire continuamente i dati tecnici all'interno della partecipazione ha permesso di poterne usufruire come base per la discussione, ma anche di poter acquisire dai partecipanti suggerimenti utili all'attività di ricerca ed analisi. Al fine di potenziare la partecipazione anche di coloro che a causa dell'estensione del bacini fluviale non potevano partecipare ai laboratori del Forum è stato avviato un esperimento innovativo di Forum On-line, con un coinvolgimento diretto di ulteriori attori locali che hanno discusso on-line le varie proposte sviluppate dai forum fisici. Il processo partecipativo, si è stato articolato in:

- **Incontri plenari**

Momenti di raccordo e di condivisione delle indicazioni emerse dai Forum Tematici. Sono stati previsti tre incontri plenari: uno all'inizio, uno a metà e uno alla fine del percorso del Forum.

• Tavoli tematici

Approfondimenti in 4 Forum Tematici, per ognuno dei quali si sono tenuti 4 incontri. Nella prima metà del percorso i Tavoli Tematici avevano l'obiettivo di definire il livello strategico del Piano d'Azione, mentre nella seconda metà i Tavoli avevano l'obiettivo di mettere a fuoco le azioni a livello progettuale. Per il Tavolo sul rischio idraulico e geomorfologia il percorso si differenzia da quello degli altri tavoli. Plenarie e Tavoli tematici si sono articolati in una progressione e concatenazione che teneva conto dei diversi livelli di avanzamento del processo e dei risultati raggiunti.

Più specificatamente si è seguita la seguente articolazione tra plenarie e tavoli tematici.

Prima sessione plenaria

Questa sessione ha avuto una funzione prettamente informativa. In questa sede sono stati presentati il progetto STRARIFLU, le prime risultanze della caratterizzazione ambientale, gli obiettivi e il percorso del Forum. È stata inoltre richiesta ai partecipanti una prima adesione ai 4 forum tematici attivati:

- qualità dell'acqua;
- qualità dell'ecosistema fluviale (re-habitat, rivegetazione, ecc.);
- risorsa idrica, fruizione e sviluppo economico del territorio fluviale;
- rischio idraulico e geomorfologia.



Forum Castellfranco

Prima sessione tematica: cosa cambiare

L'obiettivo di questa sessione di lavoro è stata di definire un quadro diagnostico condiviso con i portatori di interesse del territorio, sulla situazione del fiume in relazione al tema trattato. A tal fine durante questi incontri si sono presentate ai partecipanti alcune informazioni sulle dinamiche ambientali e socioeconomiche in atto e sui valori esistenti nell'Area parco. L'illustrazione della caratterizzazione ambientale ha costituito un punto di partenza per la discussione (Scenario 0).



Laboratorio tematico



Successivamente i partecipanti sono stati stimolati tramite l'impiego della tecnica del brainstorming, prima a condividere tale quadro conoscitivo e poi partendo dalla sua condivisione/ridefinizione ad evidenziare gli aspetti (sia positivi che negativi) sui quali ritenevano occorresse incidere per migliorare la qualità dell'ecosistema fluviale. Tali indicazioni sono state successivamente raccolte dallo staff di facilitazione in uno schema SWOT con particolare attenzione all'aspetto dei punti di debolezza e dei punti di forza.

L'analisi S.W.O.T. (Strength/ Weaknesses/Opportunities/Threats) permette un'esplicitazione di tutti gli aspetti rilevanti ai fini della decisione. La classica matrice di analisi S.W.O.T. impiegata per analizzare le proposte, è la seguente:

SWOT ANALYSIS	
Fattori Esterni	Fattori Interni
<p>Opportunità Aspetti di contesto che possono favorire l'attuazione del progetto</p>	<p>Punti di forza Potenziali valori apportati dal progetto al contesto</p>
<p>Rischi Aspetti di contesto che possono pregiudicare l'attuazione del progetto</p>	<p>Punti di debolezza Potenziali pregiudizi/rischi legati all'attuazione del progetto</p>

Si tratta di un adattamento della cosiddetta matrice TOWS sviluppata dalla Stanford University ed utilizzata per le analisi strategiche di contesto. L'adattamento è finalizzato a permettere un'appropriata e piena applicazione della logica S.W.O.T. all'analisi di progetti.

Attraverso l'esplicitazione degli aspetti SWOT, i partecipanti sono stati stimolati a collocare le proposte all'interno del contesto da loro conosciuto e quindi ad esplicitare in base alle loro conoscenze uno scenario di reazione di tale contesto alla loro attuazione. Attingendo, dunque, alle loro conoscenze e facendole interagire con le conoscenze esperte del tecnico dell'Amministrazione, si è arrivati all'evidenziazione degli elementi principali in base a cui valutare l'opportunità/fattibilità delle proposte.

Seconda sessione tematica: come cambiare

L'obiettivo di questa sessione di lavoro è stata di definire una visione comune sullo sviluppo futuro dell'ecosistema fluviale e di individuare alcune linee di intervento condivise da perseguire al fine di realizzare tale visione. Queste linee di azione hanno contribuito a costruire il quadro di riferimento per il Piano d'Azione. I lavori si sono svolti in due fasi. Nella prima fase è stato chiesto ai partecipanti di immaginare uno scenario di cambiamento positivo, datato al 2020, del territorio per l'ecosistema fluviale. In una seconda fase è stato poi chiesto di esplicitare alcune linee di intervento necessarie per realizzare le indicazioni presenti nello scenario precedentemente sviluppato. I lavori di questa sessione sono stati condotti utilizzando un adattamento della metodologia EASW sviluppata dalla Commissione Europea per supportare la pianificazione strategica partecipata.

La metodologia EASW®, nata per promuovere la partecipazione dei cittadini, è l'unico strumento di concertazione patrocinato e sostenuto ufficialmente dalla Commissione Europea DG Enterprises - nell'Innovation Programme fin dai primi anni '90. Secondo la metodologia EASW, i cittadini conoscono le opportunità di cambiamento ed i loro limiti e possono promuovere il cambiamento modificando i propri modelli comportamentali e proponendo soluzioni ragionevoli. Il laboratorio è generalmente suddiviso in due fasi:

1. Sviluppo di visioni
2. Lancio di idee

- La prima fase di "sviluppo di visioni" prevede di lavorare divisi (in gruppi di appartenenza) per la definizione di un modello di sviluppo futuro, a breve/medio termine. In questa fase ai partecipanti, divisi in gruppi a seconda del loro ruolo sociale, è richiesto uno sforzo di immaginazione per proiettarsi ad una distanza temporale di circa 10 anni. Immaginare come sarà la città e quali saranno gli aspetti più rilevanti ed importanti. I gruppi di lavoro sono coordinati da un facilitatore ed i risultati di ogni gruppo vengono presentati in plenaria.
- La seconda fase prevede il "lancio di idee"; i partecipanti in questa sessione sono distribuiti in gruppi di lavoro misti. Partendo dalla visione comune identificata nella prima parte del laboratorio, vengono elaborate e selezionate le idee ed i progetti che consentono di raggiungere gli obiettivi stabiliti dallo scenario comune. Tali idee devono indicare il come ed il chi dovrà impegnarsi per la loro attuazione. Le idee condivise dai gruppi vengono infine votate in plenaria dai partecipanti per individuare le Top Idee, cioè quelle ritenute più importanti ed urgenti da attivare per il futuro del territorio.

Il successo europeo di questa metodologia sta nel reale coinvolgimento degli attori locali nelle scelte decisionali ed in come, a partire da punti di vista ed interessi diversi, si costruiscono obiettivi e strategie condivise.

Seconda sessione plenaria: la condivisione della scelta di cambiamento

L'obiettivo del secondo incontro plenario è stato la condivisione delle linee d'azione elaborate nell'ambito delle due sessioni tematiche, la loro eventuale integrazione e una prima indicativa loro prioritizzazione. Nell'ambito dell'incontro che ha avuto un prologo nella mattina con un seminario di approfondimento, si è dunque proceduto alla presentazione delle linee d'azione, alla discussione in merito ad esse e alla raccolta delle preferenze.

Terza sessione tematica: individuazione delle azioni da sviluppare

L'obiettivo di questa sessione di lavoro è stato quello di sviluppare delle idee progettuali che potessero rendere operative le linee di azione emerse per i diversi ambiti trattati nelle sessioni precedenti. Questa sessione tematica si svolta utilizzando la metodologia G.O.P.P. (Goal Oriented Project Planning) adattata alle specifiche esigenze del progetto StraRiFlu.

Tale metodologia è basata sull'impiego dello schema del quadro logico utilizzato per guidare i partecipanti nell'individuazione degli elementi necessari a costituire le idee progettuali e a verificarne una prima fattibilità di massima. Lo schema di lavoro adottato, per ognuno degli elementi da prendere in considerazione, pone i partecipanti in condizione di strutturare percorsi logici e soluzioni condivise. Per ogni idea progettuale si sono voluti sviluppare alcuni aspetti specifici, ponendosi domande esplicative:

- Obiettivo specifico (*Individuazione del progetto*)
- Quale cambiamento/miglioramento ci si propone di raggiungere?

- Risultati attesi (*I benefici che si ottengono dall'attuazione del progetto*)
- Cosa si vuole ottenere dal progetto?
- Attività (*Ciò che viene realizzato dal progetto per ottenere i servizi o benefici previsti*)
- Cosa fa concretamente il progetto?
- Partner (*Coloro che si occuperanno dello sviluppo del progetto*)
- Chi lavorerà all'attuazione del progetto?
- Fondi (*Le risorse necessarie allo sviluppo del progetto*)
- Come sarà finanziato il progetto?

Quarta sessione tematica: approfondimento delle azioni da sviluppare

L'obiettivo di questa sessione di lavoro è stato quello di approfondire le idee progettuali. I laboratori sono stati condotti partendo dalle schede prodotte nell'ambito del Laboratorio G.O.P.P. (Goal Oriented Project Planning) condotto nella terza sessione del Forum Tematico.

In particolare sono stati approfonditi i seguenti aspetti:

- **Attività** (*Ciò che viene realizzato dal progetto per ottenere i servizi o benefici previsti*)

Cosa fa concretamente il progetto?

- **Partner** (*Coloro che si occuperanno dello sviluppo del progetto*)

Chi lavorerà all'attuazione del progetto?

Terza sessione plenaria: condivisione e prioritizzazione delle azioni

L'obiettivo dell'incontro svoltosi a Drizzona è stato di portare a conoscenza degli attori che si sono impegnati nei lavori dei Gruppi Tematici del Forum e dell'intero territorio, il Piano d'Azione nel suo complesso, di effettuare una prioritizzazione delle azioni in esso contenute e di verificare insieme ai responsabili delle diverse istituzioni che si occupano a vari livelli della gestione del territorio le condizioni per poter trasformare il Piano d'Azione in un Contratto di Fiume.

2.3 Individuazione delle azioni prioritarie

A seguito del processo partecipativo e del lavoro integrato condotto dal gruppo tecnico di progetto, nella plenaria conclusiva tutte le azioni proposte sono state presentate e votate dall'assemblea. Le azioni del Piano d'Azione più votate (secondo il criterio di importanza/urgenza di attuazione) nella plenaria, sono state:

2.4 Azione: Contestualizzazione delle linee guida esistenti per la realizzazione di impianti di fitodepurazione	17
2.6 Azione: Gestione carenza idrica	16
2.2 Azione: Riqualificazione integrata di alcuni immissari	15
1.5 Azione: Interventi per la riconnessione lanche	13
1.2 Azione: Rifeorestazione del demanio fluviale	11
3.6 Azione: Greenway	10
3.4 Azione: Comunicazione ed educazione ambientale	9
2.5 Azione: Realizzazione di studi di fattibilità per la diversione di scarichi di depuratori nel reticolo idrografico secondario	9
4.3 Azione: Interventi per l'abbassamento e la rivegetazione delle golene	9

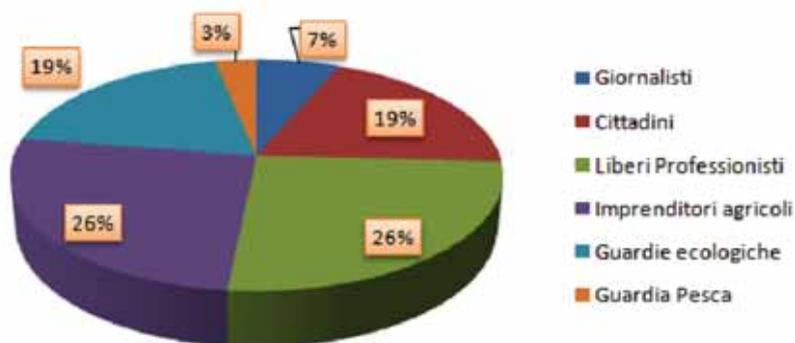
2.4 Il monitoraggio

I risultati del percorso di partecipazione svolto non è definito solo dall'aver fornito le indicazioni necessarie alla definizione del piano d'azione ma anche dal livello di soddisfazione manifestato da chi ha partecipato, sia verso il processo in se stesso (utilità della pratica partecipativa) che verso ciò che esso ha prodotto. Il monitoraggio sulla qualità del processo partecipativo è stata effettuata in due momenti:

interviste mirate ad un panel di esperti locali rappresentanti di organizzazioni portatrici dei diversi interessi in gioco nel piano d'azione. A loro è stato chiesto di esprimere la loro ragionata condivisione delle azioni definite nel piano d'azione in relazione agli ambiti tematici di loro interesse. In generale questa valutazione ha evidenziato un'ampia condivisione dei risultati anche da parte di portatori di interessi in apparenza contrapposti e una generale disponibilità ad essere coinvolti nell'attuazione di alcune delle azioni individuate.

tavola rotonda durante l'ultima sessione plenaria. Nella tavola rotonda alcuni rappresentanti delle diverse istituzioni e autorità responsabili per l'adozione del piano d'azione, sono state

Tipologia partecipanti individuali



chiamate a discutere pubblicamente della sua attuabilità Anche in questo caso si è registrato un ampio consenso e una generale disponibilità a considerare il piano d'azione un importante punto di riferimento per la definizione di un contratto di fiume.

Ma la corretta valutazione di un processo decisionale inclusivo come quello svolto nell'ambito del Forum del Fiume Oglio deve passare non solo per l'analisi dei risultati prodotti in termini di contributi diretti alla decisione (proposte) ma deve anche tenere conto di tutti quei risultati che potrebbero essere definiti collaterali e incidentali, ma che rappresentano un vero valore aggiunto dello scegliere un processo decisionale inclusivo (partecipato) piuttosto che uno esclusivo (decisione ristretta al personale tecnico/amministrativo). È insomma centrale tentare di capire se questo processo ha prodotto nei cittadini coinvolti un differente modo di vedere e giudicare l'attività dell'amministrazione, maggiori informazioni per poter valutare tale operato, delle relazioni utili allo sviluppo del territorio.

Per misurare questi aspetti si è deciso di usare modello di valutazione del Capitale Istituzionale messo a punto in Svezia per valutare la partecipazione all'interno dei processi di Agenda 21¹, così come ripreso e ulteriormente sviluppato, ai fini di una rilevazione diretta delle informazioni, in Italia nella valutazione del Capitale Istituzionale generato dall'Agenda 21 della Provincia di Torino².

La rilevazione è stata condotta durante l'ultima sessione plenaria del Forum attraverso la somministrazione ai partecipanti di una questionario.

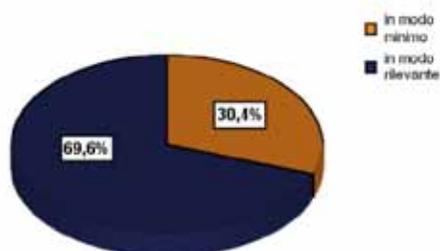
¹ Approccio valutativo sviluppato da presa da Khakee come modello per la valutazione dei processi di A21L in Svezia Khakee A., "Assessing institutional capital building in a local Agenda 21 process in Göteborg", Planning Theory & Practice, vol.3, n.1, April 2002.

² M. Mirabile, The use of network analysis techniques to evaluate the Institutional capital generated by participatory processes - 6th EES Biennial Conference: Governance, Democracy And Evaluation, 9 - 11 ottobre 2004; F. Marangoni, M. Mirabile, Generazione di capitale istituzionale locale. L'Agenda 21 nella Provincia di Torino in Esperienze di Valutazione Urbana a cura di D. Patassini, Franco Angeli, Milano, 2006

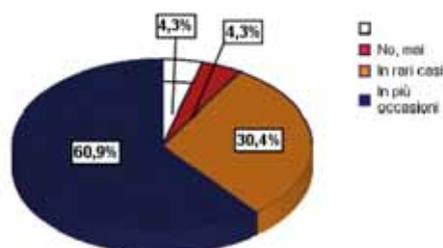
Capitale intellettuale

Uno dei risultati più importanti dei processi di partecipazione è la loro capacità di generare conoscenza. Abbiamo misurato questo risultato ponendo il seguente criterio: Persone che hanno dichiarato che il loro coinvolgimento nel processo di partecipazione gli ha permesso di: acquisire una migliore conoscenza della qualità del territorio e delle sue risorse ambientali (per il 73,9% in modo rilevante); acquisire una migliore conoscenza delle sue criticità ambientali (per il 69,6% in modo rilevante); mutare opinione sulla rilevanza delle questioni trattate (per il 60,9% dichiara che ciò è accaduto in più occasioni).

Migliore conoscenza delle criticità ambientali



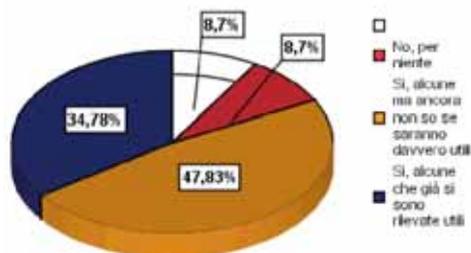
Mutamento dell'opinione sulla rilevanza delle questioni trattate



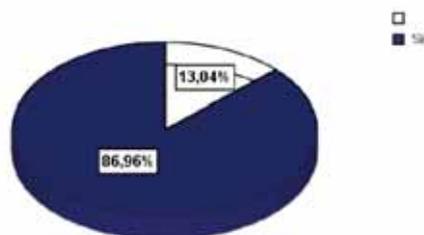
Capitale sociale

Un altro risultato prezioso di cui tenere conto è quello della creazione di relazioni sociali tra gli attori coinvolti. Ciò è propedeutico all'attivazione di sinergie collaborazioni. Abbiamo misurato questo risultato attraverso i seguenti criteri: creare relazioni utili (il 34,7% ha dichiarato che il processo di partecipazione gli ha permesso di creare nuove relazioni che si sono già rivelate utili); disponibilità ad impegnarsi, collaborando con gli altri attori del territorio, per l'attuazione del piano d'azione (L'87% ha dichiarato di essere disponibile ad impegnarsi nell'attuazione del piano d'azione).

Creazione di relazioni utili



Disponibilità ad impegnarsi nell'attuazione del Piano d'Azione



Capitale Politico

Ultimo aspetto, ma certo per questo non meno importante, è quello della capacità del processo partecipativo di creare un'effettiva condivisione sia della decisione che delle attività del decisore che ha avviato il processo (verificare se il processo ha cambiato il rapporto tra amministrazione e cittadini).

I criteri considerati sono stati: opinione sull'attività del Parco (Il 78% degli intervistati ha dichiarato che è migliorata la loro fiducia nell'attività del Parco); opinione sull'utilità di decidere in modo partecipato (l'82% degli intervistati ritiene che l'approccio decisionale scelto abbia dato un valore aggiunto in termini di qualità della decisione rispetto ai processi decisionali tradizionali); fiducia nella qualità del piano d'azione e fiducia nell'attuazione del PdA (l'87% degli intervistati si dichiara fiducioso sul fatto che il piano d'azione venga veramente attuato); livello di soddisfazione per il processo (in una scala di valutazione 1 a 5 il 65% degli intervistati dà un giudizio tra il 4 e il 5 sulla soddisfazione per il processo).

Vision

"I campi di ondeggianti messi, listati per tutto da filari di viti sposate agli oppii, coronati da prode di ben chiomati gelsi, mostrano la feracità del suolo...."

Frumento, granturco, uve in copia, bachi da seta, canape, trifoglio sono i principali prodotti: vi prova bene ogni generazione di piante, e assai vi allignavano un dì le roveri e ogni ragione di frutti: folte vincaie rendono irsute le coste della riviera, lungo la quale, in passato più che adesso, verdeggiavano larghi e ricchi boschi di pioppi, qua e là tramezzati da ontani e da salici, o resi vaghi dall'odorosa madreseiva, che abbraccia le piante, forma capannucce e guglie cosparse di colorite campanelline."

Giovanni Guareschi, Don Camillo Mondo Piccolo

Il fiume scorre fra rive coperte di salici, pioppi bianchi e ontani neri, su cui nidificano molti aironi, mentre nelle aree golenali più lontane dal fiume crescono folte macchie boscate di farnie, frassini, olmi e aceri campestri.

Il fiume è libero di divagare su spazi ampi, non più costretti da arginelli inutili e le piene sono poco frequenti.

L'acqua del fiume raramente assume colorazioni diverse dal verde o dall'azzurro cupo e si possono facilmente pescare storioni di grandi dimensioni mentre grandi branchi di cheppie risalgono il fiume in aprile per deporvi le uova: la gente durante l'estate scende al fiume e fa il bagno in pozze profonde qualche metro, dove crescono anche molte piante acquatiche.

Inoltre vengono spesso organizzate discese in canoa a cui partecipano decine di appassionati.

I siluri sono scomparsi, decimati da un'epidemia tipica della specie, e le nutrie sono state falciate da inverni rigidi.

L'acqua è abbondante tutto l'anno: gli agricoltori non attingono più grandi quantità d'acqua

poiché sono migliorate le tecniche di irrigazione e sono stati costruiti bacini per la raccolta invernale delle acque.

Il fiume non più bacinizzato da dighe e briglie non ha soluzione di continuità, e con la sua ampia e continua portata permette la sopravvivenza di innumerevoli specie vegetali e animali.

Il fiume scorre in ampi meandri all'interno dei quali sono cresciute macchie boscate e boschi naturaliformi da reddito, dove si possono osservare tassi e caprioli: le lanche sono sempre piene d'acqua dove nuotano enormi lucci e centinaia di anatre.

Gli scarichi dei paesi vengono attentamente depurati: ogni azienda agricola ed ogni borgo ha un impianto di fitodepurazione che depura le acque che fluiscono nei fossi, nei canali e poi nell'Oglio.

I canali sono ricchi di vegetazione acquatica e sulle sponde crescono filari di arbusti e di alberi: le acque sono pulite poiché dai campi non scendono più acque ricche di nutrienti eutrofizzanti, poiché i campi sono delimitati da ampie fasce tampone.

I campi danno reddito agli agricoltori e costituiscono una straordinaria rete ecologica attraverso cui piante e animali si spostano dal fiume alle campagne circostanti e dai campi al fiume.

La gente passeggia sulle carraie a piedi o in bicicletta all'ombra dei filari e ci sono turisti che dal Po risalgono sino alle sorgenti dell'Oglio sull'Adamello senza mai abbandonare il fiume e frequentando i numerosi agriturismi, bed and breakfast e hotels che sono sorti in prossimità del fiume: i centri storici si sono ormai dotati di strutture ricettive e molte cascine sono diventate ecomusei del territorio.

Il Fiume Oglio è tutelato da un parco, il Parco Regionale dell'Oglio, che si estende da Sarnico al Po e comprende tutti i comuni del bacino sublacuale del fiume: i comuni hanno compreso che il parco rappresenta un'ottima opportunità di pianificazione e di gestione e vengono realizzate opere in maniera partecipata e collegiale, senza confini comunali o provinciali.

I comuni hanno la consapevolezza di appartenere al Parco e di esserne i principali gestori e protagonisti: le attività di monitoraggio delle acque sono frequenti e chi inquina viene perseguito e sanzionato pesantemente.

Grazie all'educazione ambientale svolta nelle scuole si è riusciti ad avere una maggiore sensibilizzazione delle nuove generazioni: non ci sono più rifiuti abbandonati nelle golene.

Si è sviluppata l'idea ottocentesca del Bel Paesaggio, anche attraverso il recupero della rete ecologica e la gente gode di un sano paesaggio agricolo e fluviale.

Questo non è la descrizione dei buoni propositi ma è il sogno che i partecipanti al Forum dell'Oglio vorrebbero vedersi avverare, magari nelle prossime generazioni, fra una cinquantina d'anni.





Il piano d'azione

Il piano d'azione

I risultati della caratterizzazione integrata (Qualità chimico-fisica, Qualità biologica e Qualità idromorfologica) hanno fornito un quadro esaustivo dello Stato Ecologico del bacino sublacuale, che, come si può vedere nella figura sottostante, mostra una situazione sufficiente, nonostante le gravi criticità descritte, e nel tratto mediano del fiume addirittura buona.

L'obiettivo principale del progetto STRARIFLU è costituito dalla definizione di un Piano d'azione che da una parte identifichi le linee d'azione adottabili lungo tutta l'asta fluviale e dall'altra preveda la definizione di casi pilota relativi ad alcune linee d'azione, condivisi nel forum e dei quali si cercherà di favorire la realizzazione.

L'elenco degli obiettivi descritti discende dalla caratterizzazione integrata del fiume e dall'analisi delle sue problematiche idrauliche e la lista delle linee d'azione costituisce la modalità di raggiungimento di tali obiettivi.

Indice stato ecologico

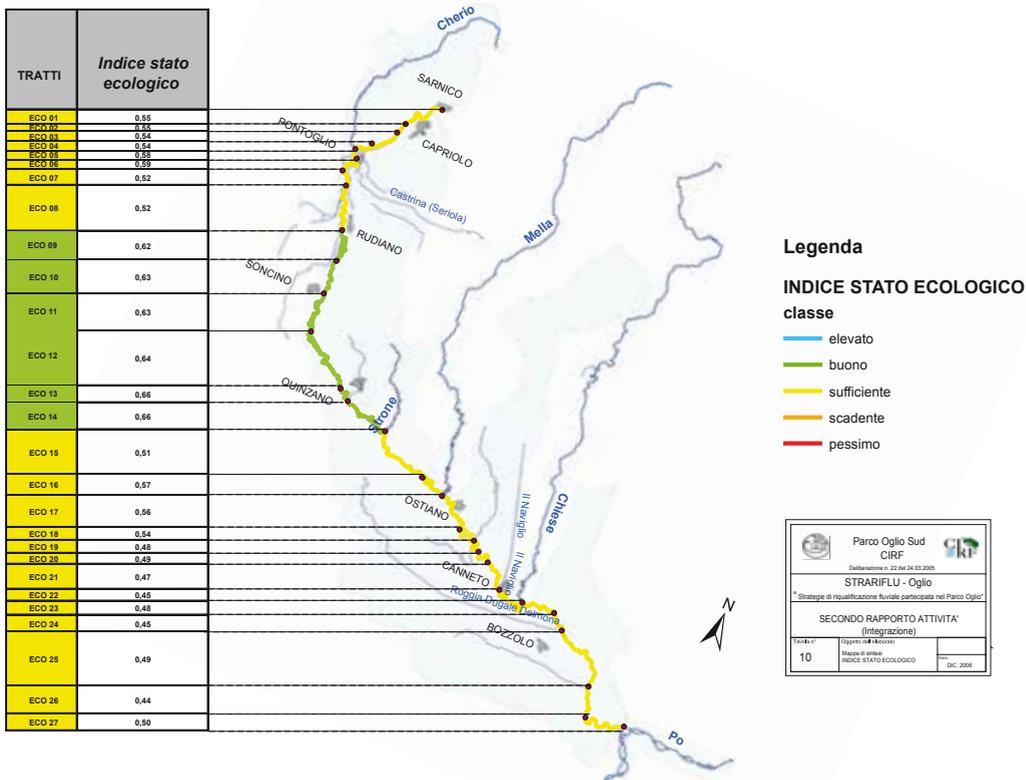


Tabella 1 - Lista degli obiettivi del Piano d'Azione

OBIETTIVO GENERALE	DESCRIZIONE OBIETTIVO GENERALE	ATTRIBUTI PRINCIPALI	ATTRIBUTI SECONDARI	DESCRIZIONE OBIETTIVO SPECIFICO
NATURA	<i>favorire l'instaurarsi di dinamiche geomorfologiche ed ecologiche più naturali rispetto alla situazione attuale.</i>	Qualità chimico-fisica	Condizioni generali qualità dell'acqua	Migliorare la qualità dell'acqua
		Qualità biologica	Macroinvertebrati	nessun obiettivo specifico, se non come conseguenza del miglioramento degli habitat disponibili realizzabile perseguendo gli altri obiettivi
			Fauna ittica	permettere lo sviluppo di una comunità ittica in buone condizioni
			Vegetazione terrestre	migliorare struttura, naturalità e copertura, ricreando un corridoio vegetale pressoché continuo lungo il fiume
		Qualità idromorfologica	Regime idrologico	avvicinare maggiormente il regime a quello naturale, ricercando un nuovo compromesso con gli usi economico-produttivi
			Continuità fluviale	aumentare le aree di esondazione e la diversificazione morfologica della piana
			Mobilità laterale	aumentare le possibilità di divagazione morfologica del corso d'acqua
			Equilibrio morfologico	favorire lo stabilirsi di condizioni di equilibrio dinamico, come conseguenza del raggiungimento degli altri obiettivi geomorfologici
			Condizioni morfologiche	nessun obiettivo specifico
		FRUIZIONE1	<i>promuovere una fruizione sostenibile del fiume</i>	
RISCHIO IDRAULICO E IDROMORFOLOGICO	<i>ridurre (o non aumentare) il rischio idraulico e idromorfologico</i>			
USI ECONOMICO-PRODUTTIVI	<i>rendere possibili gli usi economici-produttivi legati all'uso della risorsa idrica</i>			
RIDURRE I COSTI PER LA COLLETTIVITÀ	<i>individuare un assetto del corso d'acqua che minimizzi i costi di gestione del sistema</i>			

Identificazione degli obiettivi

La caratterizzazione integrata dell'ecosistema fluviale e l'analisi della bibliografia relativa al rischio idraulico e idrogeologico hanno permesso, nonostante l'attività di caratterizzazione presenti ancora qualche lacuna strutturale, di mettere in evidenza i principali problemi dell'Oglio sub-lacuale e di prospettare soluzioni per la loro mitigazione e riduzione nel prossimo futuro.

Identificazione delle linee di azione

Alle luce di quanto emerso dalla caratterizzazione a supporto del progetto e degli obiettivi che ne conseguono, si propone una lista di linee d'azione che funga da supporto per il confronto nell'ambito della pianificazione di interventi nel breve, medio e lungo termine all'interno del bacino.

Si sottolinea come molte delle linee d'azione possono raggiungere nel tempo svariati obiettivi, oltre a quelli specifici descritti: ad esempio, migliorare il regime idrologico può servire anche per favorire la fruizione in termini di balneabilità e possibilità di pesca.

Tabella 2 - Lista delle linee d'azione del Piano d'Azione

OBIETTIVO GENERALE	ATTRIBUTI PRINCIPALI	ATTRIBUTI SECONDARI	LINEE D'AZIONE
NATURA	Qualità chimico-fisica	Condizioni generali della qualità dell'acqua	Migliorare la qualità dell'acqua riducendo i carichi e aumentando la capacità di autodepurazione del territorio - azioni per ridurre l'inquinamento diffuso di origine agricola/zootecnica - azioni per ridurre l'impatto dell'inquinamento puntuale derivante da depuratori civili
		Macroinvertebrati	si vedano le azioni per la qualità dell'acqua e la qualità idromorfologica
	Qualità biologica	Fauna ittica	Ripristinare la continuità longitudinale e favorire i processi per la creazione di habitat idonei - realizzazione di passaggi per pesci (o altri interventi ad analogia finalità) negli sbarramenti trasversali - eventuale rimozione degli stessi sbarramenti trasversali - si vedano le azioni per la qualità idromorfologica
		Vegetazione terrestre	Modificare la morfologia del corso d'acqua e riforestare per migliorare lo stato della vegetazione terrestre - interventi puntuali di riforestazione/gestione, inclusi gli interventi di forestazione con finalità idraulica già previsti per aumentare la scabrezza delle golene - rimodellamento morfologico delle golene (dove non intervengano nella dinamica geomorfologica) con conseguente abbassamento e riconnessione con la falda fluviale - rimozione di argini e difese non utili
	Qualità idromorfologica	Regime idrologico	Migliorare il regime idrologico, per coniugare le esigenze antropiche con quelle dell'ecosistema fluviale - politiche partecipate di gestione dei rilasci dal Lago d'Iseo e dei prelievi ad uso irriguo - buone pratiche negli usi irrigui e riconversione culturale per ridurre la domanda irrigua
		Continuità fluviale	Riqualificare per migliorare stato morfologico e habitat e per ridurre il rischio idromorfologico - rimozione di argini e difese non necessari - interventi per accelerare il recupero delle dinamiche geomorfologiche
		Mobilità laterale	
Equilibrio morfologico			
Condizioni morfologiche			
FRUIZIONE			Migliorare lo stato dell'ecosistema fluviale per favorire la fruizione Si vedano le azioni per l'obiettivo natura, e in particolare: migliorare la qualità dell'acqua migliorare il regime idrologico Linee d'azione specifiche per la fruizione da determinare nel forum - progetto concordato d'area per il miglioramento del sistema agro-ambientale lungo l'asta del Fiume Oglio - interventi di rimboschimenti fasce ripariali - gestione della risorsa idrica in condizioni di carenza idrica, con l'obiettivo di promuovere la revisione delle concessioni idriche per ridurre gli sprechi idrici e di avviare uno studio di fattibilità per una diversa gestione delle acque - comunicazione ed educazione ambientale con l'obiettivo di favorire l'aumento presso la Comunità Locale della conoscenza dei valori e delle potenzialità del territorio fluviale attraverso una campagna di incontri informativi - offerta turistica integrata con l'obiettivo di favorire la messa in rete delle attività legate alla ricettività turistica attraverso la stipula di un accordo tra gli operatori per la promozione di un'offerta turistica integrata. - greenway per migliorare la fruizione dell'Area Parco attraverso la realizzazione di un percorso ciclabile lungo il fiume.
RISCHIO IDRAULICO E IDROMORFOLOGICO			Si vedano le azioni in <i>Qualità idromorfologica</i> che contribuiscono a questo obiettivo
USI ECONOMICO-PRODUTTIVI			Si vedano le azioni in <i>Regime idrologico</i>
RIDURRE I COSTI PER LA COLLETTIVITÀ			Ridurre opere, difese e più in generale l'artificializzazione del sistema per diminuire i costi di manutenzione e ripristino dello stesso (diverse azioni in <i>Qualità idromorfologica</i> contribuiscono a questo obiettivo). Recuperare o mantenere nel corso d'acqua condizioni di equilibrio geomorfologico per limitare i danni alle strutture esistenti

Le linee d'azione del piano

Linea d'azione "migliorare la qualità dell'acqua riducendo i carichi e aumentando la capacità di autodepurazione del territorio"

Le linee di azione prospettate possono essere implementate tramite le azioni di seguito elencate.

- Azioni per ridurre l'inquinamento diffuso di origine agricola/zootecnica
 - *Fasce Tamponate Boscate (FTB)*
 - *Fitodepurazione alla foce dei canali*
 - *Rinaturazione e pratiche più conservative di gestione della vegetazione dei canali irrigui e di bonifica*
 - *Buone pratiche agricole (minori concimazioni, minori sprechi idrici, utilizzo di colture meno idroesigenti)*
 - *Trattamento alla fonte in allevamento*
 - *Maggiori controlli*
- Azioni atte a ridurre l'inquinamento puntuale derivante da depuratori civili
 - *Trattamento degli scarichi non depurati*
 - *Miglioramento dell'efficacia depurativa degli impianti esistenti*
 - *Interventi per ridurre il carico degli scolmatori delle reti miste e delle acque di pioggia*
 - *Riutilizzo agricolo delle acque depurate*
 - *"Delocalizzazione" degli scarichi su corpi idrici meno "sensibili" agli impatti*

Linea d'azione "modificare la morfologia del corso d'acqua e forestare per migliorare lo stato della vegetazione terrestre"

Questa linea d'azione rientra tra le più "classiche" e prevede la creazione di una fascia continua di vegetazione ben strutturata e naturale che percorre il fiume da monte a valle.

La realizzazione di tale attività trova però notevoli difficoltà, principalmente di natura economica, essendo la maggior parte dei terreni di pertinenza fluviale di proprietà privata, spesso coltivati con attività altamente remunerative.

Risulta evidente che il tema chiave per applicare tale linea d'azione è l'individuazione dei meccanismi economici utilizzabili per finanziare la forestazione; si prospettano, ad una prima analisi, tre possibilità:

- finanziamento pubblico diretto per realizzare parte delle azioni di riqualificazione
- finanziamento privato tramite la vendita di inerti estratti dalle golene
- finanziamento per scopi idraulici.

Il finanziamento mediante la vendita di inerti nelle aree da forestare, rientra nella strategia più complessiva di riqualificazione delle golene.

L'ultima possibilità prospettata risulta nuova ed estremamente interessante: vi sono, infatti, aree golenali dove realizzare un aumento di scabrezza al fine di favorire la laminazione delle piene,

così da rallentare le acque in transito e diminuire il picco di piena più a valle; in questo modo un intervento di forestazione potrebbe essere finanziato nell'ambito degli interventi per scopi idraulici.

Linea d'azione "migliorare il regime idrologico, per coniugare le esigenze antropiche con quelle dell'ecosistema fluviale"

In questa linea d'azione ricadono da un lato tutti gli interventi finalizzati alla riduzione della domanda, che nello specifico saranno perlopiù indirizzati al settore irriguo, dall'altro le azioni che mirano ad una diversa, e più efficiente allocazione delle risorse tra usi conflittuali.

Si tratta cioè di trovare delle alternative gestionali del sistema (del Lago d'Iseo e delle derivazioni e rilasci lungo il corso dell'Oglio) diverse dall'attuale e che costituiscano un miglior compromesso tra i diversi usi conflittuali in atto.

Questo difficilmente si può raggiungere al di fuori di un processo partecipato, in cui il miglioramento o peggioramento della situazione dei diversi portatori di interesse (in questo caso, fiume incluso) siano misurati in modo trasparente per tutte le alternative gestionali prese in considerazione.

Linee d'azione "Riqualificare per migliorare stato morfologico e habitat e per ridurre il rischio idromorfologico"

Questa linea d'azione da un lato mira a migliorare direttamente lo stato ecologico del corso d'acqua recuperando una condizione morfologica più naturale; lo fa, tuttavia, anche indirettamente, in quanto tenta di recuperare le dinamiche geomorfologiche naturali, fondamentali nel processo di creazione e mantenimento di habitat.

In relazione a questa linea d'azione sarà di primaria importanza mettere in luce eventuali sinergie con l'obiettivo di riduzione del rischio idraulico e idromorfologico, ovvero azioni che, migliorando l'ecosistema, contribuiscano ad esempio ad aumentare l'area a disposizione per l'espansione/laminazione delle piene o a ripristinare eventuali squilibri nel bilancio dei sedimenti a scala di bacino.

Linee d'azione "riqualificare per ambiente, rischio idraulico e geomorfologia"

Questa linea d'azione intende mettere in pratica uno dei pilastri della filosofia della riqualificazione fluviale: si ritiene infatti che in molti casi sia possibile e preferibile restituire al corso d'acqua almeno parte della sua dinamica naturale morfologica ed idraulica, al fine di ottenere benefici in termini di rischio idraulico e di gestione del dissesto morfologico, piuttosto che proseguire nella logica di sottrazione di spazio al fiume e di artificializzazione dell'alveo.

In sostanza, si ritiene che, spesso, permettere al fiume di divagare nell'ambito di una fascia di mobilità funzionale sia meglio, anche dal punto di vista economico, che continuare ad intervenire con opere che bloccano questa dinamica, anche in siti, ad esempio molte aree agricole, dove il valore soggetto a possibile danno può essere inferiore al costo dell'intervento; allo stesso modo, si ritiene che aumentare quanto possibile gli spazi per esondare e laminare le piene sia più sicuro che costringere i corsi d'acqua entro argini sempre più alti e continui lungo il percorso.

Nel caso in esame dell'Oglio sub-lacuale, queste dichiarazioni di principio, di cui l'applicabilità

va comunque sempre verificata caso per caso, sono state adottate anche dall'Autorità di bacino del Fiume Po nello *Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Oglio nel tratto da Sarnico alla confluenza in Po attraverso*:

- la restituzione al corso d'acqua di aree compatibili con i fenomeni idraulici (allagamento) e morfologici (divagazione), anche rimuovendo o riducendo le opere idrauliche esistenti e/o realizzandone altre più lontane dall'alveo per proteggere eventuali aree sensibili presenti al margine;
- la riduzione del livello di protezione, quando il sistema difensivo limiti in modo sovrabbondante (per dimensioni o, più spesso, posizione) le dinamiche fluviali previste con lo scopo, inoltre, di aumentare la biodiversità del territorio favorendo al massimo lo sviluppo della vegetazione ripariale e migliorando la rete ecologica esistente;
- azioni di recupero della funzionalità (per quanto possibile) naturale del corso d'acqua, le quali si concretizzano nella riacquisizione alla pertinenza fluviale di aree golenali le più ampie e continue possibili, nelle quali consentire il manifestarsi delle dinamiche idro-morfologiche (espansione e laminazione dei deflussi, divagazione dell'alveo) assecondando il naturale sviluppo della vegetazione ripariale.

Purtroppo, però, dall'analisi effettuata sul campo si evince che "riqualificare per diminuire il rischio idraulico" sia in realtà difficilmente perseguibile lungo l'Oglio, in quanto nell'alto corso le aree da recuperare alla laminazione delle piene sono di dimensioni non elevate, nel medio corso sono pochi gli argini che impediscono una laminazione quasi naturale, e quindi anche in questo caso sono poche le aree recuperabili e nel basso corso, dove gli alti argini che accompagnano il fiume sino al Po suggerirebbero di recuperare aree alla laminazione mediante il loro arretramento, è forte l'influenza delle piene del Po, che di fatto stabiliscono i livelli nel fiume e rendono scarsamente efficaci eventuali allargamenti degli argini o abbassamenti di golene.

Anche dal punto di vista geomorfologico, sebbene l'alveo si sia nel tempo abbassato, pare che lungo l'Oglio sublacuale non vi siano attualmente situazioni di grave dissesto di opere civili (ponti, opere spondali) dovute ad incisione generalizzata che possano giustificare interventi di riqualificazione a larga scala improntati a "restituire la dinamica naturale per risolvere i problemi di dissesto ed evitare i costi di una forte artificializzazione". Interventi di tale tipo potrebbero al limite essere perseguibili a livello locale.

Appare invece molto probabile che una restituzione di una dinamica più naturale al corso d'acqua possa apportare notevoli miglioramenti allo stato dell'ecosistema fluviale.

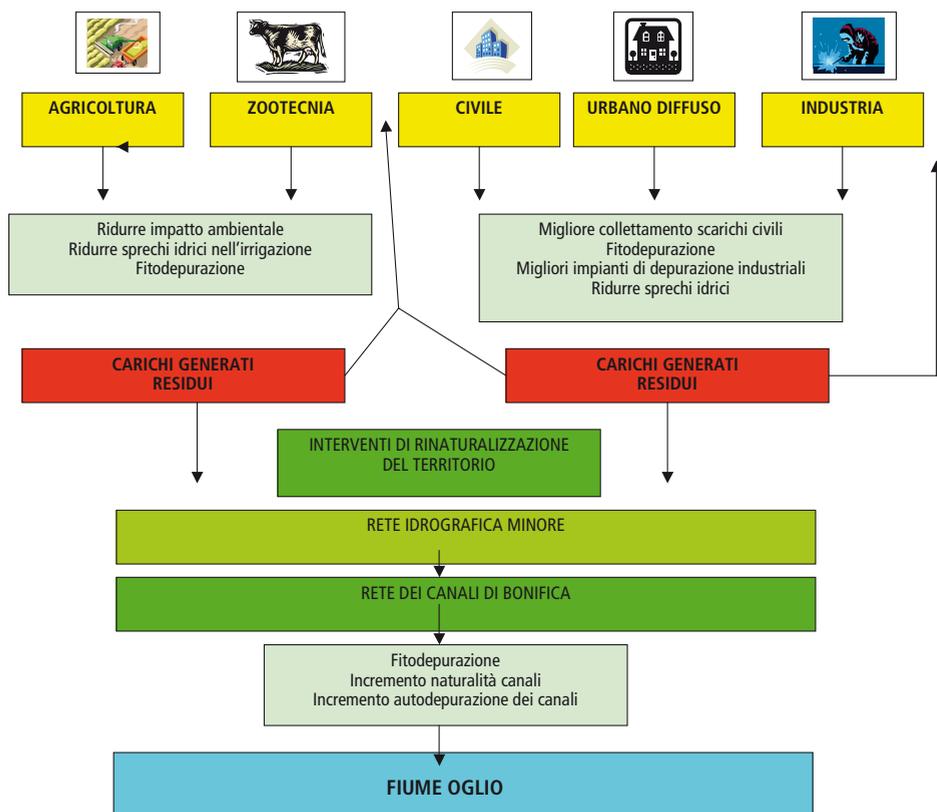
Da queste considerazioni nasce la decisione di adottare comunque tale linea d'azione, sebbene le sinergie attivabili del tipo "più natura per più sicurezza" trovino qui maggiori difficoltà ad essere applicate rispetto ad altri corsi d'acqua italiani: occorrerà comune valutare se ciò sia realmente vero in linea generale, e per questo si sono iniziati ad individuare alcuni siti pilota dove sperimentare l'eliminazione di argini e difese spondali, classificati come "non necessari" poiché proteggono dalle alluvioni del fiume aree agricole o incolti che non presentano alcun pericolo idraulico, al fine di valutare i benefici ambientali ma anche idraulici e geomorfologici.

È stata inoltre avanzata l'ipotesi di abbassamento delle golene, in particolare nel basso corso all'interno del territorio del Parco Regionale Oglio Sud.

Questo tipo di intervento potrebbe avere effetti notevoli dal punto di vista ambientale sia per la diversificazione degli habitat che indurrebbe lungo la fascia di passaggio tra l'alveo e la golenia, sia perché permetterebbe l'instaurarsi in golenia di vegetazione igrofila, che ora risente invece in modo negativo della mancanza di acqua a livello radicale a causa dell'abbassamento della falda.

D'altra parte, se lo scavo viene effettuato in aree golenali non più raggiunte dalla dinamica morfologica del fiume, ovvero in pratica divenute dei terrazzi, l'asporto di sedimenti non determinerebbe un deficit a valle. Gli aspetti geomorfologici, e le modalità e limiti di applicazione di questo tipo di intervento andranno comunque analizzati a fondo, e le eventuali azioni andranno accompagnate da un adeguato monitoraggio, in particolare nell'ottica della realizzazione di azioni pilota, eventualmente estendibili al resto del bacino o ad altri bacini simili.

Tenendo conto che la maggior parte delle golene, anche dentro gli argini maestri, sono di proprietà privata, risulta chiaro come questa linea d'azione potrà trovare applicazione solo individuando i meccanismi economici per cui, dalla vendita di parte (o per intero, a seconda dei casi) degli inerti estratti si possano ricavare le risorse per l'acquisto dell'area; risulterà inoltre utile effettuare tali valutazioni indagando diverse alternative d'azione, che prevedono l'asportazione differenziata nel sito di intervento degli inerti e la riqualificazione di parti dell'area, lasciandone altre alla coltivazione da parte dei proprietari, risarciti solo per la quota di superficie ceduta.



Le azioni prioritarie del piano d'azione del fiume oglio

A conclusione del processo partecipativo sono emerse 15 azioni da promuovere nel prossimo futuro per raggiungere l'auspicato miglioramento delle condizioni ambientali, di sicurezza idraulica e di fruibilità.

Vengono descritte le azioni ordinate secondo il punteggio ottenuto durante la votazione dell'ultimo forum plenario, tenutosi a Castelfranco d'Oglio (Drizzona - CR) il 10 maggio 2008.



Forum Castelfranco



Forum Castelfranco votazione

Azione: riforestazione del demanio fluviale

Il Parco Regionale Oglio Sud ha già realizzato nelle aree demaniali oltre 35 ettari di boschi ripariali e altri 13 ettari verranno rimboschiti nel prossimo biennio.

L'azione intende estendere anche al Parco Oglio Nord la stessa metodologia di riforestazione delle golene fluviali.

Le specie arboree ed arbustive utilizzate sono Acero campestre, Ontano nero, Sanguinella, Nocciolo, Biancospino, Fusaggine, Frangola, Frassino meridionale, Ligustro, Melo selvatico, Gelso, Moro, Pioppo bianco, Pioppo nero, Prugnolo, Pero selvatico, Farnia, Salice bianco, Salice cenerino, Salice rosso, Salice da ceste, Sambuco, Olmo campestre, Lantana, Pallon di maggio.

I boschi ripariali generano un incremento della stabilità delle rive e dei terreni golenali, aumentano il tempo di ritenzione delle acque di piena, cioè ne diminuiscono la velocità, e di conseguenza riducono drasticamente il potere erosivo delle piene stesse e la loro pericolosità.

La crescita delle piante sulle rive e nelle golene determina un aumento della sicurezza idraulica e non una diminuzione: la cosiddetta "pulizia dell'alveo dei fiumi" provoca un assoluto impoverimento degli habitat fluviali, che invece necessitano di un proprio ampio spazio vitale, con cicli idrologici e processi geomorfologici che spesso non coincidono con una gestione meramente idraulica.



Imboschimento

Azione: interventi di riconnessione lanche

Le lanche costituiscono l'habitat di molte specie vegetali ed animali che trovano rifugio, cibo e siti riproduttivi all'interno di questi ambienti ai margini dell'alveo fluviale e pertanto costituiscono aree importantissime per la salvaguardia e la conservazione di molte specie di interesse prioritario a livello europeo.

Queste importanti oasi di biodiversità sono state eliminate lungo la maggior parte dei corsi d'acqua padani negli ultimi due secoli, con un'accelerazione del fenomeno negli ultimi cinquanta anni: quelle rimaste, inoltre, vanno naturalmente incontro ad un processo di interrimento molto veloce che ne provoca la scomparsa in pochi anni.

Nelle lanche, a causa del lento defluire delle acque, è favorito il processo batterico di denitrificazione, ossia l'eliminazione dei nutrienti azotati presenti nelle acque del fiume. La presenza di questi ambienti pertanto aumenta la capacità autodepurativa del sistema fluviale nei confronti dell'azoto, più diffuso inquinante delle acque, derivante principalmente dalle attività agrozootecniche.

L'azione si propone di realizzare interventi di riconnessione delle lanche relitte, attraverso l'asportazione o almeno l'attuazione di una gestione passiva (ossia la non-gestione) di inutili difese spondali e/o l'abbassamento di arginelli golenali in modo tale da riconnettere il flusso delle acque durante le morbide attraverso le lanche.



Azione: incrementare la depurazione con impianti di fitodepurazione

La maggioranza dei depuratori presenti nel bacino dell'Oglio sublacuale serve piccole comunità, con un numero limitato di abitanti equivalenti, raramente superiore a 2000 unità: è ampiamente dimostrato che la resa depurativa di questi impianti non è particolarmente efficiente.

È altrettanto dimostrato che per le piccole comunità approcci alternativi "low cost" basati su sistemi che mimano quelli naturali e non richiedono apporti energetici esterni hanno buone efficienze depurative. Questi approcci alternativi si basano sulla fitodepurazione, ovvero la depurazione delle acque attraverso l'utilizzo di piante acquatiche, tecnica che si propone l'obiettivo di abbattere gli inquinanti, in prevalenza provenienti da scarichi civili, minimizzando i costi di realizzazione e di gestione e semplificando la manutenzione.

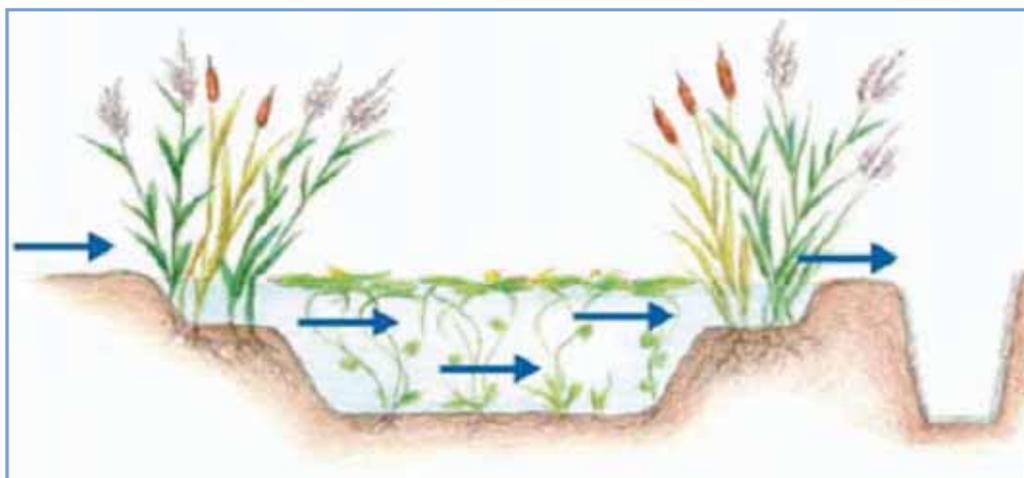
La depurazione naturale è in grado, sopportando anche forti variazioni orarie del carico organico e idraulico, di ottenere rese depurative, soprattutto per i parametri dell'azoto, solidi sospesi, COD, BOD₅, con un impatto ambientale quasi nullo e un consumo energetico assai ridotto rispetto ad altri sistemi di depurazione.

Gli impianti di fitodepurazione si possono utilizzare per depurare gli scarichi civili o misti, gli scarichi industriali (aziende vinicole, oleifici, caseifici, industria conserviera), le acque di dilavamento delle strade, i reflui zootecnici.

È necessario ricorrere a questo tipologia di impianti quando vi è variabilità dal punto di vista sia qualitativo che quantitativo delle caratteristiche del liquame durante la giornata o in maniera ciclica, quando occorre effettuare una manutenzione e una gestione non troppo onerosa.

L'efficacia di depurazione di questi impianti è paragonabile a quella degli impianti tecnologici.

L'azione è rivolta agli Enti locali e agli Ambiti Territoriali Ottimali e si propone di diffondere la conoscenza sulle corrette modalità di realizzazione e gestione degli impianti di fitodepurazione per favorire la riconversione degli impianti obsoleti e migliorare la qualità del reticolo idrico minore.



Impianto di fitodepurazione a flusso libero superficiale

Azione: monitoraggio qualità e portata idrica

Questa azione è finalizzata a mantenere e implementare lungo l'asta fluviale una rete di monitoraggio della qualità chimica e microbiologica delle acque e delle portate che sia rappresentativa del fiume in tutto il suo percorso e a tarare nuove scale di deflusso ricorrendo a sistemi automatici di rilevazione dei flussi, anche attraverso una maggiore trasparenza ed accessibilità dei dati ad ogni ente ed ad ogni singolo cittadino interessato.

Le scale di deflusso, in un fiume come l'Oglio soggetto a variazioni estreme delle portate dovrebbero infatti essere tarate sia nel periodo di magra che nel periodo di piena.

Questa azione potrebbe essere interfacciata ad attività "sperimentali" sul territorio, quali invasare i canali del reticolo idrografico secondario anche nel periodo non irriguo per incrementare la ricarica della falda, mantenere substrati impermeabili, evitare perdite di carico estive e mantenere attive le funzioni del reticolo minore, compatibilmente con la sicurezza idraulica.

L'azione potrebbe inoltre portare alla ridefinizione delle concessioni irrigue ed industriali alla luce della necessità di un deflusso minimo e delle reali restituzioni dalla falda, evitando l'interruzione estiva delle portate in alveo che si verifica in più punti nel tratto centrale del fiume.



Oglio in magra

Azione: riqualificazione integrata di alcuni immissari del fiume Oglio

Visto il carico inquinante degli affluenti dell'Oglio, che generalmente sono di un ordine di grandezza superiore rispetto a quello del Fiume, la strategia più efficace per migliorare la qualità complessiva del bacino sublacuale risulta essere l'incremento della qualità idrochimica degli affluenti e la loro riqualificazione naturalistica e ambientale.

Attualmente molti canali presentano una scarsa o scarsissima vegetazione acquatica e ripariale a causa della gestione prettamente idraulica effettuata fino ad oggi dai Consorzi di Bonifica: le piccole golene dei canali sono spesso utilizzate per colture cerealicole intensive o per la coltivazione del pioppo.

I progetti pilota in corso di elaborazione sul Canale Navarolo e sul Fiume Gambarà prevedono di migliorare la capacità autodepurativa del canale tramite la realizzazione di canneti e macchie boscate nelle aree golenali e la meandrazione del corso.

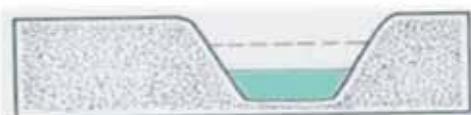


Navarolo - Gambarà

Una migliore gestione dei canali dal punto di vista naturalistico ed ambientale apporterebbe un notevole incremento della biodiversità con conseguente aumento della fruibilità da parte sia della popolazione locale che dei turisti.

Una gestione più attenta alle esigenze ambientali del territorio potrebbe essere attuata, senza compromettere la sicurezza idraulica e ridurre la gestione idraulica, attraverso la diversificazione ambientale dell'alveo, la formazione di meandri, la rivitalizzazione di fossi o canali abbandonati, la realizzazione di prati umidi o di zone allagate solo temporaneamente, l'ampliamento di fasce spondali con vegetazione ripariale, il ripristino di canneti e di cariceti, la messa a dimora di piccole macchie boscate sulle rive o nelle golene dei canali stessi, la realizzazione di sentieri natura con capanni per l'osservazione degli animali.

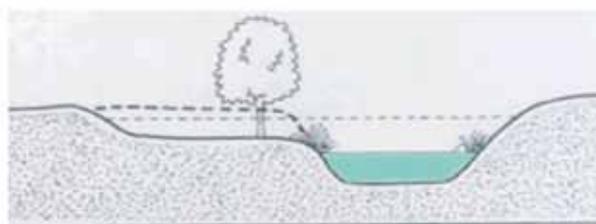
Interventi di miglioramento ecologico dei canali di bonifica



Canale senza vegetazione



Con banchina per lo sviluppo di vegetazione igrofila



Alveo a due livelli con habitat differenziati

Ripreso e modificato da Malcevski, Bisogni e Gariboldi, 1996. "Reti ecologiche ed interventi di miglioramento ambientale". Il Verde Editoriale.

Interventi di riqualificazione per il miglioramento della qualità idrochimica del fiume Oglio

Gli interventi sottoelencati, se realizzati, potrebbero apportare un notevolissimo miglioramento alla qualità delle acque dei canali di bonifica ma soprattutto alle acque del fiume Oglio e quindi potrebbero portare ad un importante risanamento ambientale complessivo della porzione meridionale del bacino sublacuale.

CORSO D'ACQUA	TIPOLOGIA DI INTERVENTO
ACQUE ALTE	Intervento di fitodepurazione sul tratto recapito finale nell'Oglio
DUGALE ASPICE	Fitodepurazione su scarichi fognari di Corte dè Frati, di Grontardo e di Pescarolo Intervento di fitodepurazione sul tratto recapito finale nell'Oglio
COLATORE CIDELLARA PIAVE	Intervento di fitodepurazione sul tratto recapito finale nell'Oglio
DUGALE CINGIA	Intervento di fitodepurazione sul tratto recapito finale nel Canale Acque Alte
CAVO CIRIA	Fitodepurazione su scarichi fognari di Cicognolo, Cappella dè Picenardi, Pessina Cremonese Intervento di fitodepurazione sul tratto recapito finale nel Cavo Magio
DUGALE DELMONA TAGLIATA	Fitodepurazione su scarichi fognari di Ca' d'Andrea, Calvatone, Piadena, Voltido Intervento di fitodepurazione sul tratto recapito finale nell'Oglio
DUGALE DELMONA VECCHIA	Fitodepurazione su scarichi fognari di Vescovato Intervento di fitodepurazione sul tratto recapito finale nel Dugale Delmona Tagliata
DUGALE GAMBALONE	Fitodepurazione su scarichi fognari di Sospiro e zone limitrofe Intervento sul tratto recapito finale nel Canale Acque Alte
FIUME GAMBARA	Fitodepurazione su scarichi fognari di Volongo e aree limitrofe Interventi di rinaturalizzazione vicino alla foce
DUGALE CAVO GRUMONE	Intervento di fitodepurazione sul tratto recapito finale nell'Oglio
ROGGIA MAGIA	Fitodepurazione su scarichi fognari di Casalsigone Intervento sul tratto recapito finale nel Delmona Vecchia
CANALE NAVAROLO	Intervento di fitodepurazione sul tratto recapito finale nel Fossola Inferiore
CAVO NUOVO DELMONA	Intervento di fitodepurazione a monte dello scarico del Cavo Ciria Intervento sul tratto recapito finale nel Delmona Tagliata
CAVO DIVERSIVO MAGIO	Fitodepurazione su scarichi fognari di Drizzona e di Torre dè Picenardi Intervento di fitodepurazione sul tratto recapito finale nell'Oglio
ROGGIA FRATA	Fitodepurazione su scarichi fognari di Casalbuttano Intervento sul tratto recapito finale nel Delmona Tagliata
CANOBBIA VECCHIA	Intervento sul tratto recapito finale nel Cavo Ciria Nuova
TORRENTE TARTARO FUGA	Intervento di fitodepurazione sul tratto recapito finale nell'Oglio
TORRENTE TARTARO FABREZZA	Intervento di fitodepurazione sul tratto recapito finale nell'Oglio

Azione: realizzazione di studi per la diversione degli scarichi dei depuratori

La stagionalità nell'invaso della maggior parte dei canali del reticolo idrografico secondario impedisce che gli stessi possano ricevere le acque reflue dei depuratori presenti nel territorio e conseguentemente un buon numero di depuratori scaricano direttamente nel fiume.

Le campagne sperimentali condotte negli ultimi anni e le stime dei carichi generati sul territorio indicano chiaramente che a livello di bacino gli inquinanti di origine civile rappresentano una piccola frazione rispetto a quelli di origine zootecnica. Localmente però gli scarichi puntiformi dei depuratori hanno un forte impatto sul corpo idrico recettore, in particolare nei periodi di basse portate quando la capacità del fiume di diluire e metabolizzare gli inquinanti è minima.

Questo impatto agisce a più livelli e nel lungo termine altera le caratteristiche del tratto di fiume interessato, come, ad esempio, occludendo gli interstizi tra i ciottoli con materiale particellato fine, ma anche favorendo la crescita di alghe filamentose.

La finalità di questa azione è di avviare una serie di studi di fattibilità mirati a valutare la diversione permanente o temporanea, limitata al solo periodo estivo, degli scarichi di alcuni depuratori, dopo aver verificato la loro compatibilità igienico-sanitaria a fini irrigui, in canali artificiali, destinati all'uso irriguo e caratterizzati da alte portate paragonabili se non superiori ad alcuni tratti del fiume Oglio.

Per questi studi sarebbero stati individuati i depuratori di Paratico, Palazzolo sull'Oglio, Molino del Comune, Castelli Calepio, Pontoglio e Cividino, dato che alcuni degli scarichi di questi depuratori sono estremamente vicini a grandi derivazioni irrigue il che comporterebbe un limitato costo di allacciamento.

I vantaggi di questo progetto sono molteplici, migliorando la qualità chimica e microbiologica delle acque del fiume e diluendo l'inquinamento puntiforme di un depuratore su un territorio molto più vasto.



Canale cementato a Palazzolo

Azione: abbassamento e rivegetazione delle golene

Decenni di escavazioni di sabbie e ghiaie nei fiumi padani hanno provocato un notevole abbassamento dell'alveo fluviale (nel Po l'abbassamento si aggira mediamente intorno a circa 3 metri) che ha comportato in molti fiumi il completo "scollegamento" fra l'alveo di magra, ossia l'alveo dove scorre il fiume per la maggior parte dell'anno, e le golene fluviali.

Le golene non ricevendo più, se non in casi di piene eccezionali, il benefico apporto delle acque, sono divenute molto più aride, poichè il fiume drena le falde superficiali abbassando il livello freatico, a cui possono attingere le radici delle piante arboree ripariali come i salici, molti dei quali si sono seccati negli ultimi anni.

Le formazioni pedologiche presenti (sabbie o limi argillosi), non più bagnate per buona parte dell'anno, rendono le golene assimilabili ad habitat aridi o semiaridi, e pertanto occorre considerare questo importante cambiamento nei progetti di riqualificazione ambientale, dato che alcune specie "*tipiche degli habitat ripariali*" (Sambuco, salici di varie specie, ecc.) non si adattano alle condizioni attuali.

Per riconnettere le golene al fiume si potrebbero prevedere progetti sperimentali di abbassamento di parte delle superfici, tali da permettere un più frequente allagamento, asportando sabbie e limi, e rimettendo nel ciclo sedimentario parte del materiale asportato.

L'abbassamento della golena favorirebbe la spontanea rinaturalizzazione dell'area con la crescita entro pochi mesi di salici e pioppi bianchi e le aree nuovamente allagate fornirebbero inoltre l'habitat ideale per la riproduzione di diverse specie ittiche, come il Luccio o diversi Ciprinidi, e di anfibi, come il Tritone crestatto, la Rana verde ed il Rospo smeraldino, e per la sosta e l'alimentazione di Ardeidi ed Anatidi.



Rinaturalizzazione spontanea della golena dell'Oglio dopo l'asportazione di sabbie da parte dell'AIPO

Azione: Greenway

L'azione prevede il completamento del sistema ciclabile che dalla Val Camonica scenderà fino al Po, tramite la realizzazione di infrastrutture leggere e servizi a supporto della percorribilità lenta e di lunga percorrenza.

La Greenway dell'Oglio non è una semplice ciclovia ma un elemento di valorizzazione e promozione della biodiversità e del paesaggio e al contempo un veicolo per promuovere un turismo sostenibile, volto a contribuire alla scoperta dei territori dei Parchi da parte di turisti e di escursionisti.

Questa azione, la cui importanza è stata riconosciuta a tutti i livelli, sta diventando parte di un progetto più ampio che coinvolgerà le province di Bergamo, Brescia, Cremona e Mantova, i parchi dell'Oglio e i comuni rivieraschi.

Le azioni progettuali da porre in essere riguardano il completamento del sistema ciclabile dell'Oglio da Seniga (BS) a Borgoforte (MN), la ricostruzione dell'antico traghetto fluviale a pendolo tra Casale (San Martino dall'Argine) e San Michele in Bosco (Marcaria) con sistemazione delle aree di imbarco e sbarco, la promozione e la messa in rete degli agriturismi, dei Bed and Breakfast e degli alberghi per l'accoglienza integrata e il trasporto bagagli dai posti tappa in tutta l'asse Val Camonica - Po, i collegamenti ciclabili con centri abitati vicini e con i luoghi di interesse.



Cartello Greenway Palazzolo

Azione: comunicazione ed educazione ambientale

Il piano d'azione si propone come obiettivo prioritario la diffusione presso la comunità locale della conoscenza dei valori e delle potenzialità che offre il territorio fluviale e delle problematiche al fine di stimolare comportamenti consapevoli e responsabili e una fruizione più sostenibile del territorio.

Inoltre si intende favorire la nascita di imprenditorialità legata alla valorizzazione del patrimonio naturalistico del territorio e promuovere il coinvolgimento attivo della Comunità Locale nella pianificazione dello sviluppo del territorio e nell'attuazione degli indirizzi sviluppati e delle attività pianificate nell'ambito del Forum dell'Oglio.

L'azione prevede di incrementare la conoscenza ambientale del territorio attraverso l'organizzazione di incontri formativi destinati ad amministratori, cittadini, associazioni di volontariato e professionali ed eventi promozionali dedicati e con la produzione di materiale divulgativo.



Scolaresca

Azione: realizzazione di interventi di ripristino di passaggi per i pesci

Il Fiume Oglio nel tratto compreso fra il Lago d'Iseo e Calcio (BG) viene spezzettato da numerose dighe e sbarramenti a scopo irriguo, idroelettrico ed industriale che hanno completamente interrotto la continuità fluviale: a causa dell'estrema bacinizzazione di questo tratto di fiume molte specie ittiche non riescono più a risalire il corso d'acqua.



Tamigi, Gran Bretagna. Passaggio per pesci.
Foto riprese da "Fishway: biological basis, design criteria and monitoring"
- FAO n. 364 supplement - 1 2002



Storione cobice (*Acipenser naccari*)

L'obiettivo prioritario dell'azione è costituito dal ripristino della continuità fluviale per i pesci, in particolare per le specie che negli ultimi anni hanno subito i maggiori decrementi, come ad esempio lo Storione cobice (*Acipenser naccari*), la Trota marmorata (*Salmo marmoratus*), il Temolo (*Thymallus thymallus*), il Luccio (*Esox lucius*), l'Anguilla (*Anguilla anguilla*), il Pesce persico (*Perca fluviatilis*), la Tinca (*Tinca tinca*), oltre alle già citate Cheppia e Lasca.

Azione: gestione ittiofaunistica

A causa della distruzione degli habitat naturali, dell'inquinamento provocato dagli scarichi civili, industriali ed agricoli, dell'eccessivo prelievo delle acque a scopo irriguo ed industriale e dell'introduzione di numerose specie alloctone, le comunità ittiche sono cambiate drasticamente. Alla ventina di specie presenti anticamente in Italia (specie autoctone) se ne sono aggiunte una trentina, provenienti soprattutto dall'America settentrionale, dall'Europa centrale e orientale e dall'Asia (specie alloctone).



Luccio testa e siluro

L'azione che si intende promuovere è costituita dalla realizzazione di interventi gestionali volti ad incrementare la biodiversità ittica, coinvolgendo i comuni e le associazioni di pesca sportiva.

I principali interventi che si intendono realizzare riguardano il ripopolamento di specie già presenti, come il Luccio, la reintroduzione di specie estinte o divenute molto rare, come lo Storione cobice, la Lasca e la Cheppia, la realizzazione di habitat di rifugio, come, ad esempio, il mantenimento delle lanche o di altri microhabitat utilissimi alla fauna come i tronchi caduti nel fiume, la realizzazione di habitat riproduttivi, come i letti di semina, il recupero della fauna ittica nel reticolo minore in durante i periodi di carenza idrica, generalmente all'inizio dell'autunno, il contenimento delle specie alloctone con interventi mirati (Siluro, Aspigo, ecc.)

Sarà pertanto necessario un maggiore sforzo di coordinamento fra le quattro province (Bergamo, Brescia, Cremona e Mantova) affinché gli interventi di ripopolamento e di reintroduzione delle specie ittiche possano ristabilire una struttura demografica stabile.

Azione: rimozione di difese e argini non utili

Vi è un generale consenso da parte degli enti preposti alla pianificazione e alla gestione idraulica sull'opportunità di rimuovere o abbandonare le difese spondali e gli argini classificati come inutili, ovvero realizzati in aree che non presentano rischio idraulico.

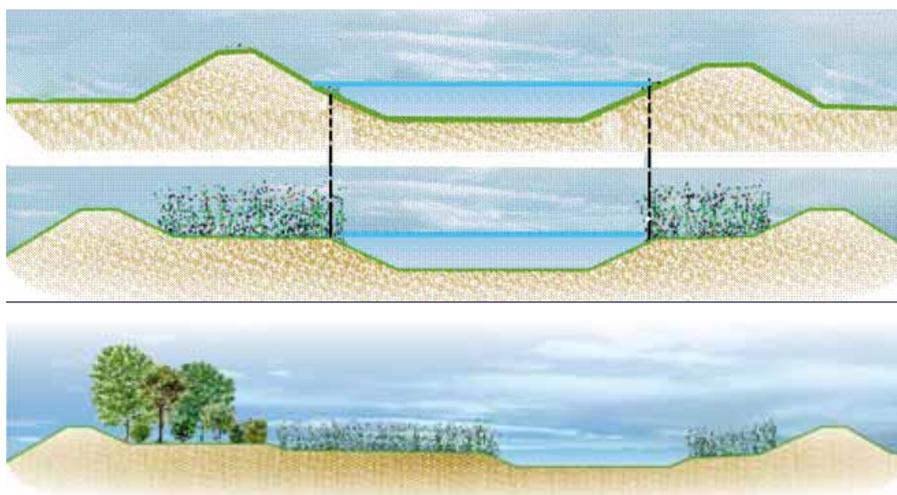
Per ampliare le aree golenali e pertanto restituire al fiume lo spazio che le attività umane gli hanno sottratto negli ultimi decenni occorre provvedere al recupero della connessione laterale del corso, promuovendo la riattivazione delle dinamiche fluviali e la diversificazione morfologica con la conseguente ricostituzione di habitat naturali o paraturali.

Gli argini o le difese possono semplicemente essere non più gestite, verificando le condizioni di sicurezza idraulica del territorio limitrofo, avendo cura di studiare i siti più idonei alla realizzazione di tali interventi, verificando puntualmente i benefici ambientali ottenibili sia a scala locale che di bacino e gli effetti sul ciclo sedimentario complessivo.

Principi di sistemazione

IN PASSATO	IN FUTURO
Deflusso veloce delle acque	Ritenzione delle acque
Salti di fondo	Rampe
Riduzione delle aree golenali	Aumento delle aree golenali
Alveo rettificato e cementificato	Alveo divagante e consolidato a verde
Alveo costretto	Alveo allargato
Alveo intubato	Alveo riportato in superficie
Difesa attiva dalle acque	Difesa passiva dalle acque
Potenziamento delle opere di difesa	Interventi puntuali di conservazione e manutenzione

Ripreso da "Direttiva per l'attuazione degli interventi di ingegneria naturalistica".
Bollettino Ufficiale Regione Lombardia 4° Suppl. Straordinario al n. 4 - 26 gennaio 1996



Azione: offerta turistica integrata

L'azione prevede la messa in rete delle attività legate alla ricettività turistica, considerando come obiettivi prioritari il miglioramento della competitività dell'offerta turistica e il sostegno alle attività imprenditoriali basate sulla valorizzazione del patrimonio naturale e culturale del territorio.

L'azione intende elaborare un inventario delle attività ricettive idonee, creare un pacchetto d'offerta del sistema parchi, sviluppare un sistema della ricettività (ospitalità, ristorazione, produzioni alimentari locali), coinvolgendo musei, associazioni e laboratori artistici.

I partner del progetto sono il Consorzio Agriturismo Mantovano, il GAL (Gruppo di Azione Locale) Oglio Po, gli uffici I.A.T. (Informazione e Accoglienza Turistica) delle Province, le Associazioni Alberghiere e i ristoratori.



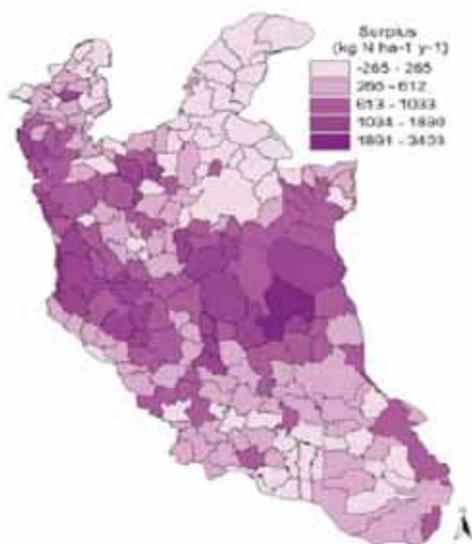
Cibi tipici

Azione: strategia per il contenimento dei carichi diffusi

Nel bacino dell'Oglio sublacuale è stato evidenziato un profondo disomogeneità tra agricoltura e zootecnia, con largo eccesso di capi allevati rispetto alle superfici utilizzabili per gli spandimenti, con un conseguente grande surplus di nutrienti, in particolare di azoto nitrico.

Le strategie sinora applicate al territorio hanno previsto la messa a dimora di fasce tampone ma hanno avuto scarsi risultati data la volontarietà delle azioni da parte degli agricoltori, gli ingenti carichi inquinanti e la frammentarietà degli interventi realizzati sul territorio.

L'azione strategica proposta ha come obiettivi prioritari la riduzione dei carichi di azoto nitrico e di particellato e la razionalizzazione del consumo idrico per scopi irrigui tramite la quantificazione del carico diffuso per ogni sottobacino dell'Oglio (Cherio, Strone, Mella, Gambara e Chiese e i maggiori canali come Delmona Tagliata, Navarolo, ecc.) e la stima della frazione dilavata ed esportata nel reticolo idrografico minore e nella falda freatica, attraverso l'adozione di migliori pratiche agricole per la riduzione degli inquinanti e attraverso la messa a dimora di fasce tampone, la creazione o il ripristino di zone umide che fungano da ecosistemi filtro, la riqualificazione a scopo depurativo e naturalistico dei canali di bonifica.



Stima del surplus dell'azoto, ottenuto per differenza tra carichi agrozootecnici e asportazioni (kg di azoto per ettaro per anno)

Azione: progetto concordato d'area per il miglioramento del sistema agro-ambientale lungo l'asta del fiume

Uno dei progetti individuati dal Piano d'azione per migliorare l'agroecosistema lungo il corridoio fluviale è costituito dal coinvolgimento degli agricoltori nel miglioramento dell'integrità ecologica degli agro-ecosistemi stessi, con una riduzione nel tempo dell'impatto che le colture agricole hanno attualmente sul territorio.

Si prevede, pertanto, di elaborare un progetto concordato d'area che preveda aiuti alle aziende agricole che svolgono attività ecocompatibili, quali l'utilizzo ridotto di pesticidi e concimi chimici, il rispetto delle zone ecotonali, come ad esempio il mantenimento di una fascia prativa al margine del campo con messa a dimora di specie arbustive e arboree, la corretta gestione dei liquami zootecnici e il mantenimento e/o il ripristino della naturalità dei canali irrigui.

Gli aiuti potrebbero essere forniti alle aziende sottoforma di incentivi economici per la produzione certificata oppure attraverso contributi per gli interventi di adeguamento.



Campi

Indicazioni per il miglioramento ambientale del bacino sublacuale del fiume Oglio

Il progetto STRARIFLU ha come obiettivo prioritario il miglioramento ambientale e il ripristino delle condizioni di naturalità, ove possibile, nell'ambito dell'intero bacino sublacuale del Fiume Oglio, ma molti interventi potrebbero essere realizzati anche da singoli enti locali, che molto spesso, a causa della frammentazione delle competenze, che genera indubbiamente problemi nella gestione del territorio fluviale, non conoscono molte delle opportunità che la normativa attuale offre.

Vengono di seguito fornire indicazioni e suggerimenti per sviluppare progetti nell'ambito delle tematiche trattate dai forum dell'Oglio.

Cosa possono fare i Comuni ?

Rischio idraulico e geomorfologia

- Interventi di rivegetazione e rinaturalizzazione delle aree golenali, ai sensi della Legge n. 37 del 5 gennaio 1994 "Norme per la tutela ambientale delle aree demaniali dei fiumi, dei torrenti, dei laghi e delle altre acque pubbliche", attraverso cui i comuni hanno diritto di prelazione nella concessione delle aree demaniali e pertanto possono realizzare progetti di rinaturalizzazione delle golene fluviali.

Qualità chimico-fisica dell'acqua

- Favorire ed incrementare l'autodepurazione dei canali e la creazione di zone umide, incentivando attraverso agevolazioni fiscali la rinaturalizzazione di fossi, canali e/o stagni da parte dei privati.
- Migliorare l'efficienza degli impianti di depurazione, separando le acque bianche dalle acque nere ed incrementando la fitodepurazione, con la costruzione di ecosistemi filtro come trattamenti terziari degli impianti di depurazione chimico-fisici, e costruendo i depuratori per i centri urbani che non ne ancora dotati.
- Creare ed incrementare la realizzazione di fasce tampone boscate lungo aree di pertinenza pubblica ed affidandone agli agricoltori le attività di manutenzione.

Ecosistema fluviale

- Creare una fascia fluviale di vegetazione naturale quasi continua.
- Realizzare nodi, ossia aree ad elevata naturalità, di una rete ecologica, inserendo norme precise all'interno dei nuovi Piano di Governo del Territorio per la tutela della rete ecologica comunale e mettendo a dimora siepi e filari alberati nelle aree comunali, lungo le strade vicinali di competenza comunale.
- Favorire la conservazione ed il ripristino delle zone umide, specialmente quelle perifluviali.

- Riqualificare il reticolo idrico minore, attraverso un adeguato regolamento comunale e attraverso la creazione della rete ecologica in collaborazione con consorzi di bonifica e parco.

Risorsa idrica, fruizione e sviluppo socio-economico del territorio fluviale

- Favorire la fruizione sportiva dell'area del parco, potenziando il sistema di piste ciclabili, realizzando punti di sosta, cartellonistica, ecc.
- Favorire l'ecoturismo, che associa il rispetto dei luoghi alla loro fruizione e la messa in rete tra ricettività e sistema agricolo, attraverso campagne di informazione e sensibilizzazione.
- Aumentare la consapevolezza della comunità locale sul ruolo del fiume come risorsa del territorio, attraverso campagne di informazione e sensibilizzazione.
- Promuovere la stipula di accordi con gli agricoltori al fine di ridurre gli impatti delle attività agricole sul fiume.
- Incrementare, in accordi con gli altri enti (Provincia, Parco), la vigilanza nelle varie forme previste per legge.

Cosa possono fare i Consorzi di Bonifica?

Qualità chimico-fisica dell'acqua

- Favorire ed incrementare l'autodepurazione dei canali.
- Migliorare la qualità dell'acqua degli affluenti, anche incrementandone la disponibilità idrica.
- Creare ed incrementare la realizzazione di fasce tampone boscate.

Ecosistema fluviale

- Realizzare una fascia di vegetazione ripariale lungo gli argini dei principali canali di bonifica.
- Favorire l'agricoltura meno intensiva e il rispetto della fascia ripariale.
- Diversificare l'alveo dei canali, favorendo la formazione di sinuosità e di meandri.
- Favorire la conservazione ed il ripristino delle zone umide.
- Riqualificare il reticolo idrico minore, attraverso un adeguato regolamento comunale e attraverso la creazione della rete colonica in collaborazione con comuni e parco.

Risorsa idrica, fruizione e sviluppo socio-economico del territorio fluviale

- Promuovere la stipula di accordi con gli agricoltori al fine di ridurre gli impatti delle attività agricole sul fiume.
- Assicurare un utilizzo più equilibrato della risorsa idrica
- Sviluppare colture agricole meno idroesigenti o metodologie di irrigazione più efficienti.

Cosa possono fare le Province?

Rischio idraulico e geomorfologia

- Interventi di rivegetazione e rinaturalizzazione delle aree golenali, ai sensi della Legge n. 37 del

5 gennaio 1994 “Norme per la tutela ambientale delle aree demaniali dei fiumi, dei torrenti, dei laghi e delle altre acque pubbliche”, attraverso cui le province hanno diritto di prelazione nella concessione delle aree demaniali e pertanto possono realizzare progetti di rinaturalizzazione delle golene fluviali.

Qualità chimico-fisica dell’acqua

- Creare ed incrementare la realizzazione di fasce tampone boscate lungo aree di pertinenza pubblica ed affidandone agli agricoltori le attività di manutenzione.
- Potenziare i corpi di vigilanza in materia ambientale.

Ecosistema fluviale

- Creare una fascia fluviale di vegetazione naturale quasi continua.
- Realizzare nodi, ossia aree ad elevata naturalità, di una rete ecologica.
- Favorire la conservazione ed il ripristino delle zone umide, specialmente quelle perifluviali.
- Riqualificare il reticolo idrico minore, attraverso la creazione della rete ecologica in collaborazione con consorzi di bonifica e parco.

Risorsa idrica, fruizione e sviluppo socio-economico del territorio fluviale

- Favorire la fruizione sportiva dell’area del parco, potenziando il sistema di piste ciclabili, realizzando punti di sosta, cartellonistica, ecc.
- Favorire l’ecoturismo, attraverso campagne di informazione e sensibilizzazione.
- Promuovere la stipula di accordi con gli agricoltori al fine di ridurre gli impatti delle attività agricole sul fiume.
- Assicurare un utilizzo più equilibrato della risorsa idrica



Scenari futuri

Il contratto di fiume

Davide Malavasi

L'approccio verso la tutela delle risorse idriche nell'ambito delle politiche europee negli anni '70 era costituito essenzialmente dalla definizione di standard di qualità e dal raggiungimento dei suddetti obiettivi di qualità, mentre negli anni '90 si è cominciata a capire la necessità di una visione integrata delle problematiche riguardanti la protezione dei corsi d'acqua e della falda sotterranea attraverso il superamento della frammentazione degli obiettivi e delle conoscenze stesse da parte degli enti competenti.

Nel 2000 l'Unione Europea emana la Direttiva Quadro sulle acque (Direttiva 2000/60/CEE o Water Framework Directive), che segna un punto di svolta nella tutela e nella gestione della risorsa idrica, data la grande importanza che viene assegnata ai processi partecipativi nei programmi di valorizzazione e protezione dell'acqua.

La Regione Lombardia ha introdotto, sulla base dell'approccio ad una conoscenza integrata ed interdisciplinare, il Contratto di fiume quale forma di protocollo di accordo fra tutti i portatori di interesse, pubblici e privati, con il precipuo obiettivo conciliare gli usi e le funzioni multiple dei fiumi e della risorsa idrica in senso lato.

L'approccio del Contratto di fiume favorisce e sostiene una concezione ecosistemica del bacino fluviale, facendo dialogare fra loro gli stakeholders, rendendo necessaria la partecipazione sociale, e soprattutto per tempi abbastanza lunghi (fino a cinque anni).

Le principali linee guida per un corretto processo di pianificazione, che faccia propri gli aspetti importanti della Direttiva Quadro sono, infatti, i seguenti:

- una visione a lungo termine per il bacino esaminato;
- l'integrazione delle conoscenze tecniche e l'integrazione dell'informazione;
- l'integrazione a livello operativo;
- una corretta relazione con le altre politiche pianificatorie;
- una giusta scadenza temporale degli interventi previsti.

La pianificazione integrata dei bacini fluviali è stata sviluppata in Europa dal Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA) inglese, equivalente al Ministero dell'Ambiente e dell'Agricoltura italiano, attraverso l'integrazione di diversi tipi di piani che insistono sullo stesso territorio, con una specifica considerazione relativamente ai piani urbanistici e ai piani di assetto idromorfologico.

L'applicazione recente di tale politica integrata si può vedere nel nuovo piano per l'area metropolitana londinese che prevede una visione completa e trasversale relativamente alla gestione delle risorse naturali, alla buona progettazione della città e alla rete dei corsi d'acqua (*the blue ribbon network*).

Anche in Germania le nuove normative tendono a tutelare le aree golenali attraverso il mantenimento o il miglioramento della loro struttura ecologica, o attraverso il recupero di aree e nella pianificazione territoriale a grande scala le aree di pertinenza fluviale concorrono alla definizione degli standard per gli spazi verdi.

In Francia la risorsa idrica viene giustamente considerata un patrimonio e non semplicemente un elemento funzionale ad altri usi: pertanto negli ultimi anni tutti gli enti direttamente interessati alla gestione delle acque hanno concorso a definire e migliorare le azioni gestionali nell'ambito della politica della difesa delle acque.

Lo strumento del Contratto di Fiume (*contract de riviere*) è stato istituito nel 1981: il primo contratto è stato sottoscritto nel 1983 sul fiume La Thur e da allora sono stati promossi oltre 150 contratti di fiume, che coprono oltre il 10% del territorio nazionale.

Lo stesso successo è stato ottenuto anche nella regione vallona del Belgio dove si sono sviluppati oltre un ventina di contratti di fiume, che interessano circa il 50% del territorio, anche se generalmente i contratti riguardano corsi d'acqua minori o i tratti montani di grandi fiumi.

Per quanto concerne l'Italia i contratti di fiume sono una novità e soltanto alcune regioni hanno iniziato a promuovere e a sviluppare questa nuova forma di pianificazione integrata.

Nel 2006 in Piemonte sono stati avviati i primi quattro contratti di fiume, in via sperimentale su aree idrografiche che presentano particolari criticità ambientali come i torrenti Agogna in provincia di Novara, Belbo in provincia di Asti, Orba in provincia di Alessandria e Sangone in provincia di Torino, oltre al prossimo contratto della Val Bormida ed al progetto di recupero del Lago di Viverone, in provincia di Biella, che verrà gestito secondo le modalità del contratto di Lago.

Si stanno inoltre realizzando in Liguria il progetto "Città dello Scrivia", in Toscana il progetto sull'Arno, in Emilia-Romagna il Samoggia Larino, in Umbria l'Alto Tevere-Chiascio, in Basilicata l'Ofanto e in Sicilia il fiume Alcantara.

In Lombardia la base normativa di riferimento è costituita dalla Legge Regionale n. 2 del 2003 "Programmazione negoziata regionale", oltre alla Legge Regionale n. 26 del 2003 "Disciplina dei servizi locali di interesse economico generale. Norme in materia di gestione dei rifiuti, di energia, di utilizzo del sottosuolo e di risorse idriche" che proprio al Titolo V, capo II, dichiara: "*La Regione promuove la concertazione e l'integrazione delle politiche a livello di bacino e sottobacino idrografico, con la partecipazione di soggetti pubblici e privati, per la tutela e la valorizzazione delle risorse idriche e degli ambienti connessi e la salvaguardia dal rischio idraulico. Gli strumenti di programmazione negoziata, previsti dalle norme regionali, che assumono tale finalità, sono denominati contratto di fiume e contratto di lago*".

Il primo contratto di fiume lombardo è quello dell'Olona-Bozzente-Lura del 2006, e si stanno preparando anche i contratti di fiume del Mincio e dell'Adda.

Gli obiettivi strategici di un contratto di fiume sono costituiti dalla riduzione dell'inquinamento idrico, dalla riduzione del rischio idraulico, dalla riqualificazione dei sistemi ambientali e paesistici e dei sistemi insediativi afferenti ai corridoi fluviali e dalla condivisione delle informazioni ambientali e dalla diffusione della cultura dell'acqua.

Pertanto il *Contratto di Fiume*, strumento di programmazione negoziata per la concertazione e l'integrazione delle politiche a livello di bacino e sottobacino idrografico, dovrebbe portare alla sottoscrizione di un accordo, definito Accordo Quadro di Sviluppo Territoriale (AQST), in cui sia individuata una vasta serie di azioni che, agendo sulle "cause strutturali" del degrado dei fiumi, siano volte al miglioramento delle caratteristiche qualitative delle acque, alla riduzione del rischio idraulico, ove presente, alla stabilizzazione dei fenomeni di dissesto idrogeologico, all'ottimizzazione dell'uso e della gestione del demanio idrico, alla corretta manutenzione e sistemazione del reticolo idrico minore, oltre alla valorizzazione e fruizione sociale degli ambienti fluviali.

I principali aspetti di criticità del processo sono connessi fondamentalmente al carattere innovativo dello stesso contratto di fiume, al grande numero di portatori di interesse, spesso in conflitto tra loro, ed alle notevoli e spesso imprevedibili trasformazioni politiche, sociali, culturali in atto.

Data la notevole estensione del bacino sublacuale dell'Oglio, con circa 150 km di lunghezza da Sarnico al Po, e la rilevante complessità delle problematiche legate all'estrema antropizzazione del territorio, questo contratto di fiume potrebbe costituire nel prossimo futuro la base per la realizzazione di molti progetti di riqualificazione ambientale dei grandi fiumi padani.



Glossario e bibliografia

Glossario

Abitante equivalente: per confrontare e valutare correttamente l'impatto di uno scarico in ambiente idrico è stato creato un fattore di unificazione denominato "abitante equivalente", che permette di superare l'eterogeneità esistente e di stimare con precisione il potenziale inquinamento in base alla quantità di merce prodotta o lavorata da una determinata tipologia industriale o in base al numero di addetti che lavorano in una determinata industria.

Acque sotterranee: tutte le acque che si trovano sotto la superficie del terreno, nella zona di saturazione e in diretto contatto con il suolo e il sottosuolo.

Acque superficiali: tutte le acque dei fiumi, dei laghi, delle zone umide e del reticolo idrografico minore come canali, seriole e fossi.

Agenda 21: documento approvato durante la Conferenza sullo stato del Pianeta, definita ECO '92, a Rio de Janeiro in Brasile. È costituita da un testo di 800 pagine ideato e concepito come un piano di azione, relativo a tutti i settori coinvolti nel rapporto fra economia e ambiente, che avrebbe dovuto essere adottato dai governi e da tutti gli enti che si occupano di sviluppo. Il nome deriva dall'obiettivo del documento stesso che intendeva assicurare uno sviluppo sostenibile per l'inizio del XXI° secolo.

Agroecosistema: ecosistema utilizzato a scopi agrari, non dissimili nel funzionamento di base dai sistemi naturali, dato che l'energia solare ne costituisce la forza motrice, convertita poi in biomassa dalle colture ed in parte trasferita al suolo come sostanza organica, mineralizzata a sua volta dai microrganismi per rifornire nuovamente di elementi nutritivi le colture agricole. Differisce dagli ecosistemi naturali poiché la biomassa vegetale ed animale viene asportata dal sistema come raccolto, inducendo una perdita di energia e materia, tale da compromettere la capacità ad autosostenersi.

Autodepurazione delle acque: i corsi d'acqua in natura, oltre ad una componente abiotica costituita dai sali disciolti e dai gas disciolti, ospitano una grande abbondanza di microrganismi (batteri, funghi, alghe, protozoi) che sono importantissimi per il mantenimento degli equilibri ambientali e che grazie ai loro processi fisiologici, metabolici ed ecologici riescono a degradare la maggior parte delle sostanze presenti nell'acqua, depurando i corsi d'acqua.

Azoto: elemento chimico impiegato nella preparazione di molti composti importanti utilizzati in agricoltura come concimi e ammendanti (Sali di ammonio, ammoniaca, ecc.). Il ciclo dell'azoto è costituito dalle trasformazioni chimiche e biochimiche cicliche che decompongono i composti dell'azoto dalla materia inorganica a quella organica e successivamente nel processo inverso di

mineralizzazione. I nitrati sono gli inquinanti più diffusi delle acque, giungendovi attraverso gli scarichi civili ed industriali per dilavamento della sostanza organica dai terreni agricoli, quasi sempre eccessivamente fertilizzati, oppure a causa di scarichi incontrollati di liquami zootecnici. I nitrati sono fondamentali per la nutrizione e la crescita delle piante ma l'utilizzo eccessivo fatto in agricoltura comporta una loro abbondanza nell'ambiente determinando l'eutrofizzazione delle acque e il loro inquinamento.

Azotofissazione: fissazione biologica dell'azoto operata da microrganismi, alghe e batteri (es. *Azotobacter vinelandii*, *Clostridium pasteurianum*, *Klebsiella pneumoniae*, *Rhodospirillum rubrum*, *Frankia alni*, *Anabaena azollae*, *Rhizobium trifolii*, *Azospirillum lipoferum*) che vivono nel terreno e nelle acque, liberi o in simbiosi o in associazione con piante superiori. Fissazione significa legare l'azoto elementare atomico (N) con idrogeno o ossigeno, dopo aver rotto la molecola di azoto (N₂) con l'ausilio di energia, in genere fornita da glucidi.

Bacino idrografico: porzione di territorio in cui le acque di pioggia e le precipitazioni nevose convergono nel loro scorrimento, sia superficiale che sotterraneo, verso una linea di impluvio comune, costituito dal collettore che può essere un torrente o un fiume.

Bilancio idrologico: bilancio fra la quantità d'acqua immessa o perduta da un bacino o da un corso d'acqua in un determinato periodo di tempo.

Bioindicatori: organismi utilizzati nel caratterizzare la qualità dell'acqua e o dell'aria poiché particolarmente sensibili a variazioni delle caratteristiche ambientali studiate (ad esempio l'inquinamento del corso d'acqua, l'inquinamento dell'aria).

Gli organismi bioindicatori per poter essere utilizzati devono avere un'estesa distribuzione geografica, essere conosciuti molto approfonditamente dal punto di vista sistematico ed essere sensibili a particolari inquinanti. Tipici bioindicatori sono i macroinvertebrati bentonici, le diatomee, i licheni.

BOD o Biochemical Oxygen Demand (richiesta biochimica di ossigeno): parametro che indica la quantità di ossigeno necessaria per biodegradare attraverso l'attività metabolica microbica la sostanza organica e inorganica contenuta nell'acqua a condizioni ambientali standard. Ci indica pertanto la misura indiretta della concentrazione di inquinanti organici presente nell'acqua esaminata. Il COD o Chemical Oxygen demand (richiesta chimica di ossigeno) fornisce invece una misura della quantità di ossigeno necessaria ad ossidare tutte le sostanze ossidabili presenti nella soluzione acquosa e pertanto indica lo stato di inquinamento dell'acqua a prescindere alla biodegradabilità delle sostanze presenti.

Colibatteri o batteri coliformi: batteri presenti nelle acque a causa della contaminazione fecale da scarichi di origine civile, responsabili di epidemie di gravi malattie enteriche come il colera

o la febbre tifoide. I batteri che hanno un ruolo principale come indicatori di questo tipo di contaminazione sono gli streptococchi fecali ed *Escherichia coli*. L'elevata presenza nelle acque di colibatteri ne compromette la balneabilità.

Denitrificazione: processo denominato anche *respirazione anaerobica*, poiché i batteri che riescono a compierla, come ad esempio *Pseudomonas sp.*, utilizzano l'ossigeno del nitrato per ossidare la sostanza organica e ottenere l'energia utile al loro metabolismo, liberando ossidi di azoto o azoto molecolare che ritorna in atmosfera.

Direttiva Quadro sulle acque (Direttiva 2000/60): Direttiva emanata dall'Unione Europea per portare tutti i paesi della Comunità al miglioramento dei corsi d'acqua ed ad una buona qualità delle acque. I più importanti passaggi della Direttiva sono la definizione di programmi di caratterizzazione e di piani di gestione di bacino (entro il 2009), la definizione di una politica dei prezzi dell'acqua, basata sul recupero dei costi dei servizi idrici, comprensivi dei costi ambientali (entro il 2010), l'attuazione del programma di misure di tutela entro il 2012, il raggiungimento degli obiettivi ambientali, ossia del buono stato delle acque superficiali continentali entro il 2015.

Dissesto idrogeologico: alterazione, a volte rapida e improvvisa, talvolta divenuta cronica, di un territorio provocata da molteplici fenomeni, come frane, smottamenti di terreno, esondazioni di corsi d'acqua, erosioni marine, ecc., provocati molto spesso da intense precipitazioni (cause naturali) o da interventi umani (cause antropiche).

Erosione del suolo: fenomeno naturale causato generalmente dalle precipitazioni meteoriche ma accentuato ed accelerato negli ultimi decenni dalle attività antropiche a causa del dissennato utilizzo del territorio, come il taglio della vegetazione arbustive ed arborea, l'introduzione di tecniche di aratura profonda, ecc.

Falda acquifera: zona sotterranea costituita da terreni permeabili per porosità e/o per fessurazione, parzialmente o interamente impregnata di acqua, definita artesiane, se frapposta fra due strati impermeabili, o freatica, se presente sopra al primo strato impermeabile.

Fanghi: matrici organiche di complessa composizione, che vengono prodotti dai processi di depurazione biologica delle acque di scarico civili ed industriali.

Fattori limitanti: sono i fattori ecologici, costituiti da variabili ambientali abiologiche, come le caratteristiche fisico-chimiche, o biologiche, capaci di interferire direttamente sugli organismi, sia a livello di popolazione che di biocenosi, controllando determinate funzioni delle specie.

Fosforo: importante elemento utilizzato per la preparazione di molti composti utilizzati in

agricoltura come concimi e ammendanti. Il ciclo del fosforo è costituito dalle trasformazioni chimiche e biochimiche cicliche che decompongono i composti dell'azoto dalla materia inorganica a quella organica e successivamente nel processo inverso di mineralizzazione. Per l'utilizzo eccessivo dell'agricoltura è uno dei principali problemi che determinano l'eutrofizzazione delle acque e il loro inquinamento.

I.B.E. Indice Biotico Esteso: metodo utilizzato per l'analisi dei corsi d'acqua basata sull'utilizzo dei macroinvertebrati bentonici, costituiti da Insetti (in particolare taxa appartenenti agli ordini dei Plecotteri, Effemerotteri, Coleotteri, Odonati, Eterotteri e Ditteri), Crostacei (Anfipodi, Isopodi e Decapodi), Molluschi (Gasteropodi e Bivalvi), Irudinei, Oligocheti, la cui dimensione supera generalmente la dimensione di 1 millimetro.

Il valore dell'indice si calcola pertanto attraverso la valutazione dei taxa raccolti nel campionamento.

LIM: acronimo di Livello Inquinamento Macrodescrittori, ossia la descrizione delle caratteristiche idrochimiche di un corpo idrico attraverso l'utilizzo di macrodescrittori costituiti dalla percentuale di saturazione dell'Ossigeno disciolto, il BOD5, il COD, l'Azoto ammonico, l'Azoto nitrico, il Fosforo totale e la presenza di Colibatteri.

Meandro: ansa che si sussegue per lo più regolarmente lungo il corso dei fiumi planiziali. Negli ultimi decenni molti meandri dei fiumi padani sono scomparsi a causa della rettificazione dei corsi d'acqua.

Metalli pesanti: sono classificati come metalli pesanti lo Zinco (Zn), il Cadmio (Cd), il Mercurio (Hg), lo Stagno (Sn), il Piombo (Pb), il Cromo (Cr), il Manganese (Mn), il Ferro (Fe), il Cobalto (Co), il Nichel (Ni) e il Rame (Cu). Molti di essi hanno effetti tossici e in alcuni casi anche cancerogeni. Molte attività umane mobilitano e concentrano i metalli pesanti a livelli pericolosi per la salute umana e l'ambiente o ne modificano la natura chimica in modo tale da produrre effetti indesiderati, quasi mai innocui per la salubrità dell'ecosistema.

Morbida: aumento dei deflussi idrici del fiume che va a occupare tutto l'alveo scavato, ossia tutta l'area fluviale propriamente detta, e si verifica generalmente una o due volte all'anno, in primavera e in autunno.

Piana alluvionale: territorio planiziale dove il fiume, libero di divagare, si sposta e dove giungono le acque di piena.

Piena: innalzamento del livello o della portata di deflusso, per un breve periodo, in rapporto alla quota di contenimento della corrente entro le sponde.

PiENA ordinaria: livello o portata di piena che rispetto alla serie storica dei massimi livelli o delle massima portate annuali è uguagliata o superata nel 75% dei casi.

PiENA straordinaria: evento di piena che avviene raramente, con portate assai superiori alla normalità e orientativamente pari al doppio della piena ordinaria.
La frequenza della piena straordinaria è compresa fra 20 e 200 anni.

Regimazione: ogni intervento volto a modificare il regime fluviale intervenendo sulla forma del percorso dell'alveo (di magra) sia in pianta sia in profilo o sulle caratteristiche geometriche dell'alveo stesso.

Regime idrologico: andamento nel tempo delle portate di un corso d'acqua.

Regione fluviale: porzione di territorio comprendente un corso d'acqua e le aree confinanti sede di fenomeni morfologici, idraulici e naturalistico-ambientali connessi al regime idrologico del corso d'acqua stesso.

Rete ecologica: complesso insieme di elementi naturali, paranaturali o seminaturali che permettono la connessione di molte aree naturali in una matrice in genere fortemente antropizzata.

Rinaturalizzazione o rinaturazione: insieme di interventi e delle azioni volti al ripristino delle caratteristiche ambientali e della funzionalità ecologica di un ecosistema o di un habitat.

SACA: acronimo di Stato Ambientale del Corso d'Acqua, ai sensi del D. Lgs. 152/2006 "Norme in materia ambientale"

S.A.U.: superficie agricola utile

SECA: acronimo di Stato Ecologico del Corso d'Acqua, espresso in classi da 1 a 5, valutato incrociando i dati risultanti dai macrodescrittori (vedi LIM) con quelli dell'Indice Biotico Estesio,

Sedimentazione: insieme dei fenomeni e dei processi che portano alla formazione di un sedimento o di un deposito fluviale

Trappola per sedimenti: intervento realizzato attraverso l'escavazione di sedimenti dal fondo dell'alveo di un corso d'acqua affinché per gravità vadano ad accumularsi i sedimenti, riducendo il carico particellato dell'acqua ed incrementando la trasparenza dell'acqua

Zona vulnerabile: zona caratterizzata da condizioni pedologiche che facilitano la percolazione di inquinanti nelle falde acquifere.

Bibliografia

AA VV Project FAME - Development, evaluation & implementation of a standardised fish-based assessment method for the ecological status of European rivers - A Contribution to the water framework directive Contract n°: EVK1-CT-2001-00094. www.fame.boku.ac

Agapito Ludovici A.(a cura di) 1997. Salviamo i fiumi. Guida pratica per la amministrazioni comunali lombarde - 1997. WWF Lombardia.

Agapito Ludovici A. 2005. Il governo dell'acqua in Italia: rilancio o crisi? WWF Italia, aprile 2005

Agapito Ludovici A., Cremascoli F., Fanfani E., Pirovano S., Sozzi P. 2006. La gestione naturalistica del reticolo idrico di pianura. WWF Italia ONG - Consorzio di Bonifica Muzza Bassa Lodigiana, dicembre 2006

Anderson L.G., Hall P.O.J., Iverfeldt A., van der Loeff M.M.R., Sundby B., Westerlund S.F.G., 1986. Benthic respiration measured by total carbonate production. *Limnol. Oceanogr.* 31: 319-329.

A.P.H.A., A.W.W.A., W.P.C.F., 1981. Standard methods for the examination of water and wastewater. Am. Publ. Health Ass., Washington. pp: 1-1134.

Armstrong D.S. e Parker G.W., 2003. Assessment of Habitat and Streamflow Requirements For Habitat Protection, Usquepaug-Queen River, Rhode Island, 1999-2000. Open-File Report 02-438. In cooperation with the Rhode Island Department Of Environmental Management. Northborough, Massachusetts.

Assefa M. Melesse¹ and Jonathan D. Jordan 2003. "Spatially distributed watershed mapping and modelling: thermal maps and vegetation indices to enhance land cover and surface microclimate mapping: part 1". *Journal of Spatial Hydrology* Vol.3, No.2 Fall 2003

Auble G.T., Friedman J.M., Scott M.. 1994. Relating riparian vegetation to present and future streamflows. *Ecological Applications*, 4(3):544-554.

Autorità di Bacino del fiume Po e Consorzio Parco Lombardo della Valle del Ticino 2006. Direttiva 2000/60/CE Applicazione al fiume Ticino: individuazione dei criteri di classificazione, valutazione dello stato ecologico e definizione degli interventi - Atti del convegno: sperimentazione sul fiume Ticino del sistema di classificazione dei corpi idrici di cui alla Direttiva 2000/60/CE del 31/05/2006

Autorità di Bacino del Fiume Po, "Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Oglio nel tratto da Sonico alla confluenza in Po e del suo affluente Cherio dal lago di Endine alla confluenza; del fiume Mella da Brozzo alla confluenza in Oglio, del fiume Garza dalla confluenza Valle del Loc alla confluenza in Chiese e del fiume Chiese da Gavardo alla confluenza in Oglio - Specifica tecnica delle attività", 2001

Autorità di Bacino del Fiume Po, "Studi di fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d'acqua del bacino del fiume Po - Attività 3.1.7: Analisi delle condizioni d'uso del suolo e caratterizzazione della componente naturale - criteri di indirizzo e Allegato 1", 2002.

Autorità di Bacino del Fiume Po, "Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Oglio nel tratto da Sonico alla confluenza in Po e del suo affluente Cherio dal lago di Endine alla confluenza; del fiume Mella da Brozzo alla confluenza in Oglio, del fiume Garza dalla confluenza Valle del Loc alla confluenza in Chiese e del fiume Chiese da Gavardo alla confluenza in Oglio - Specifica tecnica delle attività - Allegato 5: Specifica per il rilevamento della vegetazione e degli habitat nelle aree nei territori boscati e negli ambiti seminaturali", 2001

Badino G, Forneris G, Lodi E, Ostacoli G. Ichthyological Index, a new standard method for the river biological water quality assessment. River water quality. Commission of the European Communities: 1992. p. 729-30.

Beinat E. 1995. Multiattribute value functions for environmental management. Book n.103 of the Tinbergen Inst. Res. Series, Free University, Amsterdam.

Bertin G. 1995. "Valutazione e processo decisionale", in G. Bertin (a cura di), Valutazione e sapere sociologico. Metodi e tecniche di gestione dei processi decisionali, Franco Angeli.

Bertin G., Nadia C. Oprandi 2003. "Integrative Group process e valutazione della qualità", in R.Cinotti e C.Cipolla, La qualità condivisa fra servizi sanitari e cittadini, Franco Angeli.

Bonali F., Impieri A., 2000. Segnalazione di *Potamanthus luteus* L. (Insecta Ephemeroptera) nel fiume Oglio ad Azzanello (provincia di Cremona). Pianura n. 12/200: pag. 197-200.

Boyd D.S., Foody G.M., Curran P.J., Lucas R.M., and Honzaks M. 1996. An Assessment of Radiance in Landsat TM Middle and Thermal Infrared Wave Bands for the Detection of Tropical Regeneration, Int. J. of Remote Sensing, 17, 249-261.

Braun-Blanquet J., - Plant Sociology. Hafner Publishing Company, New York, 1972.

Brookes A. 1990. Channelized Rivers Perspectives for Environmental Management, Wiley, Chichester.

Brown R. M., McClelland N. I., Deiningner R. A. and Tozer R. G. 1970. "A water quality index. Do we dare?" *Water Sewage Works*, October, 339-343.

Buffagni A. e Kemp J.L. 2002. Looking beyond the shores of the United Kingdom: addenda for the application of River Habitat Survey in South European rivers. *J. Limnol.* 61 (2):199-214.

Buizza M. 1998. Il caso del lago d'Isèo e del fiume Oglio. In "L'influenza del deflusso minimo vitale sulla regolazione dei grandi laghi prealpini" (a cura di Giuseppe Barbero e Luigi Bertoli), Guerini e Associati.

Buizza M. 2007. Valutazione dei fabbisogni irrigui comprensoriali a supporto della gestione dei laghi regolati: il caso del Fiume Oglio. IN: Regione Lombardia, Università di Milano, URBIM Lombardia "Risultati delle ricerche finanziate dalla Regione Lombardia - D.G. Agricoltura nel settore Acqua -Agricoltura -Ambiente", Milano 27 marzo 2007.

Caffrey J.M. 1987. Macrophytes as biological indicator of organic pollution in Irish rivers. In *Biological indicators of pollution*. Dublin, 24-25 February 1986. Richardson D.H.S. Ed.). Royal Irish Academy: 77-78.

Campostrini S. 2003. Surveillance systems and data analysis, in D.V.McQueen & P.Puska (eds.); *Global Behavioral Risk Factor Surveillance*, Kluwer, New York, 47-55.

Cannata P.G. 1994. Governo dei bacini idrografici. Strumenti tecnici e pianificatori. Governo dei bacini idrografici. Strumenti tecnici e pianificatori. ETASLibri.

Cardoso A. C., Solimini A.G., Premazzi G. 2005. Report on Harmonisation of freshwater biological methods - EUR 21769 EN - European Communities.

Castro, J. 1996. "Multicriteria Analysis in the Environmental Field." Civil Engineering degree Thesis (unpublished), Dep. of Civil Engineering, Universidad de Concepción, Concepción, Chile (in Spanish).

Chapra S.C. and Pelletier G.J. 2003. QUAL2KW: A Modelling Framework for Simulating River and Stream Water Quality: Documentation and Users Manual. Civil and Environmental Engineering Dept., Tufts University, Medford, MA. (USA) .

Chirici G. 2005. "Appunti di geomatica: per le scienze dell'ambiente e del territorio", geoLAB Università degli studi di Firenze, versione del Marzo 2005.

Christensen PB, Nielsen LP, Sorensen J, Revsbech NP, 1990. Denitrification in nitrate-rich streams: diurnal and seasonal variations related to benthic oxygen metabolism. *Limnol Oceanogr* 35: 640-651.

Chutter F.M. 1969. The distribution of some stream invertebrates in relation to current speed. *Internat. Rev. ges. Hydrobiol.*, 54 : 413-422.

CIRF 2006. La riqualificazione Fluviale in Italia. Linee guida, strumenti ed esperienze per gestire i corsi d'acqua e il territorio. Nardini A. e Sansoni G. (curatori) e collaboratori. Mazzanti Editori, Venezia.

CNR 2004. classificazione ecologica e carattere lenticolo-tico in fiumi mediterranei - QUADERNI 122 - (ISSN 0390-6329)

Dalsgaard, T., Nielsen, L.P., Brotas, V., Viaroli, P., Underwood, G.J.C., Nedwell, D.B., Sundbäck, K., Rysgaard, S., Miles, A., Bartoli, M., Dong, L., Thornton, D.C.O., Ottosen, L.D.M., Castaldelli, G. & Risgaard-Petersen, N. 2000. Protocol handbook for NICE-Nitrogen cycling in estuaries: a project under the EU research programme. Marine Science and Technology (MAST III). National Environmental Research Institute, Silkeborg, Denmark, pp. 62.

Denninson W.C., Orth R.J., Moore K.A., Stevenson J.C., Carter V., Kollar S., Bergstorm P.W., Batiuk R.A. 1993. Assessing water quality with submersed aquatic vegetation. *Bioscience*, 43: 86-94.

Di Fidio M. 1995. I corsi d'acqua. Sistemazioni naturali stiche a difesa del territorio. Pirola Editore.

Dixon, J. and M. Hufschmidt 1986. Economic valuation techniques for the environment. Baltimore, Maryland: The Johns Hopkins University Press.

Dell'Uomo A. 2004. L'Indice diatomoico di eutrofizzazione/polluzione (EPI-D) nel monitoraggio delle acque correnti. Linee guida. APAT, febbraio 2004.

Fornieris G., Merati F., Pascale M., Perosino G.C. 2004. Proposta di un indice ittico (II) per il bacino occidentale del Po. In: 10° Congresso Nazionale AIAD. Montesilvano (Pe), 2-3 Aprile 2004. book of abstracts: 31.

Ghetti P.F. 1997 - Indice Biotico Esteso (I.B.E.). I macroinvertebrati nel controllo della qualità degli ambienti di acque correnti. Provincia Autonoma di Trento.

Harding J.P.C. 1981. Macropytes as a monitors of river quality in the Southern N.W.WA. area. North West Water Authority, Rivers Division ref. TS-BS-91-2, 54 pp.

Harding J.P.C. 1996. Use of algae for monitoring rivers in the United Kingdom. Recent developments. In Whitton B.A., Rott E. (eds.) Use of algae for monitoring rivers. Institut für Botanik, Univ.Innsbruck, II:125-133.

Haury J., Peltre M.C. 1993. Intérêts et limites des "indices macrophytes" pour qualifier la mésologie et la physicochimie des cours d'eau: exemples armoricains, picards et lorrains. *Annls. Limnol.*, 29 (3-4): 239-253.

Haury J., Peltre M.C. Muller S., Tremolieres M., Barbe J., Dutartre A., Guerlersquin M. 1996. Des indices macrophytes pour estimer la qualité des cours d'eau français: premières propositions. *Écologie*, 233-244.

Henze M., Harremoës P., Courjanse J. and Arvin E. 1997. *Wastewater Treatment: Biological and Chemical Processes*. Springer-Verlag Berlin.

Hotelling H. e Pabst M. R. 1936. Rank correlation and tests of significance involving no assumption of normality. *Annals of Mathematical Statistics*, Vol. 7, pp. 429-443.

Hughes F. (editor), 2003. *The Flooded Forest: guidance for policy makers and river managers in Europe on the restoration of floodplain forests*. The FLOBAR2 Project, Department of Geography, University of Cambridge, Cambridge. www-flobar.geog.cam.ac.uk.

Hynes H.B.N. 1970. *The ecology of running waters*. Tto University Press.

Karr J.R. 1981. Assessment of biotic integrity using fish communities. *Fisheries* 1981;(6):21-7. 9.

Karr J.R., Dudley D.R. 1981. Ecological perspectives on water quality goals. *Environ Manag* 1981;(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 method and its rationale*. Champaign IL: Illinois Natural History Survey; 1986. (Illinois Natural History Survey, Special Publication, 5)

Karr J.R., Chu E.W. 1997. *Biological monitoring: essential foundation for ecological risk assessment*. *Hum Ecol Risk Assessment* 1997; 3:993-1004.

Karr J.R., Chu E.W. 1999. *Restoring Life in Running Waters - Better Biological Monitoring*. Washington DC: Island Press; 206 p.

Kelly M.G., Whitton B.A. 1995. Workshop: "Plants for monitoring rivers" Durham, 26-27 September 1994. National Rivers Authority, 34 pp.

Keeney, R. and Raiffa, H. 1976. "Decisions with Multiple Objectives: preferences and value tradeoffs." Wiley, N.Y.

Koroleff F., 1970 - Direct determination of ammonia in natural waters as indophenol blue. Information on techniques and methods for seawater analysis. I.C.E.S. Interlaboratory Rep. No.3, Pp.19-22.

Kraszewski A. and Soncini-Sessa R. 1986. WODA: A modeling support system for BOD-DO assessment in rivers, Environmental Software, vol. 1, n. 2, 90- 97, 1986.

Lorenzen C.J., 1967. Determination of chlorophyll and phaeo-pigments: spectrophotometric equations. Limnology and Oceanography 12:343-346.

Marchetti R. 1993. Inquinamento delle acque superficiali. In: Marchetti R. (ed.) Ecologia applicata. Cittàstudi, 1993

Minciardi M.R., Rossi G.L., Azzolini R. e Betta G. 2003. Linee guida per il biomonitoraggio di corsi d'acqua in ambiente alpino. ENEA.

Milhous, R.T. 1998. Application of the principles of IFIM to the analysis of environmental flow needs for substrate maintenance in the Trinity River, northern California [abs.] IN Hydroecological Modelling: Research, practice, legislation, and decision-making: Praha, Czech Republic, T.G. Masaryk Water Research Institute, p. 50-52.

Minciardi M.R., Rossi G.L., Sansoni G., Spaggiari R. e Zanetti M. 2001. Indice di Funzionalità Fluviale I.F.F. Manuale di applicazione, ANPA.

Minciardi M.R., Rossi G.L., Azzolini R. e Betta G. 2003. Linee guida per il biomonitoraggio di corsi d'acqua in ambiente alpino. ENEA.

Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio 2004. Checklist e distribuzione della fauna italiana .

Mordenti A. 1997. Riduzione per via alimentare dell'inquinamento da azoto negli allevamenti suinicoli. Noi & l'Ambiente n. 50 - 1997

Moyle, P. B. and Nichols R. 1973. Ecology of some native and introduced fishes of the Sierra-Nevada foothills in Central California. Copeia 1973(3):478-490.

Naiman R.J., Décamps H. 1997. The ecology of interfaces: Riparian Zones. Annual Review of

Newbold C., Holmes N.T.H., 1987. Nature conservation: water quality criteria and plants as water quality monitors. *Water Pollution Control* , 86:345-364.

Nakamura, S. and Waddle T. J. 1999. IFIM Nyuumon (Translation of two documents into Japanese: The Instream Flow Incremental Methodology - A Primer for IFIM and Stream Habitat Analysis Using the Instream Flow Incremental Methodology): Tokyo, Japan, Technology Center for Riverfront

Nardini A. 1997. "A proposal for integrating EIA, CBA and MCA". *Project Appraisal*, Vol.12, N.3, Sept. 97, pp.173-184.

Nardini A. 2003. QUALI-LOGICAL: a water quality model for surface water systems to support sanitation and land-use planning. *European Water Management on line (EWMO)*, April 22, 2003, Vol.1 (http://www.ewaonline.de/journal/2003_01.pdf).

Nardini A. 2004. "A Systematic Approach to Build Evaluation Indices for Environmental Decision Making with Active Public Involvement ". *Rivista di Economia delle fonti di Energia e dell' Ambiente*, Anno XLVI - N.1-2/2003, pp.189-215 (IEFE, Bocconi, Milano).

Nardini A. 2005. *Decidere l'ambiente con l'approccio partecipato*. CIRF-Mazzanti Editore.

Nardini A., Bacci M. e Soncini-Sessa R. 1990. *Inquinamento Fluviale: Realizzazione e uso di Modelli Matematici. Uno Studio di Caso sull'Arno*. Marsilio Ed., Venezia.

Nardini A. e Soncini-Sessa R. 2003. "River Quality Models: Criteria for the Design of Data Collection Campaigns Aimed at Model Calibration". *European Water Management on line (EWMO)*, September 1, 2003, Vol.1 (http://www.ewaonline.de/journal/2003_6.pdf)

Nardini A. and H. Fahmy 2005. "Integrated Evaluation of Egypt's Water Resources Plans. A Framework to Cope with Sustainability". Accettato per pubblicazione su *Water International*.

Neteler M. and Mitasova H. 2004. " Open Source GIS: A Grass Gis Approach, Second Edition", Ed. KAP.

Newman J.R., Dawson F.H., Homes N.T.H., Chadd S., Rouen K.J., Sharp L. 1997. *Mean Trophic Rank: a user's manual*. Environment Agency, R&D Technical Report E38, 129 pp.

Nielsen, L.P., 1992. Denitrification in sediment determined from nitrogen isotope pairing. *FEMS (Fed. Eu. Microbiol. Soc.) Microbiol. Ecol.* 86: 357-362.

Parco Regionale dell'Oglio sud, Piano Territoriale di Coordinamento.

Park Young-Seuk, Piet F.M. Verdonschotb, Tae-Soo Chonc, Sovan Leka 2003. "Patterning and predicting aquatic macroinvertebrate diversities using artificial neural network". *Water Research* 37 (2003) 1749-1758.

Pedrotti F., Gafta D. 1996. *Ecologia delle foreste ripariali e paludose dell'Italia. L'uomo e l'ambiente*, 23.

Peltre M.C., Leglise L. 1992. Essais d'application d'un protocole hiérarchisé pour l'étude - Versailles, 2-3-4 dicembre - Journées Internationales d'études sur la lutte contre les muïses herpes. ANPP. 9pp.

Petts G.E. and Maddock I. 1994. "Flow allocation for in-river needs", in Calow P. and Petts G.E., (Eds), *The Rivers Handbook, Volume 2. Hydrological and Ecological Principles*, Blackwell Scientific Publications, London.

Petts G.E., and Bickerton M.A. 1997. *River Wissey Investigations: linking hydrology and ecology. Executive summary. Environment Agency Project Report, 01/526/1/A*, Environment Agency, Bristol, UK

Plafkin J.L., Barbour M.T., Porter K.D., Gross S.K., Hughes R.M. 1989. Rapid bioassessment protocols for use in streams and rivers. Benthic macroinvertebrates and fish. US Environmental Protection Agency (EPA 440/4-891001).

Pignatti S. 1982. « Flora d'Italia » Edagricole, 1982.

Poff, N. L., Allan J. D., Bain M.B., Karr J.R., Prestegard K.L., Richter B.D., Sparks R.E., Stromberg J.C. 1997. The Natural Flow Regime. A paradigm for river conservation and restoration. *BioScience* Vol. 47 No. 11.

Polunin O., Walters M. 1987. *Guida alle vegetazioni d'Europa*. Zanichelli, Bologna, Provini A., Galassi S., Marchetti R., 2001. *Ecologia Applicata*. Città Studi Edizioni, pp. 237-244.

Rancati S., 2000. I Carabidi (Coleoptera: Carabidae) della Riserva naturale regionale Le Bine: sintesi di due anni di campionamenti. *Pianura* n. 12/2000: pag. 141-153

Regione Lombardia, marzo 2006. *Programma di tutela e uso delle acque della Regione Lombardia*.

Rogers P. 2008. Affrontare la crisi idrica. *Le Scienza* n. 482, ottobre 2008: 44-51

Sartorelli M., Puzzi C., Barengi B., Bendotti R. 2006. Via libera - Acer n. 1-2006: 33-37

Sartori F., Zucchi C. 1981. Relitti di vegetazione forestale lungo il corso planiziaro del fiume Oglio (Italia settentrionale). *Notiziario di Fitosociologia*, 17: 11-17, 1981.

Scardi M., Cataudella S., Ciccotti E., Di Dato P., Maio G., Marconato E., Salviati S., Tancioni L., Turrin P., Zanetti M. 2002. "Previsione della composizione della fauna ittica mediante reti neurali artificiali" - Atti 9° Convegno Nazionale A.I.I.A.D., Acquapartica (FC), 11-13 Giugno 2002. A.I.I.A.D., Università degli Studi di Parma - *Biologia Ambientale*, 18 (1): 25-31.

Scardi M, Cataudella S, Ciccotti E, Di Dato P, Maio G, Marconato E, Salviati S, Tancioni L, Turin P, Zanetti M. 2004. Previsione della composizione della fauna ittica mediante reti neurali artificiali. *Biologia Ambientale* 2004;18(1):1-8.26.

Scardi M, Cataudella S, Ciccotti E, Di Dato P, Maio G, Marconato E, Salviati S, Tancioni L, Turin P, Zanetti M. 2005. Predicting Fish assemblages in rivers: a neural network case study. In: Lek S, Scardi M, Descy JP, Park YS, Verdonschot P (Ed.). *Modelling community structure in freshwater ecosystems*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer. p. 114-1219.

Schmutz, S. et al. 2000. A multi-level concept for fish-based river-type-specific assessment of ecological integrity. *Hydrobiologia*, 422, 279-289.

Searle S.R., 1987. *Linear models for unbalanced data*. John Wiley & Sons Inc., New York, NY, USA, 536 p. Establishment of woody riparian vegetation in relation to annual patterns of streamflow, Bill Williams River, Arizona

Shafroth P.B., Auble G.T., Stromberg J.C., Patten D.T. 1998. Establishment of woody riparian vegetation in relation to annual patterns of streamflow, Bill Williams River, Arizona. *Wetlands*, vol. 18, no. 4, pp. 577-590.

Siligardi M., Cappelletti C., Chierici M., Ciutti F., Egaddi F., Maialini B., Mancini L., Monauni K., Renn, O. 1995. "Public Participation in Impact Assessment: a social learning perspective". *Environmental Impact Assessment Review*, V.15(5).

Smith, D.G., 1989. "A new form of water quality index for the great lakes." *Water science & Technology*, V.21, n.2, 123-127.

Soliani L., 2005. *Manuale di statistica per la ricerca e la professione. Statistica univariata e bivariata parametrica e non-parametrica per le discipline ambientali e biologiche*. Ed. UNI. NOVA, Parma.

Soncini Sessa R. 2004. Pianificazione e gestione delle risorse idriche: modellistica integrata e decisioni partecipate in pratica: il progetto Verbano. Mc Graw-Hill, Milano.

SRU-NWRC 2001. "DSS Technical Report series": I-Conceptual Design of the DSS. II-Schematization of the Egyptian Water Resources and associated Socio-Economic, Environmental System (EWRSES). III-DSS Models in Detail. IV-DSS Database and GIS. V-Software Architecture of the DSS. VI-Information and System Description. VII- Construction of Scenarios, Development Measures and Cases. VIII-Experimental Work to Assess Farmer's Quality of Life". IAM-Bari (I), Ministry of Public Works and Water Resources, Cairo, Egypt

Stalnakar, C. B. 1998. The Instream Flow Incremental Methodology [abs.] In Hydroecological Modelling: Research, Practice, Legislation and Decision-Making. Prah, Czech Republic, T. G. Masaryk Water Research Institute, p. 9-11.

Stalnakar, C.B., Lamb B.L., Henriksen J., Bovee K., and Bartholow J. 1995. The Instream Flow Incremental Methodology: A Primer for IFIM: Biological Report 29, 45 p.

Statzner B., Gore J.A. and Resh V.H. 1988. Hydraulic stream ecology: observed patterns and potential applications. Journal of the North American benthological Society, 7 (4): 307-360.

Stromberg J.C. and Patten D.T. 1990. Riparian vegetation instream flow requirements: a case study from a diverted stream in the Eastern Sierra Nevada, California, USA. Environmental Management, vol. 14, n.2, p.185 - 194.

Swamee P.K., and A. Tyagi 2000. "Describing Water Quality with Aggregate Index." Journal of Environmental Engineering (ASCE). Vo.126, N.5, pp.451-455.

Tancioni L., Scardi M. Cataudella S. 2005. "I pesci nella valutazione dello stato ecologico dei sistemi acquatici". Ann Ist Super Sanità 2005;41(3):399-402

Tietenberg, T. 1992. Environmental and Natural Resources Economics. Harper Collins Publishers.

Traverso E. 2000. L'area archeologica di Calvatone-*Bedriacum*: prime ipotesi di valorizzazione alla luce delle più recenti esperienze di parco. PIANURA n. 12/2000: pag. 155-185

Turin P., Maio G., Zanetti M., Bilò M.F., Rossi V., Salviati S. 1999. Carta ittica delle acque dolci interne. Prov. Di Rovigo, 326 pp.

Von Bertalanffy, L. 1938. A quantitative theory of organic growth (Inquiries on growth laws. II). Human Biol. 10: 181-213.

Washington H.G. 1984. Diversity, biotic and similarity indices: a review with particular relevance to aquatic ecosystems. *Water Research*, 18: 653-694.

Wegher M., Turin P. 1992. Utilizzo delle macrofite come indicatori di qualità dei corsi d'acqua. In *Atti del workshop di biologia ambientale ed ecotossicologia*, Edizioni Amministrazione Provinciale di Pordenone: 169-182.

Westhoff V., Van Der Maarel E. 1973 - The Braun-Blanquet approach. In: Whittaker R.H. (ed.), *Ordination and classification of communities*, Junk, The Hague, pp. 617-726, 1973.

Wilcove D.S., Wikelski M. 2008. Going, going, gone: is animal migration disappearing? - *PlosBiology* July 2008, Volume 6, Issue 7: 1361-1364

Wong C.M., Williams C.E., Pittock J., Collier U. and Schelle P. 2007. *World's top 10 rivers at risk*. WWF International.

Zaccanti F., Rizzoli M., Falconi R. 2001. Indice della qualità ittica complessiva (QIC) in acque correnti dell'Appennino settentrionale. *Convegno di Ingegneria Naturalistica: dal Progetto ai Risultati*. Milano 15-16 Novembre 2001.

Zerunian S. 2004. Proposta di un Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche viventi nelle acque interne italiane. *Biologia Ambientale*, 18 (2): 25-30.

Zerunian S. 2004a. *Pesci delle acque interne d'Italia*. Min. Ambiente - Ist. Naz. Fauna Selvatica, 258 pp + CD-Rom.

Zerunian S. 2008. Condizioni di riferimento per i pesci nelle diverse tipologie ambientali del Fiume Po. *Seminario Attuazione Direttiva 2000/60/CE nel Bacino del fiume Po*, Parma 5-6 febbraio 2008.

Zerunian S., De Ruosi T. 2002. *Iconografia dei Pesci delle acque interne d'Italia / Iconography of Italian Inland Water Fishes*. Min. Ambiente - Ist. Naz. Fauna Selvatica, 263 pp. + 33 tavv.





Finito di stampare nel mese di Settembre da
Arti Grafiche Persico s.p.a. - Cremona